

KINERJA BETON ASPAL AC-WC MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS ENDAPAN ABU VULKANIK BURNI TELONG BENER MERIAH DENGAN BAHAN PENGIKAT ASPAL IRAN

Suci Qurratul Aini¹, Sulaiman AR², Mulizar³

- ¹⁾ Mahasiswa, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: qurratulsuci@yahoo.com
- ²⁾ Dosen, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: man_arsulaiman@yahoo.com
- ³⁾ Dosen, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: mulizar5@gmail.com

ABSTRAK

Beton aspal sebagai bahan untuk konstruksi jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Dalam Penelitian ini diuji pengaruh agregat halus terhadap campuran beraspal pada lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Concrete*) dengan menggunakan abu vulkanik sebagai bahan pengganti agregat halus kemudian melihat seberapa besar persentase kadar endapan abu vulkanik yang sesuai untuk digunakan dalam campuran aspal beton dan dibandingkan dengan *dust* normal abu batu. Campuran didesain berdasarkan metode *Marshall* yang mengacu pada Bina Marga. Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah material produksi *stone crusher* PT. Krueng Meuh. Stabilitas campuran aspal beton ditinjau dengan alat *Marshall* terhadap benda uji normal 2x75 tumbukan. Dari uji *Marshall* menggunakan *dust* abu batu diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,25% yang menghasilkan *density* 2,228 gr/cm³, VIM sebesar 8,1%, VMA sebesar 18,5%, VFB sebesar 73,4%, stabilitas 1138 kg, *flow* sebesar 4,5 mm dan *Marshall Quotient* sebesar 252,7 kN/mm. Dari uji *Marshall* menggunakan endapan vulkanik sebagai agregat halus diperoleh kadar aspal optimum sebesar 4,95% yang menghasilkan *density* 2,240 gr/cm³, VIM sebesar 9,2%, VMA sebesar 17,9%, VFB sebesar 72,8%, stabilitas 1456 kg, *flow* sebesar 4,0 mm dan *Marshall Quotient* sebesar 373,5 kN/mm. Secara umum penggunaan endapan vulkanik dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus, karena memiliki nilai parameter marshall yang memenuhi persyaratan.

Kata kunci: agregat halus, abu vulkanik, abu batu, *Marshall*

I. PENDAHULUAN

Beton aspal sebagai bahan untuk konstruksi jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Penggunaannya di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Iran adalah salah satu negara penghasil minyak bumi terbesar di dunia sehingga produksi aspalnya juga besar. Aspal Iran memiliki kualitas yang baik dan pasokannya terjamin karena Iran berada di kawasan Timur Tengah yang merupakan pusat minyak dunia, kualitas aspal dari Iran juga telah mendapat sertifikasi dari Departemen Pekerjaan Umum Indonesia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat endapan abu vulkanik dalam campuran aspal beton yaitu untuk mengetahui parameter *Marshall* dengan campuran endapan abu vulkanik menggunakan bahan pengikat aspal Iran, untuk membandingkan dan mencari hasil karakteristik marshall perkerasan AC-WC dengan menggunakan bahan material endapan abu vulkanik Burni Telong Aceh Tengah dan dengan menggunakan *dust* abu batu serta membuat perbandingan hasil KAO menggunakan material endapan abu vulkanik dan menggunakan material batu pecah biasa.

Untuk mendapatkan perkerasan jalan yang memenuhi mutu yang diharapkan, maka perlu pengetahuan tentang campuran sesuai jenis perkerasan yang diizinkan. Material yang digunakan yaitu

agregat, aspal beton dengan bahan pengikat aspal iran dan bahan tambah endapan abu vulkanik adalah material yang telah diperiksa sifat fisisnya dan memenuhi persyaratan yang digunakan.

Agregat adalah suatu komponen yang fundamental dalam campuran suatu perkerasan aspal. Agregat tersebut harus mempunyai sifat-sifat fisis yang pasti dalam hal kemampuan untuk menahan tegangan/beban pada permukaan jalan maupun lapisan di bawahnya.

Mutu dan sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik agregat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi berat jenis dan penyerapan, tumbukan, keausan agregat, serta kelekatan terhadap aspal.

Abu vulkanik adalah salah satu jenis tephra (ekstrusi vulkanik udara), yang biasanya merusak (destruktif) pada awalnya tetapi dalam waktu tertentu dapat berguna. Material vulkanik terdiri dari batuan yang berukuran besar hingga berukuran halus, yang berukuran besar biasanya jatuh di sekitar kawah dalam radius 5-7 km, sedangkan yang berukuran halus sampai ratusan bahkan ribuan km dari kawah disebabkan oleh adanya hembusan angin.

Aspal Iran adalah aspal yang diimpor dari negara Iran dengan spek aspal bitumen penetration (pen) 60/70. Aspal Iran memenuhi spek aspal yang dipakai oleh Pekerjaan Umum di Indonesia. Aspal Iran memiliki kualitas yang baik dan pasokannya terjamin karena Iran berada di kawasan Timur Tengah yang merupakan pusat minyak dunia.

II. METODOLOGI

A. Stabilitas

Besarnya nilai stabilitas yang terjadi dapat dihitung dengan rumus:

$$S = p \times q \times r \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

S = stabilitas (Kg)

p = kalibrasi alat *Marshall*

q = pembacaan dial stabilitas

r = koreksi benda uji

B. Kelelahan Plastis

Kelelahan plastis adalah perubahan suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam suatu millimeter atau 0.1 inchi. Nilai *flow* akan bertambah dengan meningkatnya kadar aspal.

C. Berat Volume

Berat volume (*density*) adalah perbandingan berat dengan volume dengan benda uji yang dihitung dengan persamaan berikut:

$$q = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan:

q = berat volume (gr/cm^3)

c = berat kering (gr)

f = volume (cm^3)

D. Void In Mix

Besarnya nilai rongga dalam campuran dapat dihitung dengan rumus:

$$n = 100 - 100 \left(\frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots (3)$$

keterangan:

n = persen rongga dalam campuran.

g = berat volume (*density*)

h = berat jenis maksimum

$$VIM = \frac{100}{\left(\frac{\%agregat}{BJ_{agregat}} \right) + \left(\frac{\%aspal}{BJ_{aspal}} \right)} \dots\dots\dots (4)$$

E. Void Filled by Bitumen

Besarnya rongga terisi dapat menghitung dengan rumus:

$$m = 100 \times \left(\frac{I}{1} \right) \dots\dots\dots (5)$$

keterangan:

m = persen rongga terisi aspal

I = $(b \times g) / BJ_{aspal}$

b = persen aspal terhadap campuran

g = berat volume

I = persen rongga terhadap agregat = $(100 - j)$

J = $(100 - b)(g / BJ_{agregat})$

F. Rongga Antar Butir Agregat

Besarnya nilai void in mineral aggregate (VMA) disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum (1999) adalah minimal 16% dan dapat dihitung dengan rumus:

$$VMA = 100 \times \frac{G_{sb} \times P_s}{G_{mb}} \dots\dots\dots (6)$$

keterangan:

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk*.

G_{sb} = berat jenis *bulk* agregat.

G_{mb} = berat jenis *bulk* campuran padat (AASHTO T-166)

P_s = kadar agregat, persen total campuran.

G. Marshall Quotient

Marshall quotient adalah perbandingan nilai stabilitas dengan *flow*, dapat diperoleh dengan rumus:

$$MQ = \frac{S}{(102 \times flow)} \dots\dots\dots (7)$$

keterangan:

MQ = *Marshall quotient* (kN/mm)

S = stabilitas (kg)

H. Kadar Aspal Tengah/Ideal

Kadar aspal tengah/ideal dapat pula ditentukan dengan mempergunakan beberapa rumus SNI di bawah ini:

$$P = 0,035(\%CA) + 0,045(\%MA) + 0,18(\%filler) + K \dots\dots\dots (8)$$

keterangan:

- P = kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran.
 CA = persen agregat tertahan saringan no.8
 MA = persen agregat lolos saringan no.8 dan tertahan no 200
 filler = persen agregat minimal 75% lolos saringan no. 200
 K = 0,15 untuk 11-15% lolos saringan No.200
 = 0,18 untuk 6–10% lolos saringan No.200
 = 0,20 untuk $\leq 5\%$ lolos saringan No.200

I. Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum dalam campuran aspal beton ditentukan dari hasil evaluasi terhadap parameter *Marshall*, yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VFB, *density* dan *Marshall quotient* sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

J. Percobaan Marshall

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Parameter kekuatan *Marshall* yaitu stabilitas, kelelahan plastis (*flow*), berat volume (*density*), *voids in mix* (VIM), *voids filled by bitumen* (VFB), *voids in mineral agregat* (VMA) dan *Marshall quotient*.

K. Metode Pengumpulan Data

Material untuk pembuatan benda uji yang telah dikumpulkan, selanjutnya periksa sifat fisisnya, proses pencampuran laston dengan aspal dimana variasi ($P_b -1\%$), ($P_b -0,5\%$), ($P_b 0\%$), ($P_b +0,5\%$) dan ($P_b +1\%$) terhadap campuran kadar aspal tengah. Dari *Marshall test* didapatkan stabilitas dan *flow*. Rancangan benda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan benda uji menggunakan dust (abu batu) dan abu vulkanik untuk mencari KAO

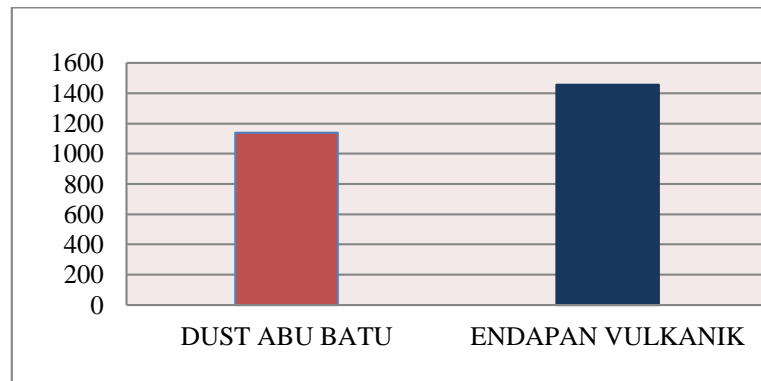
No.	Kadar Aspal (%)	Jumlah Tumbukan	Jumlah Benda Uji	
			Dust (Abu Batu)	Abu Vulkanik
1.	($P_b -1\%$)	2 x 75	5	5
2.	($P_b -0,5\%$)	2 x 75	5	5
3.	($P_b =0\%$)	2 x 75	5	5
4.	($P_b +0,5\%$)	2 x 75	5	5
5.	($P_b +1\%$)	2 x 75	5	5
Jumlah Total Benda Uji			25	25

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Stabilitas

Diagram batang perbandingan Stabilitas nilai KAO agregat abu batu dengan endapan vulkanik diatas menunjukkan bahwa campuran laston memenuhi syarat spesifikasi Stabilitas yaitu 800 kg. Dimana pada kadar aspal optimum untuk endapan vulkanik 5,20% memiliki nilai stabilitas sebesar 1.455,62 kg, sedangkan pada kadar aspal optimum untuk abu batu 5,25% memiliki nilai stabilitas sebesar 1.138,49 kg. Jika endapan vulkanik yang terkandung didalam campuran laston dengan kadar aspal semakin besar maka akan terjadinya penurunan

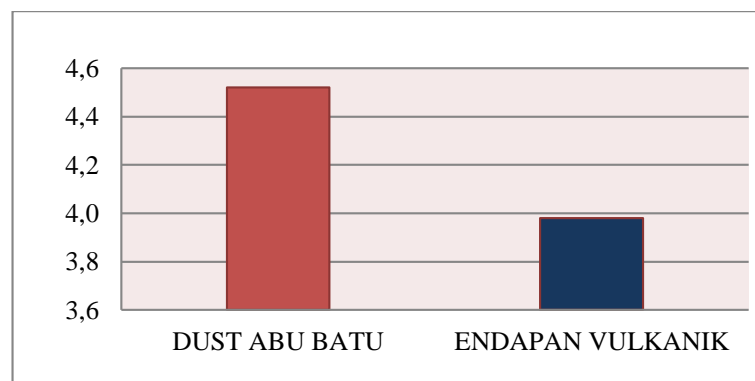
daya ikat antar butiran tersebut, sehingga mengurangi daya ikat antar butiran yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan nilai stabilitas.



Gambar 1. Perbandingan stabilitas antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

B. Kelelahan

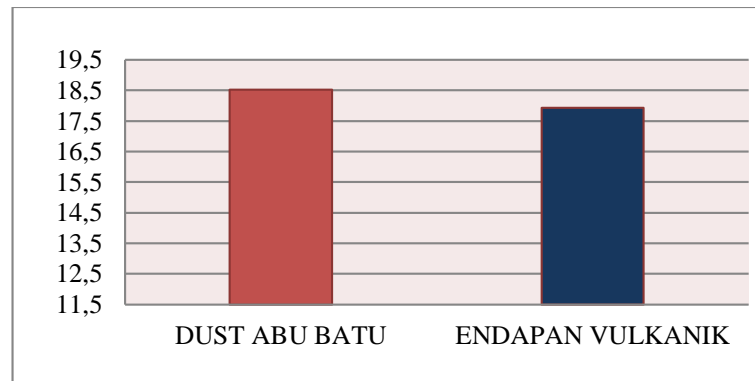
Dari diagram batang perbandingan *flow* berdasarkan nilai KAO untuk agregat abu batu dan endapan vulkanik diatas diperoleh hasil dengan kadar aspal optimum untuk agregat endapan vulkanik 5,20% yaitu 4,0 mm, sedangkan kadar aspal optimum untuk abu batu 5,25% yaitu 4,5 mm. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar kadar aspal dan kandungan endapan vulkanik dalam campuran laston maka akan semakin menurun pula kelelahan pada campuran laston tersebut. Akan tetapi kedua hasil tersebut masih memenuhi persyaratan.



Gambar 2. Perbandingan kelelahan (*flow*) antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

C. Nilai VMA

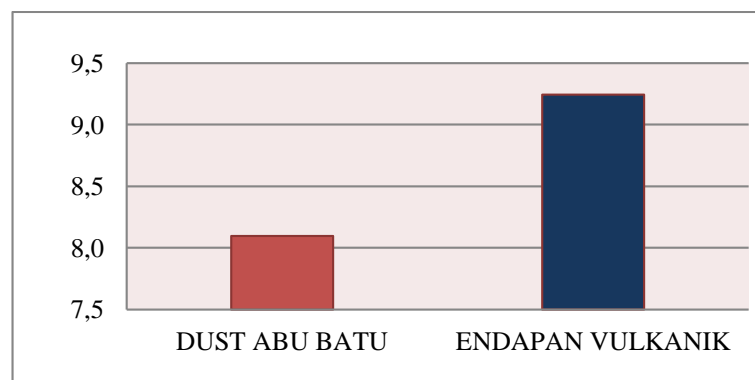
Rongga dalam agregat (*Voids in the Mineral Agregate*, VMA) didefinisikan sebagai volume rongga dalam antar butiran yang terletak di antara partikel agregat dari suatu campuran perkerasan yang dipadatkan. Data hasil penelitian, semakin besar kadar aspal yang dicampurkan dengan endapan vulkanik maka akan meningkatkan tingkat rongga dalam agregat pada campuran laston. Pada kadar aspal optimum dengan campuran abu batu 5,25% didapat VMA sebesar 18,5%, sedangkan pada kadar aspal optimum dengan Endapan Vulkanik 5,20% didapat VMA sebesar 17,9%.



Gambar 3. Perbandingan *void in the mineral aggregate* antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

D. Nilai VIM

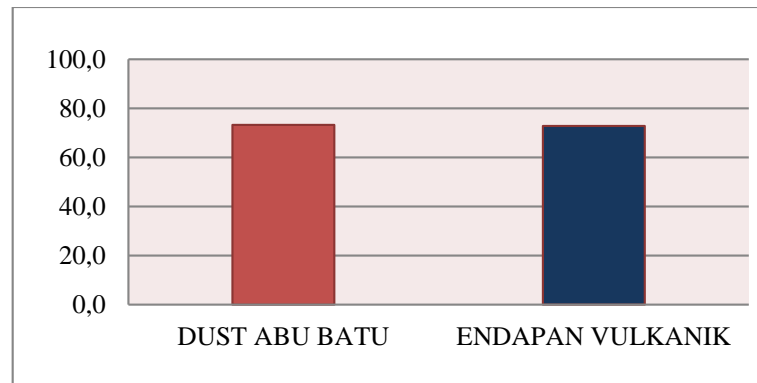
Dari data hasil percobaan *Marshall* untuk agregat abu batu dengan endapan vulkanik, menunjukkan bahwa nilai VIM dengan kadar aspal optimum pada endapan vulkanik 5,20% yaitu sebesar 9,2 tidak memenuhi persyaratan yang berkisar antara 3,5–5,5. Sedangkan pada kadar aspal optimum campuran abu batu 5,25% yaitu sebesar 8,1 memenuhi persyaratan. Perkerasan yang memiliki nilai VIM ($<6.3\%$) tidak mudah mengalami deformasi plastis. Pada saat temperatur tinggi aspal akan mencair dan mencari tempat yang kosong dan mudah ditembus. Nilai *void in mix* yang rendah menunjukkan bahwa rongga-rongga dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup yang dapat mengakibatkan aspal naik ke permukaan (*bleeding*). Begitu pula sebaliknya jika VIM yang terlalu besar ($>5\%$) akan mengurangi kedekatan campuran dan dapat mengakibatkan terjadinya retakan sehingga keawetan campuran menjadi menurun.



Gambar 4. Perbandingan *void in mix* antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

E. Nilai VFB

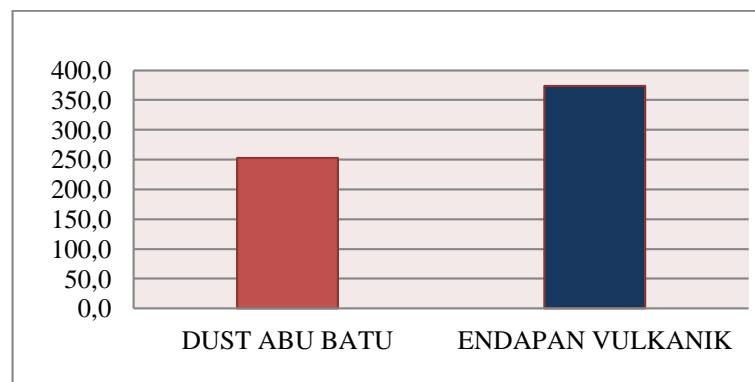
Perbandingan VFB berdasarkan nilai KAO untuk agregat abu batu dengan endapan vulkanik, menunjukkan bahwa campuran laston yang menggunakan endapan vulkanik sebagai pengganti *dust* dengan KAO 5,20% adalah sebesar 72,8 mm dan campuran laston yang menggunakan abu batu dengan KAO 5,25% adalah 73,4 mm. Kedua kadar aspal optimum tersebut dengan campuran endapan vulkanik dan abu batu masih memenuhi batas yang disyaratkan yaitu ≥ 60 mm. Persentase VFB adalah bagian dari pada VMA yang terisi oleh aspal tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Dengan demikian aspal yang mengisi VFB adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir agregat di dalam beton aspal padat atau dengan kata lain VFB ini yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi selimut aspal.



Gambar 5. Perbandingan *void filled with bittumen* antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

F. Nilai MQ

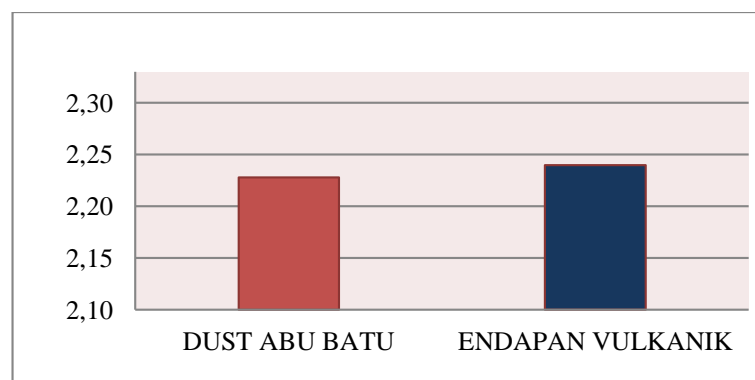
Perbandingan MQ berdasarkan nilai KAO untuk agregat abu batu dengan endapan vulkanik diatas dapat dilihat pada kadar aspal optimum dengan menggunakan endapan vulkanik diperoleh hasil sebesar 373,5 kg/mm, sedangkan pada kadar aspal optimum dengan menggunakan *dust* abu batu diperoleh hasil sebesar 252,7 kg/mm. Lengkung MQ mengalami penurunan yang dipengaruhi oleh nilai *stabilitas* dan *flow*. Campuran yang memiliki nilai MQ yang terlalu tinggi mempengaruhi kepada campuran yang bersifat kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retakan (*cracking*).



Gambar 6. Perbandingan *Marshal quotient* antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

G. Nilai Kepadatan

Dari data hasil percobaan Marshall berdasarkan nilai KAO untuk agregat abu batu dengan endapan abu vulkanik, kadar aspal optimum untuk penggunaan abu batu 5,25% diperoleh hasil sebesar 2,228 mm, sedangkan pada kadar aspal optimum untuk penggunaan endapan vulkanik 5,20% adalah sebesar 2,240 mm.



Gambar 7. Perbandingan *density* antara *dust* abu batu vs. Endapan vulkanik

Tabel 2. Perbandingan hasil uji *Marshall* terhadap Spesifikasi 2010

No.	Parameter Marshall	KAO Dust (Abu Batu) 5,25%	Spesifikasi 2010	KAO Abu Vulkanik 5,20%	Spesifikasi 2010
1.	Stabilitas (kg)	1138	> 800	1456	> 800
2.	Flow (mm)	4,5	> 3	4,0	> 3
3.	VIM (%)	8,1	3.5 – 5.5	9,2	3.5 – 5.5
4.	VFB (%)	73,4	> 60	72,8	> 60
5.	Density (gr/cm ³)	2,228	-	2,240	-
6.	VMA (%)	18,5	> 13.5	17,9	> 13.5
7.	MQ (kN/mm)	252,7	> 200	373,5	> 200

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian pembuatan benda uji aspal dengan variasi campuran ideal untuk abu batu diperoleh nilai KAO sebesar 5,25 % sedangkan untuk agregat halus endapan abu vulkanik diperoleh KAO sebesar 4,95%. Hasil parameter *Marshall* pada KAO dengan campuran *dust* abu batu menggunakan bahan pengikat aspal Iran adalah 5,25% menghasilkan nilai stabilitas 1138 kg, kelehan 4,5 mm, VMA 18,5%, VIM 8,1%, VFB 73,4%, *Marshall quotient* 252,7 kg/mm dan kepadatan 2,228 gr/cm³. Sedangkan hasil parameter *Marshall* pada KAO dengan campuran endapan abu vulkanik menggunakan bahan pengikat aspal Iran adalah 4,95% menghasilkan nilai Stabilitas 1456 kg, kelehan 4,0 mm, VMA 17,9%, VIM 9,2%, VFB 72,8%, *Marshall quotient* 373,5 kg/mm dan kepadatan 2,240 gr/cm³.

Secara umum penggunaan Endapan Abu Vulkanik dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus. Karena nilai stabilitas, flow, VMA, VIM, VFB, MQ, dan *density* memenuhi persyaratan. Pada penelitian ini nilai kadar aspal optimum pada endapan abu vulkanik sebesar 5,20% dengan 230,02 gram abu vulkanik yang terkandung dan memenuhi persyaratan pada Parameter Marshall.

DAFTAR PUSTAKA

- Putrowijoyo R, (2006), *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan antara Semen Portland dan Abu Batu sebagai Filler*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Sudaryo (2009), *Identifikasi dan Penentuan Logam Pada Tanah Vulkanik didaerah Cangkring Kabupaten Sleman dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat*, Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 5 November 2009
- Spesifikasi Umum (2010). *Dokumen Pelelangan Nasional Penyediaan Pekerjaan Konstruksi*. Direktorat Jenderal Bina Marga: Jakarta
- Mulza (2010). *Modul Bahan Untuk Campuran Beraspal Panas*. Aceh: Politeknik Negeri Lhokseumawe
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova: Bandung
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit: Jakarta
- Spesifikasi Umum (2010). *Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3.3*
- Departemen Pekerjaan Umum (2009). *Modul Bahan Untuk Campuran Beraspal Panas*. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta
- Johnston, D.M.; Houghton, B.F., Neall, V.E., Ronan, K.R., Paton, D. (2000). *Impacts of the 1945 and 1995-1996 Ruapehu eruptions, New Zealand: An example of increasing societal vulnerability*.
- Standar Nasional Indonesia (2003). *Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi*
- Hunter, R.N., 1994, *Bituminous Mixtures in Road Construction*. Thomas Telford: London