

## STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PANAS MENGUNAKAN AGREGAT ABU BATU

I Gusti Raka Purbanto, I Nyoman Arya Thanaya, dan Ni Made Dwi Paramita Utari

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: [rakapurbanto@gmail.com](mailto:rakapurbanto@gmail.com)

**Abstrak:** Campuran aspal panas dengan abu batu dapat digunakan untuk pemeliharaan jalan dihamparkan dengan ketebalan yang tipis sekitar 5 mm. Aplikasi campuran tersebut sudah sering dilakukan, akan tetapi belum banyak diketahui karakteristiknya. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis karakteristik campuran aspal panas dengan abu batu. Penelitian dilakukan dengan melakukan pemeriksaan agregat abu batu, pemeriksaan aspal penetrasi 60/70, pembuatan sampel dengan pencampuran secara panas dengan variasi kadar aspal 7%, 7,5%, 8%, 8,5%, 9% dengan (2x50) tumbukan *Marshall*, uji *Marshall* untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum, uji *cantabro* dan uji *Indirect tensile Strength (ITS)*. Diperoleh hasil bahwa gradasi abu batu yang dipakai memenuhi spesifikasi Latasir kelas A dan B, dimana gradasi yang didapatkan berupa gradasi yang relatif menerus. Diperoleh kadar aspal optimum 8,05%, dengan karakteristik *Marshall* berupa: stabilitas 2871,76 kg (spec  $\geq 200$  kg), *flow* 3,30 mm (spec 2-3 mm), *Marshall quotient* 880,55 kg/mm (spec  $\geq 80$  kg/mm), VIM sebesar 4,858% (spec  $\geq 80$  kg/mm), VMA sebesar 21,055% (spec  $\geq 20\%$ ), VFB sebesar 76,982% (spec  $\geq 75\%$ ), stabilitas sisa 96,346 % (spec  $\geq 90$  %). Dengan nilai stabilitas yang cukup tinggi bahkan dapat melampaui 800 kg, hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal panas dengan agregat abu batu dapat digunakan untuk lalu lintas berat. Hasil uji *Cantabro* didapatkan nilai sebesar 1,39% (spec  $\leq 16\%$ ) dan uji kuat tarik tidak langsung didapatkan nilai sebesar 1018,25 kPa.

**Kata kunci:** abu batu, campuran aspal panas, *Marshall*, *Cantabro*, ITS

### STUDY ON THE CHARACTERISTIC OF HOT ASPHALT MIXTURE USING STONE ASH AGGREGATE

**Abstract:** Hot asphalt mixture using stone ash can be used for road maintenance and can be applied thin about 5 mm thick. This application had commonly been done, however its characteristics had not yet been known. The purpose of this study was to analyze the characteristics of hot asphalt mixture using stone ash. The experiments was done by doing tests of the stone ash aggregate, asphalt penetration 60/70 test, hot mix samples production with asphalt content variations of 7%, 7.5%, 8%, 8.5%, 9% with (2x50) Marshall blows, Marshall testing to obtain optimum asphalt content, Cantabro test, and Indirect Tensile Strength (ITS). It was obtained that the stone ash gradation met specifications of Sand Sheet class A B, where the gradation was relatively continuous. The optimum asphalt content was 8,05%, with Marshall characteristics: stability 2871.76 kg (spec  $\geq 200$  kg), flow 3.30 mm (spec 2-3 mm), Marshall quotient 880.55 kg/mm (spec  $\geq 80$  kg/mm), VIM 4.858% (spec  $\geq 80$  kg/mm), VMA 21.055% (spec  $\geq 20\%$ ), VFB 76.982% (spec  $\geq 75\%$ ), retain stability 96.346 % (spec  $\geq 90$  %). With stability value exceeding 800 kg indicates that the mixture can be used for heavy traffic. The cantabro test results was 1.39% (spec  $\leq 16\%$ ) and the indirect tensile strength was 1018.25 kPa.

**Keywords:** stone ash, hot asphalt mixture, Marshall test, Cantabro test, ITS test

## PENDAHULUAN

Kondisi perkerasan jalan saat ini masih banyak mengalami kerusakan. Salah satu penyebab kerusakan jalan yaitu karena kualitas material pada campuran perkerasan yang kurang optimal. Jenis kerusakan jalan yang sering terjadi adalah retak (*cracking*). Retak yang terjadi pada permukaan jalan diakibatkan karena kelelahan campuran aspal akibat beban berulang. Jalan yang mengalami retak atau kerusakan minor dapat diatasi dengan melakukan pemeliharaan permukaan jalan. Salah satu metode pemeliharaan jalan yang dapat dilakukan yaitu dengan campuran aspal panas dan abu batu. Material abu batu ini mudah ditemukan, selain itu dalam pengaplikasian di lapangan pun mudah dilakukan yaitu dengan cara menghamparkan tipis campuran aspal panas dan abu batu lalu dipadatkan dengan ketebalan  $\pm 5$  mm. Pemeliharaan jalan dengan campuran tersebut biasa diaplikasikan untuk jalan dengan volume lalu lintas rendah atau pada jalan permukiman.

Aspal merupakan bahan utama dalam perkerasan jalan. Aspal digunakan sebagai bahan perekat pada campuran panas, bersifat *thermopatic* yaitu mengeras bila didinginkan dan melunak/meleleh bila dipanaskan. Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas. Pada umumnya campuran aspal panas digunakan sebagai pelapis ulang, pemeliharaan jalan maupun pembangunan jalan baru. Campuran aspal panas yang biasa digunakan untuk lalu lintas rendah adalah Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) (DPU, 2018).

Abu batu merupakan agregat buatan yang diperoleh dari hasil samping mesin pemecah batu sehingga menjadi agregat dengan diameter 0 – 5 mm. Abu batu berupa butir-butir batu pecah split, kerikil, atau mineral lain yang memiliki bentuk kubikel dan permukaan kasar. Pada agregat abu batu sudah mengandung komponen filler yang berukuran  $< 0,075$  mm. Abu batu biasanya digunakan sebagai agregat halus pengganti pasir dalam proses pengaspalan.

Penelitian terkait campuran perkerasan jalan dengan material abu batu telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil kajian di laboratorium, pada penelitian campuran aspal emulsi dingin dengan agregat abu batu

(Sepdyani, 2017) didapatkan nilai stabilitas sebesar 1053 kg, nilai porositas sebesar 8,08%, nilai penyerapan air sebesar 2,05%, nilai VMA sebesar 35,61%, nilai VFB sebesar 77,34%. Selain itu, dari hasil pengujian laboratorium lainnya pada campuran panas *asphalt trade binder* dengan menggunakan filler abu batu (Putra, 2015) didapatkan nilai stabilitas sebesar 1522,3 kg, nilai VMA sebesar 16,27%, nilai VFB sebesar 74,24%.

Aplikasian campuran aspal panas dan abu batu sudah sering dilakukan, akan tetapi dalam pelaksanaannya belum diketahui secara pasti karakteristik dari campuran tersebut. Sehingga perlu dilakukan pengujian di laboratorium yang mana ketebalan lapisan campuran disesuaikan dengan ukuran standar laboratorium. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis gradasi abu batu, menganalisis karakteristik campuran aspal panas dengan abu batu menggunakan metode *Marshall*, menganalisis keausan campuran dengan metode uji *cantabro*, dan menganalisis kekuatan tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength-ITS*).

## MATERI DAN METODE

### Abu Batu

Abu batu merupakan agregat buatan yang diperoleh dari hasil samping produksi pemecah batu. Abu batu rata - rata berukuran 0 – 5 mm, memiliki bentuk kubikel dan permukaan kasar, biasanya digunakan sebagai agregat halus pengganti pasir dalam proses pengaspalan. Pada agregat abu batu sudah mengandung agregat kasar, agregat halus dan komponen filler yang berukuran  $< 0,075$  mm.

### Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir)

Latasir atau lapis tipis aspal pasir merupakan lapis penutup permukaan perkerasan yang terdiri atas agregat halus atau pasir atau campuran keduanya, dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Jenis campuran Latasir terdiri atas 2 kelas, yaitu Latasir kelas A atau SS-A (*Sand Sheet-A*) dengan ukuran nominal butir agregat atau pasir 9,5 mm (3/8 inci), dan Latasir kelas B atau SS-B (*Sand Sheet-B*) dengan ukuran nominal butir agregat atau pasir 2,36 mm (No. 8). Pada umumnya tebal nominal minimum untuk Latasir A dan Latasir B masing-masing 2,0 cm dan 1,5 cm dengan toleransi  $\pm 2,0$  mm. Latasir pada umumnya digunakan untuk perencanaan

jalan dengan lalu lintas tidak terlalu tinggi, tetapi dapat pula digunakan untuk pekerjaan pemeliharaan.

**Proporsi Agregat**

Material yang digunakan dalam penentuan proporsi yaitu hanya agregat abu batu saja, karena pada agregat abu batu sudah mengandung agregat kasar, agregat halus, dan filler. Proporsi material didasarkan atas jumlah agregat 1200 gram. Berdasarkan hasil analisa ayakan, didapatkan agregat kasar (total tertahan ayakan 4,75 mm) sebanyak 2,16 %, agregat halus (total lolos ayakan 4,75 mm dan tertahan ayakan 0,075 mm) sebanyak 85,54%, dan filler (lolos ayakan 0,075 mm atau tersisa di pan) sebanyak 12,29%.

**Estimasi Kadar Aspal Awal**

Berdasarkan proporsi agregat yang sudah ditentukan maka selanjutnya dilakukan estimasi kadar aspal awal dapat ditentukan dengan Persamaan (1).

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{konstanta} \quad (1)$$

Dimana Pb = kadar aspal rencana awal yaitu % terhadap berat campuran, CA = agregat kasar yaitu % terhadap agregat tertahan saringan no.4, FA = agregat halus yaitu % terhadap agregat lolos saringan no.4 dan tertahan saringan no.200, FF = filler yaitu % terhadap agregat lolos saringan no.200, k = nilai konstanta campuran latasir berkisar 1-2,5.

Maka didapatkan kadar aspal awal yaitu:

$$Pb = (0,035 \times 2,16) + (0,045 \times 85,54) + (0,18 \times 12,29) + 2$$

$$Pb = 8,14 \approx \text{dibulatkan menjadi } 8 \%$$

Setelah mendapatkan estimasi kadar aspal awal lalu direncanakan variasi kadar aspal yang dengan beda 0,5 % sebanyak dua variasi di bawah dan dua variasi di atas kadar aspal awal. Kadar aspal divariasi sebagai berikut: 7%, 7,5%, 8%, 8,5%, dan 9%.

**Pembuatan Benda Uji dan Uji Marshall**

Setelah ditentukan proporsi campuran, selanjutnya dilakukan pembuatan sampel dengan prosedur campuran panas dengan pemadatan sampel yaitu sebanyak 2x50 tumbukan. Sampel yang telah dipadatkan didiamkan dalam cetakan sampai mencapai suhu ruang. Selanjutnya sampel diuji Marshall.

**Penentuan Kadar Aspal Optimum dan Stabilitas Sisa**

Kadar aspal optimum ditentukan dengan merata-ratakan kadar aspal yang memberikan stabilitas maksimum, kepadatan maksimum, dan VIM yang diisyaratkan, serta persyaratan campuran lainnya seperti VMA, VFB, dan kelelahan campuran. Penentuan kadar aspal optimum dilakukan dengan menggunakan metode *Bar Chart*. Nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi spesifikasi. Untuk Stabilitas Sisa atau *Index of Retained Strength (IRS)* dihitung dengan Persamaan (2)

$$IRS = \frac{MSI}{MSS} \times 100 \quad (2)$$

Dimana IRS = *Index of Retained Strength*, MSI = Stabilitas Marshall kondisi setelah direndam selama 24 jam dengan suhu 60°C, MSS = Stabilitas Marshall kondisi standar (30-40 menit perendaman pada suhu 60°C).

Tabel 1. Persyaratan gradasi campuran latasir

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos terhadap Total Agregat	
ASTM	(mm)	Latasir Kelas A	Latasir Kelas B
1/2"	12,75	100	100
3/8"	9,5	90 - 100	
No.8	2,36		75 - 100
No.200	0,075	4 - 14	8 - 18

Sumber: Kementerian PUPR (2018).

**Uji Cantabro**

Pengujian *cantabro* dilakukandengan memasukkan benda uji hasil pemadatan Marshall ke dalam alat abrasi Los Angeles, dan diputar sebanyak 300 putaran dengan kecepatan 30 – 33 rpm tanpa bola baja. *Cantabro Abrasion Loss* (CAL) dihitung dengan membandingkan berat benda uji semula dengan berat sisa setelah diadakan pengujian. Spesifikasi yang disyaratkan untuk nilai CAL maksimum 16%. Kehilangan berat dapat dihitung dengan Persamaan (3), (Woodside, 1997):

$$CAL = \frac{m1-m2}{m1} \times 100\% \tag{3}$$

Diumana CAL = *Cantabro Abrasion Loss* (%), m1 = berat benda uji sebelum diabrasi (gram), m2 = berat benda uji setelah diabrasi (gram).

**Uji Indirect Tensile Strength (ITS)**

Pengujian ini dilakukan pada temperatur stabil, yaitu pada suhu ruang ± 28°C. Peralatan uji yang dipakai adalah satu set alat uji ITS yang dimodifikasi dari alat *Marshall*. Nilai ITS dapat dihitung dengan Persamaan (4):

$$ITS = \frac{2P \max}{\pi \times t \times d} \tag{4}$$

Dimana ITS = *Indirect Tensile Strength* (kg/m<sup>3</sup>), P<sub>max</sub> = beban maksimum terkalibrasi (kg), t = tinggi rata2 sampel (m), d = diameter sampel (m). Campuran yang runtuh pada regangan yang lebih besar, biasanya memiliki ketahanan lebih baik terhadap retak (Suparma, 2001).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

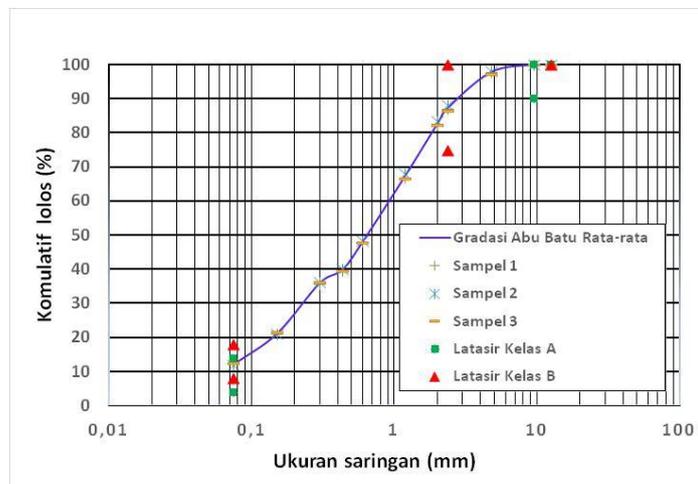
**Gradasi Abu Batu**

Gradasi abu batu disajikan pada Gambar 1, dimana gradasi abu batu memenuhi spesifikasi dari Gradasi Latasir Kelas A dan Latasir Kelas B dan jenis gradasi abu batu yang dipergunakan relatif menerus.

Setelah dilakukan perbandingan antara gradasi abu batu dan gradasi latasir kelas A dan latasir kelas B, maka dapat disimpulkan bahwa gradasi abu batu dapat memenuhi spesifikasi dari gradasi latasir kelas A dan latasir kelas B. Selain itu jenis gradasi abu batu yang didapatkan sesuai dengan grafik pada Gambar 1 yaitu gradasi menerus.

**Hasil Ujian Abu Batu**

Hasil uji abu batu disajikan pada Tabel 2 dimana dari pengujian agregat kasar, agregat haus, dan *filler* semua telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.



Gambar 1. Perbandingan gradasi latasir kelas a dan latasir kelas b dengan sampel abu batu

Tabel 2. Hasil pengujian agregat abu batu

Jenis Pengujian		Satuan	Hasil	Spesifikasi
<b>Agregat Kasar</b>				
Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar	Bulk	-	2,526	-
	SSD	-	2,568	-
	Apparent	-	2,638	-
	Penyerapan	%	1,677	Maksimum 3 %
<b>Agregat Halus</b>				
Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus	Bulk	-	2,540	-
	SSD	-	2,556	-
	Apparent	-	2,581	-
	Penyerapan	%	0,624	Maksimum 3 %
Angularitas		%	46,398	Minimum 45%.
Sand Equivalent		%	85,429	Minimum 60%.
<b>Filler</b>				
Berat jenis filler		-	2,440	-

Tabel 3. Nilai Karakteristik campuran abu batu pada variasi kadar aspal

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spek. Campuran
	7	7,5	8	8,5	9	
Stabilitas (kg)	2588,32	2686,82	2960,43	2807,21	2510,70	Min. 200
Flow (mm)	2,71	2,79	2,96	3,13	3,56	2 - 3
MQ (kg/mm)	968,76	968,20	1012,45	911,49	711,68	Min. 80
VIM (%)	7,986	6,426	5,185	4,368	3,312	3 - 6
VMA (%)	21,714	21,332	21,233	21,495	21,567	Min. 20
VFB (%)	63,258	69,898	75,587	79,715	84,654	Min. 75

### 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.

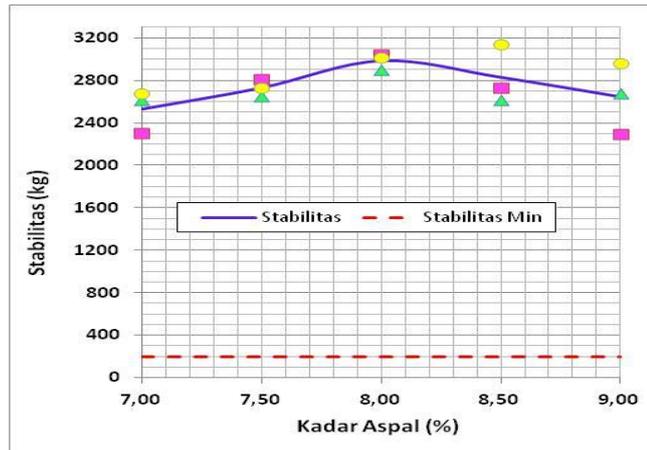
### Karakteristik Campuran Aspal Panas dengan Agregat Abu Batu Pada Variasi Kadar Aspal

Hasil pengujian Marshall menunjukkan data berupa nilai stabilitas dan *flow*. Untuk mendapatkan nilai stabilitas sesungguhnya, maka pembacaan nilai stabilitas harus diberi faktor kalibrasi dan koreksi terhadap benda uji. Nilai VIM, VMA, VFB, *Marshall Quotient* serta karakteristik campuran lainnya didapat dari hasil perhitungan. Rangkumannya disajikan pada Tabel 3.

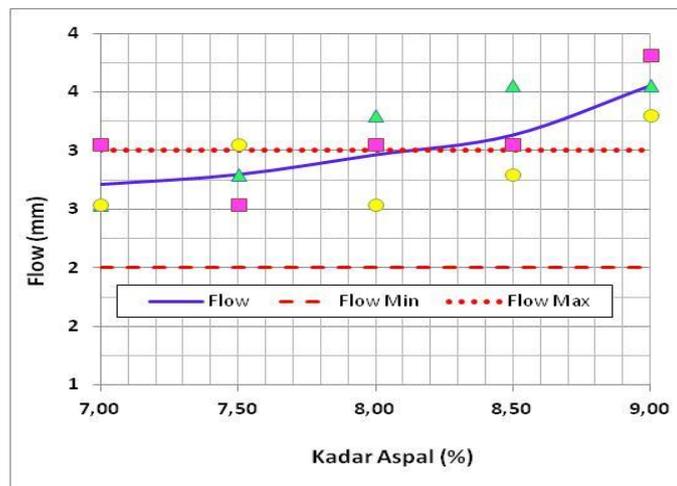
Dari tabel diatas terlihat pada karakteristik *flow* dan VIM tidak semua variasi kadar aspalnya dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

### Hubungan Kadar Aspal Dengan Beberapa Sifat Marshall

Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas ini disajikan pada Gambar 2. Nilai stabilitas meningkat dari kadar aspal 7%; sampai 8%, kemudian menurun dari kadar aspal 8,5% sampai 9%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar aspal yang rendah menghasilkan pemadatan yang kurang padat karena material bersifat masih kaku saat dipadatkan sehingga sifat saling menguncinya kurang, pada kadar aspal mendekati kadar aspal optimum, stabilitas semakin tinggi hingga mencapai maksimum karena campuran semakin padat dimana sifat saling kunci agregat semakin baik. Nilai stabilitas campuran menurun akibat penambahan kadar aspal 8,5% dan 9%; ini disebabkan karena kandungan aspal terlalu tinggi sehingga aspal tidak efektif lagi menyelimuti agregat. Semakin tebal selimut aspal, sifat saling kunci antar agregat menjadi semakin berkurang dan campuran menjadi semakin plastis.



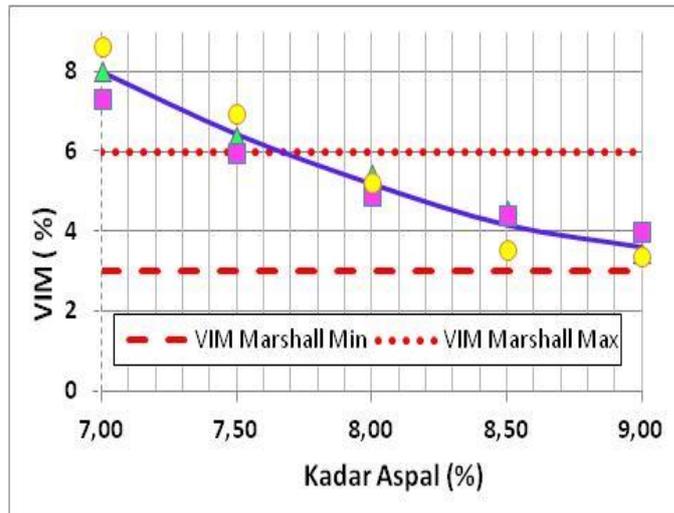
Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas rata-rata



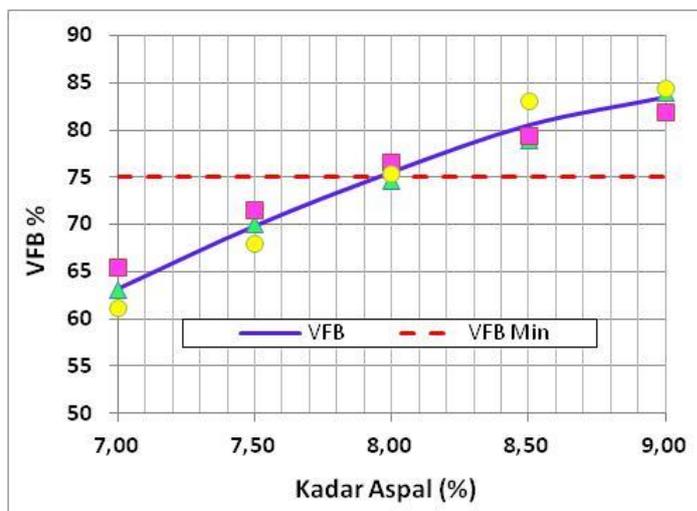
Gambar 3. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *flow* rata-rata

Untuk hubungan Kadar Aspal dengan *Flow* disajikan pada Gambar 3 dimana nilai *flow* yang diperoleh meningkat sesuai dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini terjadi karena rongga udara dalam campuran yang terisi aspal semakin banyak sehingga ruang udara dalam campuran semakin kecil. Dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, waktu kelelehannya bertambah panjang sehingga pada saat diberikan beban akan lebih mampu mengikuti perubahan bentuk akibat pembebanan karena sifat campuran yang menjadi semakin plastis.

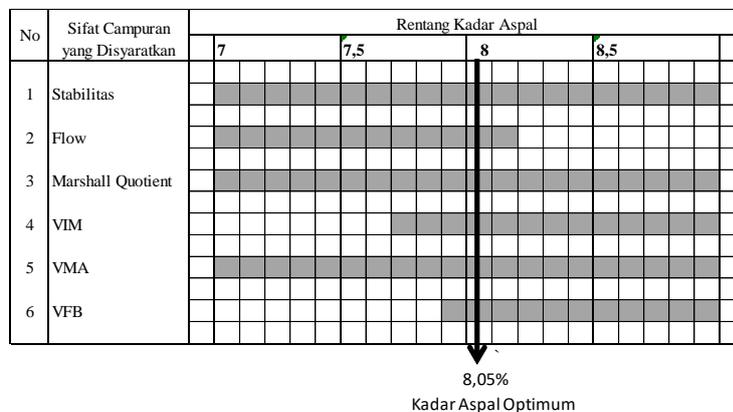
Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Udara Dalam Campuran (VIM) diperlihatkan pada Gambar 4 dimana bertambahnya kadar aspal, nilai VIM semakin menurun, hal ini disebabkan karena rongga – rongga udara dalam campuran terisi oleh aspal secara keseluruhan. Nilai VIM *marshall* standar yang memenuhi spesifikasi dalam Bina Marga adalah nilai VIM dengan kadar aspal 7,7% sampai 9%.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VIM rata-rata



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFB rata-rata



Gambar 6. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hubungan Kadar Aspal dan Rongga Udara Terisi Aspal (VFB), disajikan pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa nilai VFB semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar aspal. Ini berarti semakin meningkatnya kadar aspal maka semakin terisinya rongga campuran, sehingga semakin meningkatnya keawetan dan kekedapan campuran.

Sifat *Marshall* lain tidak disajikan karena sudah memenuhi syarat dan sudah dirangkum pada Gambar 6.

### Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum dengan cara Bina Marga diperoleh 8,05%, ditentukan dengan menggunakan Metode Bar-chart seperti pada Gambar 6. Secara teori nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi syarat dengan persyaratan nilai Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient*, VIM, VMA, dan VFB.

### Karakteristik Campuran Aspal Panas dengan Abu Batu Pada Kadar Aspal Optimum

Sifat-sifat ini disajikan pada Tabel 4. Dari hasil karakteristik campuran aspal panas dengan agregat abu batu diatas, sebagian besar telah memenuhi spesifikasi Bina Marga. Terdapat satu karakteristik campuran yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu karakteristik *flow*. Campuran aspal panas dengan agregat abu batu memiliki nilai stabilitas yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran CAED (Sepdyani, 2017) yang memiliki nilai stabilitas sebesar 1053 kg, dan campuran panas *asphalt trade binder* (Putra, 2015) yang memiliki nilai stabilitas sebesar

1522,3 kg. Tahir dkk. (2020) juga meneliti Latasir dan memperoleh nilai stabilitas 1023,4 kg yang mendapat nilai stabilitas jauh lebih tinggi dari spesifikasi  $\geq 200$  kg. Demikian juga Trisianto (2011) memperoleh nilai stabilitas 815, 4 kg. Dari segi kekuatan Latasir bisa dilalui lalu lintas yg lebih berat yaitu lalu lintas tingkat sedang.

Dengan nilai stabilitas yang cukup tinggi bahkan dapat melampaui 800 kg, hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal panas dengan agregat abu batu dapat digunakan untuk lalu lintas berat

### Nilai Stabilitas Sisa Pada Kadar Aspal Optimum

Stabilitas Marshall rata-rata campuran aspal panas dengan agregat abu batu pada rendaman 30 menit (60°C) sebesar 2871,76 kg, sedangkan hasil stabilitas marshall pada rendaman 24 jam (60°C) sebesar 2766,83 kg. Maka stabilitas sisa pada kadar aspal optimum yaitu =  $(2766,83/2871,76) \times 100 \% = 96,34 \% > 90 \%$ .

### Nilai Uji *Cantabro* Pada Kadar Aspal Optimum

Pengujian ini dilakukan dalam kondisi normal tanpa rendaman. *Cantabro Abrasion Loss (CAL)* dihitung dengan membandingkan berat benda uji semula dengan berat sisa setelah diadakan pengujian. Spesifikasi yang disyaratkan untuk nilai *CAL* maksimum 16 % (Hamzah et al, 2010). Uji *Cantabro* yang telah dilakukan mendapatkan hasil 1,39% < 16% (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal panas dengan agregat abu batu cukup mampu mempertahankan ikatan dari efek benturan.

Tabel 4. Karakteristik campuran aspal panas dan abu batu pada kadar aspal optimum 8,05%

No	Karakteristik Campuran	Nilai Hasil	Spesifikasi Bina Marga
1.	Stabilitas	2871,76 kg	Minimum 200 kg
2.	<i>Flow</i>	3,30 mm	2 - 3 mm
3.	<i>Marshall Quotient</i>	880,55 kg/mm	Minimum 80 kg/mm
4.	VIM	4,858%	3 – 6 %
6.	VMA	21,055%	Minimum 20%
7.	VFB	76,982%	Minimum 75%

Tabel 5. Perbandingan Uji *Cantabro*

No	Jenis Campuran	Nilai CAL (%)
1	Campuran Aspal Panas dengan Agregat Abu Batu	1,39%
2	Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Penetrasi (Putra, 2016)	17,90%
3	Campuran Latasir dengan Agregat Bekas Bongkaran Beton & Batu Tabas (Nugraha, 2017)	7,42%

Tabel 6. Perbandingan Uji ITS (Indirect Tensile Strength Test)

No	Jenis Campuran	Nilai ITS (kPa)
1	Campuran Aspal Panas dengan Agregat Abu Batu	1018,25 kPa
2	Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Penetrasi (Putra, 2016)	158,88 kPa
3	Campuran Latasir dengan Agregat Bekas Bongkaran Beton & Batu Tabas (Nugraha, 2017)	765,31 kPa

Setelah dilakukan perbandingan hasil uji *cantabro* antara campuran aspal porus, campuran latasir dengan agregat bekas bongkaran beton & batu tabas, dan campuran aspal panas dengan abu batu, maka dapat disimpulkan bahwa campuran abu batu menghasilkan nilai terendah di bandingkan campuran aspal porus dan campuran latasir, hal tersebut di karenakan campuran abu batu memiliki kadar aspal yang cukup tinggi sehingga kelekatan aspal dengan agregatnya cukup bagus.

**Nilai Uji ITS Pada Kadar Aspal Optimum**

Pengujian ITS (*Indirect Tensile Strength Test*) dimaksudkan untuk mendapatkan nilai kuat tarik tidak langsung. Sifat uji ini adalah untuk mengevaluasi kekuatan tarik (*tensile strength*) yang sering dipakai untuk mengevaluasi ketahanan terhadap air (*water susceptibility*) dari campuran aspal. Nilai ITS tidak memiliki spesifikasi. Hasil uji ITS yang telah dilakukan mendapatkan hasil 1018,25 kPa (Tabel 6).

Setelah dilakukan perbandingan hasil uji ITS antara campuran aspal porus, campuran latasir dengan agregat bekas bongkaran beton & batu tabas, dan campuran aspal panas dengan abu batu, maka dapat disimpulkan bahwa nilai ITS campuran aspal panas dengan abu batu jauh lebih besar dibandingkan campuran aspal porus dan campuran latasir. Hal itu menandakan pada campuran aspal panas dengan abu batu memiliki kemampuan untuk menahan ketahanan terhadap tarik yang lebih kuat dari kedua campuran lainnya.

**KESIMPULAN**

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan analisa saringan didapatkan hasil gradasi abu batu berada diantara gradasi Latasir kelas A dan Latasir kelas B, yang mana jenis gradasi yang didapatkan berupa gradasi menerus. Adapun prosentase gradasi abu batu yang diperoleh pada penelitian ini antara lain: Agregat Kasar = 2,16%; Agregat Halus = 85,54%; *Filler* = 12,29%.
2. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran aspal panas dengan agregat abu batu adalah 8,05%. Adapun karakteristik campuran pada kadar aspal optimum antara lain: nilai stabilitas diperoleh 2871,76 kg (spec  $\geq$  200 kg), nilai *flow* diperoleh 3,30 mm (spec 2-3 mm), nilai *marshall quotient* diperoleh 880,55 kg/mm (spec  $\geq$  80 kg/mm), nilai VIM diperoleh 4,858%, (spec 3-6 %), nilai VMA diperoleh 21,055% (spec  $\geq$  20%), nilai VFB diperoleh 76,982%(spec  $\geq$  75%), nilai stabilitas sisa diperoleh 96,346 kg (spec  $\geq$  90 kg). Dapat disimpulkan bahwa pada campuran aspal panas dengan agregat abu batu ini memiliki nilai stabilitas yang cukup tinggi bahkan dapat melebihi 800 kg, hal ini berarti campuran tersebut mampu digunakan untuk lalu lintas berat.
3. Campuran aspal panas dengan agregat abu batu mendapatkan nilai *Cantabro* sebesar 1,39% (spesifikasi maks. 16%) dan nilai ITS (*Indirect Tensile Strength*) didapatkan hasil sebesar 1018,25 kPa. Apabila dibandingkan dengan campuran aspal porus dan campuran latasir, nilai *Cantabro* campuran abu batu memiliki nilai yang lebih kecil dari kedua campuran lainnya yang menandakan bahwa campuran abu

batu memiliki kelekatan terhadap agregat yang lebih baik. Sedangkan nilai ITS campuran abu batu lebih besar dari campuran aspal porus dan campuran latasir, hal tersebut menandakan bahwa campuran abu batu memiliki kemampuan untuk menahan ketahanan terhadap air yang lebih kuat dari kedua campuran lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). 2018. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir)*. Jakarta.
- Hamzah, M. O., Hasan, M. R. M., Che Wan, C. N., dan Abdullah, N. H., A. 2010. *Comparative Study on Performance of Malaysian Porous Asphalt Mixes Incorporating Conventional and Modified Binder*. Journal of Applied Sciences 10(20), pp 2403-2410, 2010.
- Kementerian PUPR. 2018. *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*.
- Nugraha, K. K. 2017. *Analisis Karakteristik Campuran Latasir Dengan Menggunakan Agregat Bekas Bongkaran Beton dan Batu Tabas*. Tugas Akhir Program Sarjana Universitas Udayana, Bali.
- Putra, A. 2015. *Perbandingan Filler Pasir Laut dengan Abu Batu pada Campuran Panas Asphalt Trade Binder untuk Perkerasan Lentur dengan Lalu Lintas Tinggi*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam 45 Vol.3 No.2, Bekasi.
- Putra, I. G. A. A. 2016. *Studi Sifat – Sifat Aspal Porus Menggunakan Aspal Penetrasi*. Tugas Akhir Program Sarjana Universitas Udayana, Bali.
- Sepdyani, N. P. A. S. 2017. *Studi Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin Dengan Agregat Berupa Abu Batu Untuk Perkerasan Jalan Dengan Lalu Lintas Rendah*. Tugas Akhir Program Sarjana Universitas Udayana, Bali
- Suparma, L.B. 2001. *The Use of Recycled Waste Plastics in Bituminous Composites*. Thesis submitted to the University of Leeds for the degree of Doctor of Philosophy.
- Tahir, S., Haris, dan Sulfiati. 2020. *Perencanaan Campuran Latasir (Sand Sheet) Menggunakan Pasir dan Abu Batu*. Ex. PT. Dwi Permata Quarry. Jurnal Teknik Sipil Siimo Engineering, Volume 1 Edisi 4 2020. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palu.  
<https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/SiimoEngineering/article/view/1107>, diakses 4-8-2020.
- Trisianto, A.B. 2011. *Pengaruh Penambahan Limbah Karet Ban Luar terhadap Karakteristik Marshall pada Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) Kelas B*. E-jurnal Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang, Media Teknik Sipil, Volume 9, Nomor 2, Agustus 2011: 107 - 115  
<http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/viewFile/1194/3148> , diakses 4-8-2020.
- Woodside, A.R. 1997. *Use The Cantabro Test For Rapidly Predict The Performance of Bituminous Materials*. Proc 2nd European Symposium. Leeds: University of Leeds.