

Turnitin

by Turnitin

Submission date: 20-Jul-2024 06:18AM (UTC+0100)

Submission ID: 237686732

File name: D6Z0S4SiKh3oEOyQ7k4P.pdf (504.75K)

Word count: 4742

Character count: 23104

Analisis Kelayakan Abu Batu Lava Sebagai Bahan Pengganti Filler Pada Campuran Aspal

Sutan Alayubi^{1*}, Rizky Franchitika²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia 20216

*penulis koresponden: alayubisutan@gmail.com

Diterima: xx xxxx xxxx; Disetujui: xx xxxx xxxx

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penggunaan batu lava sebagai bahan filler dalam campuran aspal. Erupsi Gunung Sinabung di Tanah Karo, Sumatera Utara, pada tahun 2021 menghasilkan material vulkanik batu lava. Penelitian ini menggunakan batu lava sebagai bahan filler alternatif dalam campuran aspal. Permasalahan penelitian terfokus pada kemampuan batu lava sebagai filler dalam meningkatkan karakteristik campuran aspal serta pengaruh variasi persentase filler terhadap karakteristik Marshall. Dalam penelitian ini, dilakukan serangkaian pengujian terhadap campuran aspal dengan variasi persentase filler batu lava (0%, 20%, 40%, 80%, dan 100%) dengan variasi kadar aspal 5% dan 6% terhadap karakteristik Marshall. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan batu lava sebagai filler telah memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa persentase filler batu lava dan kadar aspal berpengaruh signifikan terhadap nilai karakteristik Marshall, seperti Stability, Marshall Quotient (MQ), Void in the Mix (VIM), Void in the Mineral Agregate (VMA), Bulk Density, dan Void Filled with Asphalt (VFA). Nilai Stability dan Marshall Quotient meningkat seiring dengan peningkatan persentase filler batu lava, sedangkan nilai Void in the Mix, Void in the Mineral Agregate, Bulk Density, dan Void Filled with Asphalt mengalami fluktuasi tertentu. Meskipun demikian, penggunaan filler batu lava memberikan dampak positif terhadap karakteristik campuran aspal. Selain itu, terdapat penurunan dalam nilai Flow pada kadar aspal 5%, seiring dengan peningkatan persentase filler batu lava, dan terdapat kenaikan nilai Flow pada kadar aspal 6%, seiring dengan peningkatan persentase filler batu lava.

Kata Kunci: Filler, Marshall Test, Batu lava.

Abstract

This research aims to evaluate the potential use of lava stone as a filler material in asphalt mixtures. The eruption of Mount Sinabung in Tanah Karo, North Sumatra, in 2021 resulted in volcanic material such as lava stone. This study utilizes lava stone as an alternative filler material in asphalt mixtures. The research focuses on the ability of lava stone as a filler to enhance asphalt mixture characteristics and the influence of varying filler percentages on Marshall characteristics. The study conducted a series of tests on asphalt mixtures with varying percentages of lava stone filler (0%, 20%, 40%, 80%, and 100%) with asphalt binder contents of 5% and 6% to assess Marshall characteristics. The test results indicate that the use of lava stone as a filler meets the requirements for Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixtures. The research also shows that the percentage of lava stone filler and asphalt content significantly affect Marshall characteristic values such as Stability, Marshall Quotient (MQ), Void in the Mix (VIM), Void in the Mineral Aggregate (VMA), Bulk Density, and Void Filled with Asphalt (VFA). Stability and Marshall Quotient values increase with higher percentages of lava stone filler, while values for Void in the Mix, Void in the Mineral Aggregate, Bulk Density, and Void Filled with Asphalt show some fluctuations. Nevertheless, the use of lava stone filler has a positive impact on asphalt mixture characteristics. Additionally, there is a decrease in Flow values at 5% asphalt content with increasing lava stone filler percentage, whereas there is an increase in Flow values at 6% asphalt content with increasing lava stone filler percentage.

Keywords: Filler, Marshall Test, Lava Rock.

55

56 1. Pendahuluan

57 Gunung Sinabung atau Deleng Sinabung merupakan gunung api di daerah dataran tinggi
58 Karo, Kabupaten Karo, Sumatera Utara, Indonesia. Gunung Sinabung ini terakhir meletus
59 pada tahun 1600 yang lalu. Gunung sinabung kembali aktif pada tahun 2010 (Febriaty,
60 2015). Erupsi pada tahun 2010 terus berlangsung hingga terakhir terjadinya erupsi pada
61 tahun 2021. Aktivitas vulkanik Gunung Sinabung menyebabkan terjadinya erupsi beberapa
62 tahun silam di daerah Tanah Karo Sumatera Utara. Gunung Sinabung tidak hanya
63 memuntahkan abu vulkanik saja, tetapi juga memuntahkan lahar dingin. Dari erupsi tersebut
64 menyebabkan banyak menimbulkan kerugian infrastruktur, gangguan kesehatan, sektor
65 pertanian dan juga peternakan. Selain itu, erupsi Gunung Sinabung mengakibatkan
66 banyaknya terjadi tumpahan material di sekitar daerah kaki Gunung Sinabung baik dari abu
67 hingga bebatuan vulkanik.

68 Dalam hal ini dilakukan penelitian dengan memanfaatkan tumpahan material yang tersisa
69 akibat erupsi Gunung Sinabung. Material yang digunakan adalah batu lava, mana batu
70 lava ini dimanfaatkan sebagai bahan pengganti atau biasa disebut sebagai *filler*. Menurut
71 Hardiyatmo (2010), bahan pengisi (*filler*) merupakan material berbutir halus yang lolos
72 saringan No.200 (0,075 mm), dapat terdiri dari debu batu, kapur, lam, semen Portland,
73 atau bahan-bahan non plastis lainnya. *Filler* sendiri merupakan salah satu bahan yang
74 berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga dari suatu campuran beraspal. Selain itu, *filler* juga
75 berfungsi sebagai media untuk mengisi rongga-rongga dalam campuran aspal agar
76 memenuhi *void* yang diinginkan (Syahputra, 2019). Dari *filler* abu batu lava ini diharapkan
77 dapat menghasilkan kombinasi yang baik antara agregat kasar, agregat halus, aspal dan
78 *filler* yang nantinya akan mendapatkan lapisan struktur yang lentur dan dapat mendukung
79 beban lalu lintas dengan baik tanpa mengalami deformasi atau kehancuran yang berarti
80 dalam jangka waktu tertentu. Campuran aspal panas agregat terdiri dari agregat kasar,
81 agregat halus, dan *filler* yang dicampur dengan bitumen dalam jumlah tertentu dengan
82 perbandingan yang seimbang pada kondisi panas tertentu dengan alat *Asphalt Mixing Plant*.
83 Campuran panas dipengaruhi oleh sifat-sifat aspal dan sifat campuran padat material
84 (Nofrianto dkk., 2021).

85 Perkembangan lalu lintas dalam beberapa tahun terakhir semakin padat ditambah dengan
86 iklim yang tidak menentu maka akan mempengaruhi kualitas jalan. Sehingga tidak jarang
87 ditemui kerusakan pada jalan disebabkan dari beban muatan dan iklim. Lapisan
88 perkerasan jalan mengalami dua pembebanan yaitu beban tekan dan beban tarik. Pada
89 keadaan di lapangan, beban tekan sering memicu perubahan struktur atau dikenal dengan
90 istilah deformasi, seperti struktur jalan bergelombang (*bleeding*). Untuk meminimalisir
91 kerusakan tersebut maka dibutuhkan eskalasi kualitas dan stabilitas jenis material (Ayuddin
92 & Rauf, 2022).

93 Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dicoba untuk memanfaatkan batu lava yang
94 tersisa akibat erupsi Gunung Sinabung sebagai bahan pengganti *filler* abu batu dalam
95 perkerasan *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* dengan dilakukan pengujian
96 menggunakan metode *Marshall test*.

97 2. Metodologi

98 2.1. Lokasi Penelitian

99 Lokasi pengambilan sampel batu lava berada di kaki Gunung Sinabung, daerah dataran
100 tinggi Karo, Kabupaten Karo, Sumatera Utara (Gambar 1). Penelitian ini dilaksanakan di
101 laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara.

102 Di laboratorium ini dilakukan penelitian pemeriksaan agregat, analisa saringan, berat jenis
 103 dan untuk pengujian marshall dilakukan pengujian di PT. Batara Cipta Sarana.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel batu lava.

106 **2.2. Tahapan Penelitian**

107 **2.2.1. Pengujian Karakteristik Agregat**

108 Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan kualitas agregat, di mana kualitas
 109 agregat sangat menentukan kemampuan agregat dalam menahan beban lalu lintas.
 110 Sebelum agregat dijadikan sebagai bahan perkerasan jalan, perlu adanya serangkaian
 111 pengujian untuk melihat sifat dan kualitas dari agregat tersebut. Adapun standar yang di
 112 jadikan acuan dalam pengujian karakteristik agregat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar spesifikasi.

Jenis Agregat	Nama Pengujian	Standar
Agregat Halus	Berat Jenis Bulk	SNI 1970:2016 (Badan Standar Nasional, 2016a)
	Berat Jenis Semu	SNI 1970:2016 (Badan Standar Nasional, 2016a)
	Berat Jenis Jenuh	SNI 1970:2016 (Badan Standar Nasional, 2016a)
	Penyerapan Air	SNI 1970:2016 (Badan Standar Nasional, 2016a)
Agregat Kasar	Analisa Saringan	SNI ASTM C 136:2012 (Badan Standardisasi Nasional, 2012)
	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2016 (Badan Standar Nasional, 2016b)
	Berat Jenis Semu	SNI 1969:2016 (Badan Standar Nasional, 2016b)
	Berat Jenis Jenuh	SNI 1969:2016 (Badan Standar Nasional, 2016b)
	Penyerapan Air	SNI 1969:2016 (Badan Standar Nasional, 2016b)
	Keausan Agregat	SNI 2417:2008 (Badan Standardisasi Nasional, 2008)
	Analisa Saringan	SNI ASTM C 136:2012 (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

114 **2.2.2. Pengujian dengan Marshall Test**

116 Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan (flow).
 117 Adapun standar yang dijadikan acuan dalam pengujian Marshall test dapat dilihat pada
 118 Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan perbidang	-	75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.		0,6	
	Maks.		1,2	
Rongga dalam campuran (%)	Min.		3,0	
	Maks.		5,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65	65	65

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		
	Maks.	4		
Marshall <i>Quotient</i> (kg/mm)	Min.	250		300
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman 24 jam. 60°C	Min.		90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (<i>Refusal</i>)	Min.		2	

120

121 2.2.3. Jumlah Benda Uji

122 4 ptal dari jumlah benda uji yang akan dibuat dari masing-masing variasi adalah 2 buah
123 benda uji, dapat dilihat pada Tabel 3.

124

Tabel 3. Jumlah benda uji.

No.	Kadar Aspal	Campuran Filler	Keterangan	Jumlah
1.	5 %	Abu batu, abu batu lava	0 %, 20 %, 40 %, 80 %, dan 100 %	10
2.	6 %	Abu batu, abu batu lava	0 %, 20 %, 40 %, 80 %, dan 100 %	10
			Jumlah benda uji	20

125

126 3. Hasil dan Pembahasan

127 3.1. Pengujian Material Agregat

128 Data hasil dari pengujian agregat yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.

129

Tabel 4. Hasil pengujian material agregat halus dan kasar.

Jenis Agregat	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Agregat Halus	Berat Jenis Bulk	2,5 %	Min 2,5 %
	Berat Jenis Semu	2,7 %	Min 2,5 %
	Berat Jenis Jenuh	2,57 %	Min 2,5 %
	Penyerapan Air	2,61 %	Maks 3 %
	Analisa Saringan	-	-
Agregat Kasar	Berat Jenis Bulk	3,95 %	Min 2,5 %
	Berat Jenis Semu	4,38 %	Min 2,5 %
	Berat Jenis Jenuh	4,05 %	Min 2,5 %
	Penyerapan Air	2,81 %	Maks 3 %
	Keausan Agregat	18,8 %	Maks 40 %
	Analisa Saringan	-	-

130

131 3.2. Hasil Pengujian dengan Marshall

132 Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari penggunaan
133 filler batu lava. Pengujian ini menggunakan batu lava sebagai bahan filler. Untuk kadar aspal
134 yang digunakan antara lain 5% dan 6%, dan untuk variasi filler yang digunakan adalah 0%,
135 20%, 40%, 80%, dan 100%. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

136

Tabel 5. Hasil pengujian Marshall pada kadar aspal 5%.

Pengujian	0%	20%	40%	80%	100%	Spesifikasi
Bulk Density	2,197	2,193	2,200	2,195	2,184	- gr/cc
Stability	866	913	991	1.036	1.069	min. 800 kg
VIM	4,82	5,00	4,69	4,93	5,42	3,0 - 5,0 %

137	VFA	70,88	70,11	71,48	70,39	68,31	min 65	%
	VMA	16,57	16,72	16,45	16,66	17,08	min 15	gr/cc
	Flow	3,45	3,00	2,50	2,30	2,00	min 2 - 4	mm
	MQ	251	304	396	451	535	min 250	kg/mm

138

139

41
Tabel 6. Hasil pengujian Marshall pada kadar aspal 6%.

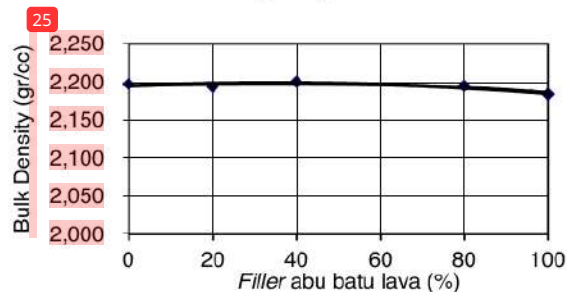
Pengujian	0%	20%	40%	80%	100%	Spesifikasi	
Bulk Density	2,188	2,248	2,209	2,204	2,203	-	gr/cc
Stability	874	1.100	1.295	1.202	835	Min. 800	kg
VIM	3,99	1,36	3,04	3,26	3,32	3 - 5,0	%
VFA	77,61	91,26	82,10	81,04	80,72	min 65	%
VMA	17,80	15,56	17,00	17,18	17,24	min 15	gr/cc
Flow	2,00	2,50	2,50	2,50	3,00	min 2 - 4	mm
MQ	437	440	518	481	278	min 250	kg/mm

140

141 3.3. Analisa Kadar Filler terhadap Karakteristik Marshall

142 3.3.1. Bulk Density

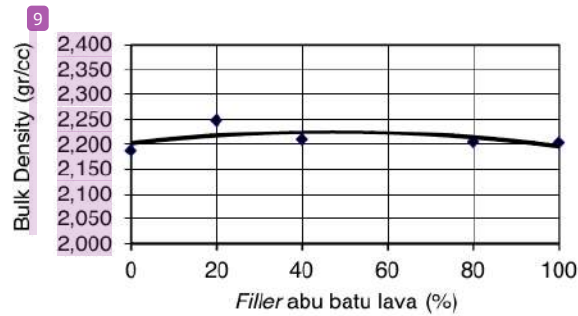
143 Hasil analisa perhitungan *bulk density* yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.
 144 Penggunaan 80 % dan 100 % *filler* abu batu lava mengakibatkan terjadinya penurunan grafik
 145 *bulk density*, walaupun terjadi penurunan grafik, tetapi nilai *bulk density* masih dianggap
 146 memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).
 147 Nilai *bulk density* yang didapatkan pada hasil pengujian Marshall pada kadar aspal 5 % dan
 148 pada variasi kadar *filler* 0 % abu batu lava adalah 2,197 gr/cc, 20 % abu batu lava adalah
 149 2,193 gr/cc, 40 % abu batu lava adalah 2,200 gr/cc, 80 % abu batu lava adalah 2,195 gr/cc,
 150 dan 100 % abu batu lava adalah sebesar 2,184 gr/cc.



151

Gambar 2. Grafik Bulk Density pada variasi filler dengan kadar aspal 5 %.

152 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 3, terjadi kenaikan *bulk density* mulai
 153 dari variasi 0 % kadar *filler* sampai dengan 20% kadar *filler* abu batu lava. Pada variasi 40%
 154 hingga 100 % kadar *filler* abu batu lava mengalami penurunan grafik *bulk density*. Walaupun
 155 terjadi penurunan grafik, tetapi nilai *bulk density* masih dianggap memenuhi persyaratan
 156 Spesifikasi Bina Marga 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Nilai *bulk density* yang
 157 didapatkan dalam uji Marshall dengan kadar aspal 6 % dan pada variasi kadar *filler* abu batu
 158 lava 0 % ialah 2,188 gr/cc, 20 % abu batu lava ialah 2,248 gr/cc, 2,209 gr/cc untuk kadar 40
 159 % abu batu lava, 2,204 gr/cc untuk kadar 80 % abu batu lava, dan sebesar 2,203 gr/cc jika
 160 kadar *filler* abu batu lava sebanyak 100 %.



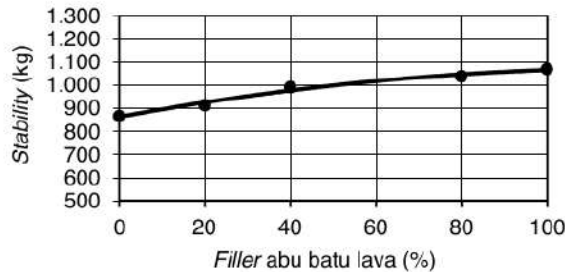
161

162

Gambar 3. Grafik bulk density pada variasi filler dengan kadar aspal 6%.

163 **3.3.2. Stability**

164 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 4, pada campuran 0 % kadar filler abu
 165 batu lava hingga 100 % kadar filler abu batu lava mengalami kenaikan grafik stability yang
 166 cukup signifikan. Kenaikan grafik ini memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018
 167 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020), di mana batas minimum yang telah ditetapkan yaitu
 168 800 kg. Nilai stability yang didapatkan pada kadar aspal 5 % dan variasi filler 0 % abu batu
 169 lava sebesar 866 kg, untuk 20 % abu batu lava sebesar 913 kg, untuk 40 % abu batu lava
 170 sebesar 991 kg, untuk 80 % abu batu lava sebesar 1.038 kg, dan untuk 100 % abu batu lava
 171 sebesar 1.069 kg.

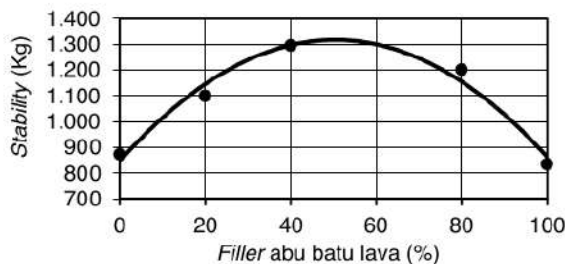


172

173

Gambar 4. Grafik stability pada variasi filler dengan kadar aspal 5 %.

174 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 5, pada campuran 0 % kadar filler
 175 hingga 40 % kadar filler grafik stability mengalami kenaikan. Akan tetapi, pada campuran 80
 176 % hingga 100 % kadar filler abu batu lava mengalami penurunan grafik stability. Penurunan
 177 grafik stability ini masih memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 (Direktorat Jenderal
 178 Bina Marga, 2020) yakni bernilai minimum 800 kg. Nilai stability yang didapatkan pada
 179 pengujian kadar aspal 6 % dengan variasi filler 0 % abu batu lava sebesar 874 kg, 20 % abu
 180 batu lava sebesar 1.100 kg, 40 % abu batu lava sebesar 1.295 kg, 80 % abu batu lava
 181 sebesar 1.202 kg, dan 100 % abu batu lava sebesar 835 kg.



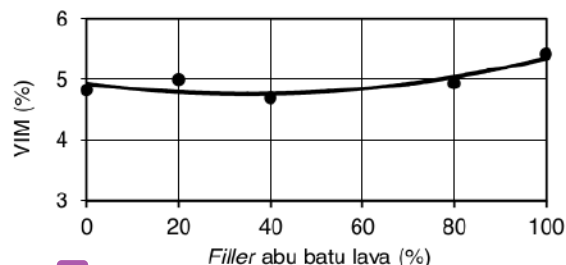
182

183

Gambar 5. Grafik stability pada variasi filler dengan kadar aspal 6 %.

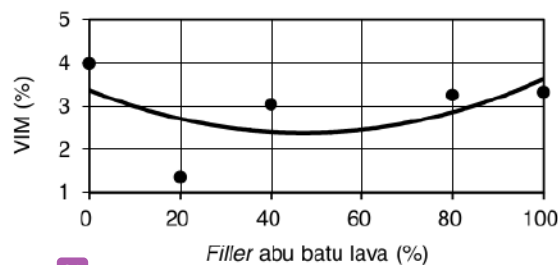
184 ²⁴ **3.3.3. Void in the Mix (VIM)**

185 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 6, terdapat kenaikan pada campuran
186 20 % *filler* abu batu lava dan terjadi penurunan pada campuran 40 %, lalu mengalami
187 kenaikan grafik kembali pada campuran 80% hingga 100 % *filler* abu batu lava pada grafik
188 *Void in the Mix*. Hasil dari nilai grafik pengujian karakteristik Marshall pada *Void in the Mix*
189 pada kadar aspal 5 %, hanya pada campuran 100 % *filler* abu batu lava yang tidak
190 memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020), di mana
191 nilai minimalnya ialah sebesar 3,0 – 5,0 %. Hasil yang didapat dari pengujian di laboratorium
192 pada kadar aspal 5 % dengan variasi *filler* 0% abu batu lava sebesar 4,82 %, 20 % abu batu
193 lava sebesar 5,00 %, 40 % abu batu lava sebesar 4,69 %, 80 % abu batu lava sebesar 4,93
194 %, dan 100 % abu batu lava sebesar 5,42 %.



195 ²¹
196 **Gambar 6. Grafik *Void in the Mix* (VIM) pada variasi *filler* dengan kadar aspal 5%.**

197 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 7, terjadi penurunan dan kenaikan
198 pada grafik *Void in the Mix*. Penurunan grafik terjadi pada campuran 0 % kadar *filler* abu
199 batu lava hingga 20 % kadar *filler* abu batu lava, dan mengalami kenaikan grafik pada
200 campuran 40 % hingga 100 % kadar *filler* abu batu lava, namun untuk hasil dari pengujian
201 karakteristik marshall pada *Void In the Mix* pada kadar aspal 6 % hanya pada campuran 20
202 % *filler* abu batu lava yang tidak sesuai dengan standar persyaratan dalam Spesifikasi Bina
203 Marga 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020), di mana batas persyaratannya yaitu 3
204 % - 5 %. Hasil yang didapat dari pengujian di laboratorium pada variasi 0 % abu batu lava
205 sebesar 3,99 %, 20 % abu batu lava sebesar 1,36%, 40 % abu batu lava sebesar 3,04 %,
206 80% abu batu lava sebesar 3,26 %, dan 100 % abu batu lava sebesar 3,32 %.

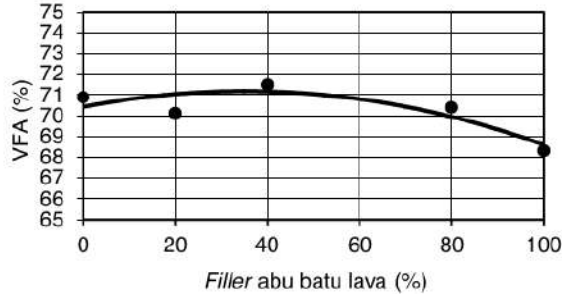


207 ²¹
208 **Gambar 7. Grafik *Void In the Mix* (VIM) pada variasi *filler* dengan kadar aspal 6%.**

209 **3.3.4. Void Filled with Asphalt (VFA)**

210 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 8, terjadi penurunan grafik VFA pada
211 campuran 0 % kadar *filler* abu batu lava sampai dengan 20 % *filler* abu batu lava, dan
212 mengalami kenaikan grafik VFA pada variasi 40 % kadar *filler* abu batu lava, dan mengalami
213 penurunan ³⁶grafik kembali hingga pada penggunaan 100 % *filler* abu batu lava. Penurunan
214 grafik ini masih memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan
215 minimal 65 % (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Hasil pengujian di laboratorium

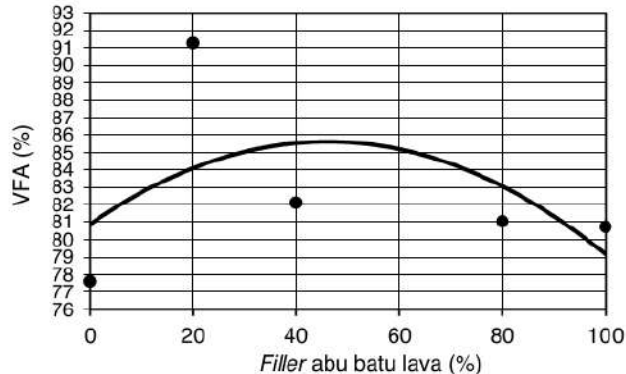
216 didapatkan hasil pada penggunaan 0 % abu batu lava sebesar 70,88 %, 20 % abu batu lava
 217 sebesar 70,11 %, 40 % abu batu lava sebesar 71,48 %, 80 % abu batu lava sebesar 70,39
 218 %, dan 100 % abu batu lava sebesar 68,31 %.



219
 220

Gambar 8. Grafik Void Filled with Asfalt (VFA) pada variasi filler dengan kadar aspal 5%.

221 Sesuai hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 9, terjadi kenaikan pada grafik *Void*
 222 *Filled with Asfalt* (VFA) di mana kenaikan grafik ini terjadi pada variasi 0 % *filler* abu batu
 223 lava hingga pada variasi 20 % *filler* abu batu lava, dan mengalami penurunan grafik pada
 224 variasi 40 % kadar *filler* abu batu lava hingga variasi 100 % *filler* abu batu lava. Penurunan
 225 grafik ini masih sesuai dengan syarat standar Spesifikasi Bina Marga 2018 di mana dengan
 226 minimum nilai ialah 65 % (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Hasil yang didapatkan
 227 pada pengujian di laboratorium pada variasi 0 % abu batu lava sebesar 77,61 %, variasi 20
 228 % abu batu lava sebesar 91,26 %, variasi 40 % abu batu lava sebesar 82,10 %, variasi 80 %
 229 abu batu lava sebesar 81,04 %, dan variasi 100 % abu batu lava sebesar 80,72 %.



230
 231

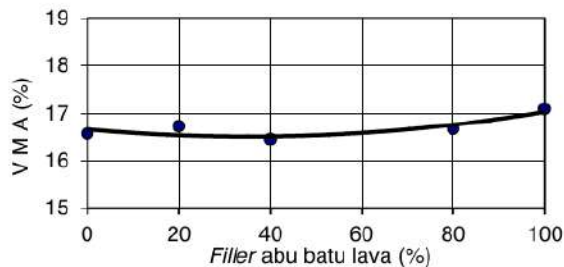
Gambar 9. Grafik Void Filled with Asfalt (VFA) pada variasi filler dengan kadar aspal 5%.

24

232 3.3.5. Void in the Mineral Agregate (VMA)

11

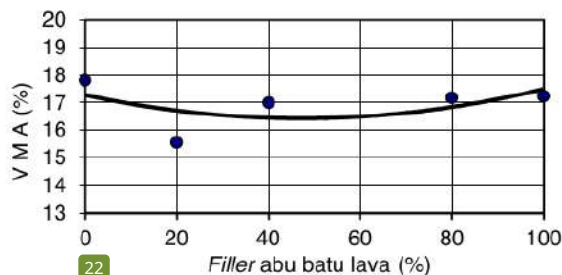
233 Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwasanya terjadi penurunan grafik *Void in the Mineral*
 234 *Agregate* (VMA) di mana pada variasi 0 % kadar *filler* abu batu lava terjadi kenaikan grafik
 235 hingga 20 % abu batu lava, kemudian terjadi penurunan grafik pada penggunaan 40 % abu
 236 batu lava dan pada variasi 80 % *filler* abu batu lava mengalami kenaikan grafik hingga
 237 variasi 100 % *filler* abu batu lava. Namun terjadi kenaikan dan penurunan grafik ini masih



238 ² memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan nilai minimum 15 gr/cc
 239 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Adapun hasil yang didapat pada pengujian di
 240 laboratorium yaitu pada variasi 0 % abu batu lava sebesar 16,57 gr/cc, variasi 20 % abu batu
 241 lava sebesar 16,72 gr/cc, variasi 40 % abu batu lava sebesar 16,45 gr/cc, variasi 80 % abu
 242 batu lava sebesar 16,66 gr/cc, dan variasi 100 % abu batu lava sebesar 17,08 gr/cc.

243 ²² Gambar 10. Grafik *Void in the Mineral Agregate (VMA)* pada variasi *filler* dengan kadar aspal
 244 5%.

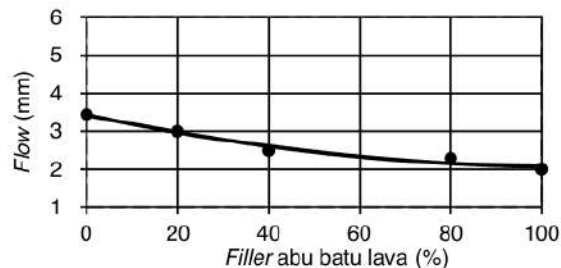
245 Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwasannya terjadi penurunan grafik *Void in the Mineral*
 246 *Agregate (VMA)* mulai dari variasi 0 % *filler* abu batu lava hingga pada variasi campuran 20
 247 % *filler* abu batu lava, dan pada variasi 40 % hingga 100 % *filler* abu batu lava mengalami
 248 kenaikan. Kenaikan dan penurunan grafik VMA ini masih sesuai dengan standar syarat
 249 Spesifikasi Bina Marga 2018 yakni minimal harus bernilai 15 gr/cc (Direktorat Jenderal Bina
 250 Marga, 2020). Hasil pengujian di laboratorium didapatkan pada variasi 0 % abu batu lava
 251 sebesar 17,80 gr/cc, variasi 20 % abu batu lava sebesar 15,56 gr/cc, variasi 40 % abu batu
 252 lava sebesar 17,00 gr/cc, variasi 80 % abu batu lava sebesar 17,18 gr/cc, dan variasi 100 %
 253 abu batu lava sebesar 17,24 gr/cc.



254 ²² Gambar 11. Grafik *Void in the Mineral Agregate (VMA)* pada variasi *filler* dengan kadar aspal
 255 6%.

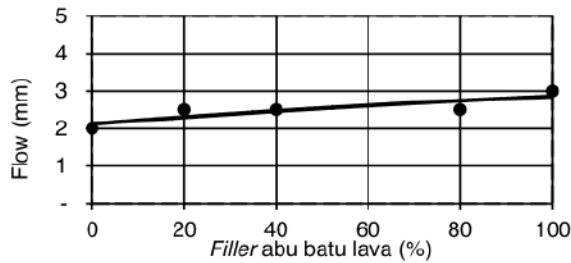
256 3.3.6. Kelelehan (Flow)

257 Sesuai ⁷ hasil pengukuran yang disajikan pada Gambar 12, terjadi penurunan grafik *flow* pada
 258 0 % variasi kadar *filler* abu batu lava hingga 100 % kadar *filler* abu batu lava. Nilai yang
 259 diperoleh melalui hasil uji di laboratorium masih sesuai standar Spesifikasi Bina Marga 2018,



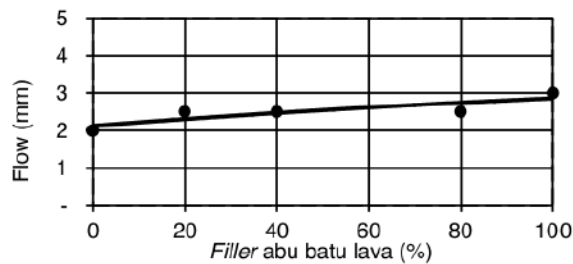
260 yaitu pada penggunaan 0 % *filler* abu batu lava sebesar 3,45 mm. Pada penggunaan 20 %
 261 *filler* abu batu lava diperoleh nilai *flow* sebesar 3,00 mm, 40 % *filler* abu batu lava sebesar
 262 2,50 mm, 80 % *filler* abu batu lava sebesar 2,30 mm, dan 100 % *filler* abu batu lava sebesar
 263 2.00 mm. Batas minimum *flow* adalah 2 mm dan untuk batas maksimum adalah 4 mm
 264 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).

265 Gambar 12. Grafik Kelelehan (*flow*) pada variasi kadar *filler* dengan kadar aspal 5%.



266 Pada

267 Gambar 13 dapat dilihat bahwasannya terjadi kenaikan grafik *flow*, di mana pada variasi 0 %
 268 *filler* mengalami kenaikan grafik hingga pada variasi 100 % abu batu lava. Namun kenaikan
 269 grafik ini masih sesuai dengan standar syarat dalam Spesifikasi Bina Marga 2018, di mana
 270 nilai yang diperoleh pada uji di laboratorium yaitu pada penggunaan 0% abu batu lava
 271 diperoleh nilai *flow* sebesar 2,00 mm, 20 % abu batu lava sebesar 2,50 mm, 40 % *filler* abu
 272 batu lava sebesar 2,50 mm, 80 % abu batu lava sebesar 2,50 mm, dan 100 % batu lava
 273 sebesar 3,00 mm. Sedangkan untuk nilai minimum *flow* yaitu 2,00 mm dan untuk batas nilai
 274 maksimum sebesar 4,00 mm (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).



275

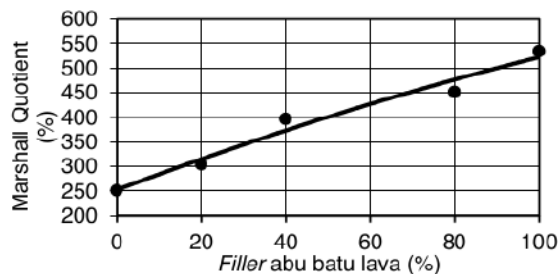
276

Gambar 13. Grafik Kelelehan (*flow*) pada variasi kadar *filler*

6

277 3.3.7. Marshall Quotient (MQ)

278 Pada Gambar 14 dapat dilihat terjadinya kenaikan grafik *Marshall quotient* (MQ) di mana
 279 pada variasi 0 % abu batu lava mengalami kenaikan hingga pada variasi 100 % abu batu
 280 lava. Terjadinya kenaikan grafik ini masih sesuai dengan standar syarat Spesifikasi Bina
 281 Marga 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020), di mana MQ harus bernilai minimal 250
 282 kg/mm sedangkan hasil yang didapat dari pengujian di laboratorium pada variasi 0 % abu
 283 batu lava sebesar 251 kg/mm, variasi 20 % abu batu lava sebesar 304 kg/mm, variasi 40 %
 284 abu batu lava sebesar 396 kg/mm, variasi 80 % abu batu lava sebesar 451 kg/mm, dan
 285 variasi 100 % abu batu lava sebesar 535 kg/mm.



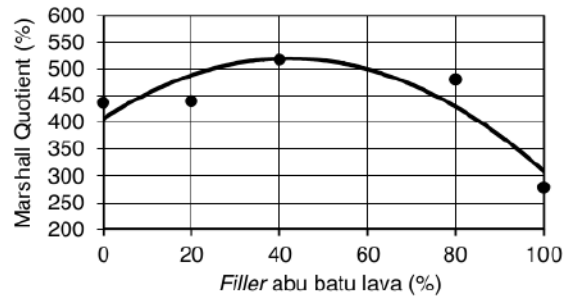
286

287

288

Gambar 14. Grafik Marshall *quotient* pada variasi kadar *filler* dengan kadar aspal 5%.

45
 289 Pada Gambar 15 dapat dilihat bahwa pada variasi 0 % filler abu batu lava mengalami
 290 kenaikan pada grafik hingga pada variasi 40 % filler abu batu lava, namun pada variasi 80 %
 291 hingga dengan 100 % mengalami penurunan grafik MQ. Kenaikan dan penurunan grafik ini
 292 masih memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 (Direktorat Jenderal Bina Marga,
 293 2020), di mana MQ harus bernilai minimal 250 kg/mm sedangkan hasil yang didapat dari
 294 pengujian di laboratorium pada variasi 0 % abu batu lava sebesar 437 kg/mm, pada variasi
 295 20 % abu batu lava sebesar 440 kg/mm, pada variasi 40 % abu batu lava sebesar 518
 296 kg/mm, pada variasi 80 % abu batu lava sebesar 481 kg/mm, dan pada variasi 100 % abu
 297 batu lava sebesar 278 kg/mm.



298 **Gambar 15. Grafik Marshall quotient pada variasi kadar filler dengan kadar aspal 6%.**
 299

300 4. Kesimpulan

301 Setelah dilakukan pengujian filler abu batu lava, maka dari hasil yang didapatkan untuk
 302 penggunaan 32% abu batu lava sebagai filler telah memenuhi syarat untuk di jadikan bahan
 303 pengganti pada campuran AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*). Persentase
 304 pemakaian filler abu batu lava dan juga kadar aspal sangat mempengaruhi pada nilai
 305 karakteristik Marshall itu sendiri. Karakteristik Marshall pada campuran AC-WC terhadap
 306 pengaruh penggunaan variasi filler abu batu lava sebesar 0 %, 20 %, 40 %, 80 %, dan 100
 307 % pada kadar aspal 5 % yaitu semakin besar presentase penggunaan filler abu batu lava,
 308 maka semakin besar nilai *Stability* dan MQ, dengan nilai *stability* pada 0 % abu batu lava
 309 sebesar 866 kg, 20 % abu batu lava sebesar 913 kg, 40 % abu batu lava sebesar 991 kg, 80
 310 % abu batu lava sebesar 1038 kg, dan 100 % abu batu lava sebesar 1069 kg. Karakteristik
 311 Marshall pada campuran AC-WC terhadap pengaruh penggunaan variasi filler abu batu lava
 312 sebesar 0 %, 20 %, 40 %, 80 %, dan 100 % pada kadar aspal 6% yaitu untuk nilai *stability*,
 313 *bulk density*, *stability*, MQ, *flow*, VMA, VFA, serta VIM mengalami kenaikan dan penurunan
 314 grafik di setiap 28% penggunaan variasi filler abu batu lava. Nilai *bulk density* pada variasi 0%
 315 abu batu lava sebesar 2.188 gr/cc, 20 % abu batu lava sebesar 2.248 gr/cc, 40 % abu batu
 316 lava sebesar 2.209 gr/cc, 80 % abu batu lava sebesar 2.204 gr/cc, dan 100 % abu batu lava
 317 sebesar 2.203 gr/cc. Setelah dilakukan analisa pada kedua percobaan tersebut (kadar aspal
 318 5 % dan 6 %), campuran yang paling optimal pada kedua percobaan tersebut terdapat pada
 319 variasi campuran 40 % kadar filler abu batu lava.

320

Turnitin

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	pdffox.com Internet Source	1%
2	ejournal.unidayan.ac.id Internet Source	1%
3	ejurnal.untag-smd.ac.id Internet Source	1%
4	Fadlan Hawari, Lizar Lizar. "ANALISIS PENGARUH PENGGANTIAN FILLER ABU SAWIT FLY ASH DAN BOTTOM ASH TERHADAP KARAKTERISTIK PERKERASAN LENTUR (AC-WC)", Jurnal TeKLA, 2021 Publication	1%
5	www.jurnal.umsb.ac.id Internet Source	1%
6	docplayer.info Internet Source	1%
7	eprints.undip.ac.id Internet Source	1%
8	jurnal.unimed.ac.id Internet Source	1%

1 %

9

repository.umsu.ac.id

Internet Source

1 %

10

repository.unibos.ac.id

Internet Source

1 %

11

repository.its.ac.id

Internet Source

1 %

12

pt.scribd.com

Internet Source

1 %

13

123dok.com

Internet Source

1 %

14

dspace.uui.ac.id

Internet Source

1 %

15

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

16

Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium
Part II

Student Paper

<1 %

17

www.researchgate.net

Internet Source

<1 %

18

Submitted to Universitas Negeri Malang

Student Paper

<1 %

19

ejournal.unsrat.ac.id

Internet Source

<1 %

20

composite.ft.ung.ac.id

Internet Source

<1 %

21

download.garuda.ristekdikti.go.id

Internet Source

<1 %

22

repository.unwira.ac.id

Internet Source

<1 %

23

www.ojs.unanda.ac.id

Internet Source

<1 %

24

Senja Rum Harnaeni, Putri Rahayu Lestari, Rama Pratama Balich, Gina Aulia. "Komparasi Karakteristik Marshall AC-BC dengan Penggunaan Limbah Ban Luar dan Limbah Steel Slag sebagai Pengganti Agregat Kasar", JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi), 2022

Publication

<1 %

25

eprints.polbeng.ac.id

Internet Source

<1 %

26

Ramadhani Ramadhani, Joni Arliansyah, Edi Kadarsa. "The effect of pre-vulcanized latex usage on Marshall characteristics and stiffness modulus in hot mix asphalt wearing course (AC-WC) mixtures", Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES), 2024

<1 %

27	jice.sttp-yds.ac.id Internet Source	<1 %
28	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
29	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
30	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
31	www.neliti.com Internet Source	<1 %
32	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
33	www.scribd.com Internet Source	<1 %
34	iaeme.com Internet Source	<1 %
35	media.neliti.com Internet Source	<1 %
36	Ashadi Putrawirawan, Ibayasid Ibayasid, Rafian Tristo. "Pemanfaatan Batu Laterit Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar pada campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)", Kurva S : Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil, 2022	<1 %

37	ejournal.unira.ac.id Internet Source	<1 %
38	repository.ummat.ac.id Internet Source	<1 %
39	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
40	doczz.pl Internet Source	<1 %
41	es.scribd.com Internet Source	<1 %
42	jurnaltoddoppuli.wordpress.com Internet Source	<1 %
43	misranindustri.blogspot.com Internet Source	<1 %
44	nanopdf.com Internet Source	<1 %
45	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	<1 %
46	repository.narotama.ac.id Internet Source	<1 %
47	Dwi Kartikasari, Ilham Sudarso. "KAJIAN BAHAN TAMBAH ATERNATIF SERAT ECENG GONDOK TERHADAP CAMPURAN LATASIR	<1 %

SAND SHEET KELAS A SPESIFIKASI SEKSI-6 2010 BINA MARGA", UKaRsT, 2019

Publication

48

jurnal.untan.ac.id
Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On