



## TR-19 STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)

Didik Suryamiharja S. Mabui<sup>1\*</sup>, Franky E.P. Lopian<sup>2</sup>, Irianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR. Samratulangi No. 11, Jayapura Papua  
e-mail: [irian.anto@gmail.com](mailto:irian.anto@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk Untuk mengetahui nilai Volumetrik dan karakteristik Marshal dan mengetahui Kadar Aspal Optimun campuran panas Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) yang menggunakan batu kapur sebagai agregat halus, hasil penelitian menunjukkan hasil pengujian Marshal Test memperlihatkan nilai stabilitas dari semua kadar aspal yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7% berturut turut sebesar 2301,70 kg; 2412,50 kg, ; 2533,33 kg, ; 2417,54 % dan 2402,42 kg. sedangkan nilai Flow diperoleh dari pembacaan alat marshal dengan hasil sebagai berikut, untuk kadar 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7% sebesar 5.40 mm, ; 4,04 mm, ; 3,40, ; 3,22 mm. Hasil Pengujian Volumetrik diperoleh nilai VMA menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar aspal 5% sebesar 21,68 %, 5,5% sebesar 21,30%, 6% sebesar 20,63%, 6.5 % sebesar 20,13% dan pada kadar aspal 7 % dengan nilai VMA 19,43 % , nilai VIM sebagai berikut , Pada kadar aspal 5% memiliki nilai VIM sebesar 6.17 %, kadar 5,5% sebesar 5,04%, kadar 6 % sebesar 4,12 %, kadar 6,5% sebesar 3,51% dan pada kadar 7% sebesar 2,66% dan nilai VFB hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar 5% kadar aspal memiliki nilai VFB sebesar 71,29%, kadar 5.5 % sebesar 76.48%, pada kadar 6 % sebesar 80,08 %, kadar 6.5 % sebesar 82,57 % dan pada kadar 7% nilai VFB sebesar 86.34 %. Berdasarkan hasil analisa di peroleh nilai Kadar Aspal Optimun pada campuran AC-WC dengan menggunakan Batu kapur sebagai agregat halus adalah 6,25 %.

Kata kunci : Batu kapur, volumetric, marshal dan kadar aspal optimum

### 1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaannya dilapangan, pelaksana diperhadapkan dengan material bahan pengisi (Filler) yang ada seperti abu batu dan semen memberikan harga yang cukup mahal. Dalam komposisi campuran untuk material bahan pengisi (filler) dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar yaitu 6 % s/d 12 %. Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba menggunakan material Kapur sebagai alternative pengganti abu batu dan semen yang dari segi ekonomis lebih murah serta banyak tersedia di beberapa tempat/lokasi yang ada di Provinsi Papua (Dinas Pertambangan Prov. Papua, 2016). Kapur (lime) digunakan karena merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Kapur bertindak sebagai anti-stripping agent yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran aspal dalam menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh beban.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

VIM (Voids In Mix) merupakan volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan atau banyaknya rongga udara yang berada dalam campuran. Dalam hal ini perhitungan volume sampel tidak dilakukan dengan perendaman sampel dalam air dikarenakan berat kering permukaan jenuh (SSD) pada aspal beton tidak akan terjadi sebagai akibat dari porusnya campuran.

VMA merupakan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk di dalamnya rongga yang berisi aspal efektif dan menunjukkan persentase dari volume total benda uji. Asphalt Institute merekomendasikan bahwa harga VMA dari campuran beraspal padat dapat dikalkulasikan dalam hubungannya dengan berat jenis kering total agregat (agregat Bulk Specific Gravity). Pemakaian agregat bergradasi senjang dan kadar aspal yang rendah dapat memperbesar VMA.

VFB adalah persentase pori antar butir agregat yang terisi aspal, sehingga VFB merupakan bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Kriteria VFB

membantu perencanaan campuran dengan memberikan VMA yang dapat diterima. Pengaruh utama kriteria VFB adalah membatasi VMA maksimum dan kadar aspal maksimum. VFB juga dapat membatasi kadar rongga campuran yang diizinkan yang memenuhi kriteria VMA.

Stability (stabilitas) adalah indikator dari parameter campuran hasil uji Marshall yang menjelaskan kemampuan lapis aspal beton untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang bekerja pada lapis perkerasan tersebut. Nilai stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan campuran beton aspal terhadap terjadinya perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (rutting) maupun bleeding. Semakin rendah nilai stabilitas campuran, menunjukkan semakin rendahnya kinerja campuran dalam memikul beban roda kendaraan.

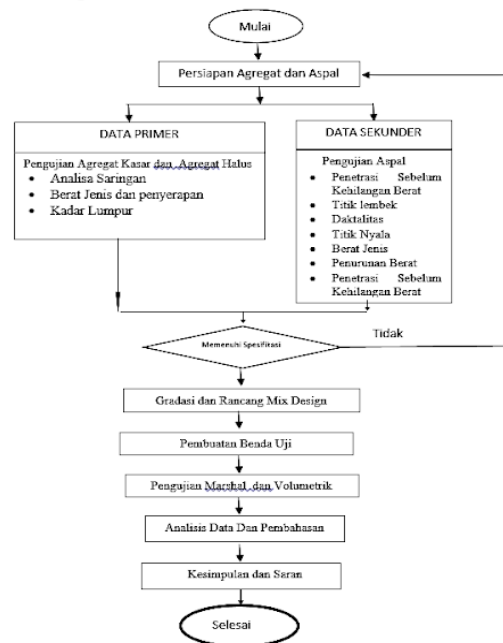
Flow menunjukkan besarnya deformasi dari campuran beton aspal akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Flow merupakan salah satu indikator terhadap lentur. Besarnya rongga antar campuran (VIM) dan penggunaan aspal yang tinggi dapat memperbesar nilai kelelahan plastis.

MQ (Marshall Quotient) adalah nilai pendekatan yang hampir menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dalam menerima beban. Nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang telah dikoreksi terhadap nilai kelelahan (flow) dan dinyatakan dalam satuan kg/mm atau kN/mm.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Campuran aspal panas diproduksi dengan menggunakan aspal minyak penetrasi 60/70 produksi salah satu produsen aspal minyak di Indonesia dan menggunakan batuan kapur yang banyak terdapat di daerah Papua. Kemudian dilakukan pengkajian dan pengujian karakteristik Marshall yang terdiri dari karakteristik stabilitas dan karakteristik volumetrik untuk mengetahui nilai kadar aspal optimum. Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Eco Material Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sistem Informasi UNYAP Jayapura

#### Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan penelitian

### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat yang akan digunakan apakah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat

No	Agregat	Jenis Pengujian	Jenis Pengujian		Hasil
			Min	Maks	
1	Agregat Kasar	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.63
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.66
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.72
		Penyerapan	-	3	1.42
2	Agregat Halus (batu kapur)	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.70
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.78
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.94
		Penyerapan	-	3	2.89

Tabel 2. Hasil pemeriksaan karakteristik filler

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penyerapan Air	2.28	-	3.0
	Berat Jenis Bulk	2.59	2.5	-
2	Berat Jenis SSD	2.65	2.5	-
	Berat Jenis Semu	2.76	2.5	-

Berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus dari batu kapur, serta filler terlihat bahwa agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk bahan jalan yang disyaratkan

### Karakteristik Aspal

berikut ini akan menampilkan hasil pengujian yang telah dilakukan

Tabel 3. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal minyak penetrasi 60/70

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat (mm)	78,6	60	79
2	Titik Lembek (°C)	52	48	58
3	Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit (cm)	114	100	-
4	Titik Nyala (°C)	280	200	-
5	Berat Jenis	1,12	1	-
6	Penurunan Berat (%)	0.3	-	0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (mm)	86	54	-

Sumber : (Data Sekunder) Hasil pengujian Lab. BBPJN Jayapura

### Mix Design

Tabel berikut menunjukkan masing-masing komposisi material dalam berat dan dalam persen yang didapatkan dari proporsi agregat berdasarkan dari hasil analisa saringan.

Tabel 4. Komposisi material dalam berat untuk 1200 gram benda uji

No	Uraian		Satuan	Kadar Aspal				
				5%	5,50%	6,0%	6,50%	7%
A	Berat Aspal Minyak 60/70		gr	60	66	72	78	84
B	Saringan	% Lolos						
	3/4	100	gr	45,60	45,36	45,12	44,88	44,64
	1/2	96	gr	103,40	102,85	102,31	101,77	101,22
	3/8	86,93	gr	262,54	261,16	259,78	258,40	257,01
	4	63,9	gr	231,88	230,66	229,44	228,21	226,99
	8	43,56	gr	170,32	169,42	168,52	167,63	166,73
	16	28,62	gr	89,60	89,13	88,66	88,19	87,72
	30	20,76	gr	58,82	58,51	58,20	57,90	57,59
	50	15,6	gr	54,83	54,55	54,26	53,97	53,68
	100	10,79	gr	26,90	26,76	26,62	26,48	26,34
200	8,43	gr	96,10	95,60	95,09	94,58	94,08	

**Perhitungan Kadar Aspal Perkiraan**

Dengan menggunakan persamaan perhitungan kadar aspal perkiraan maka dapat dianalisa kadar Asbuton modifikasi sebuah benda uji yaitu :

$$P_b = 0,035 (\% AK) + 0,045 (\%AH) + 0,18 (\%F) + k.....(4.1)$$

Dimana :

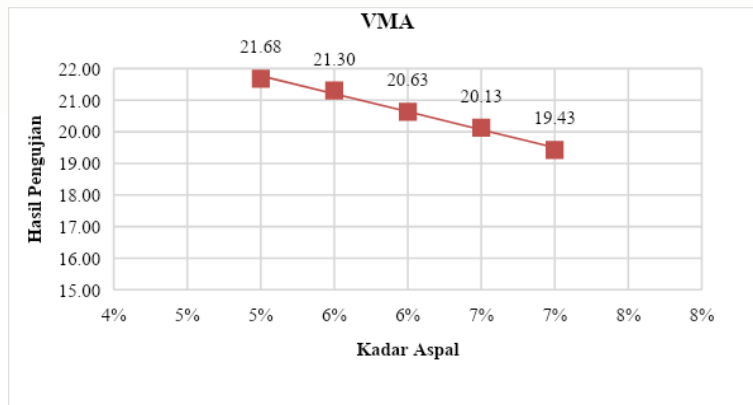
- Agregat kasar = 43,56%
- Filler = 8,43%
- Agregat halus = 48,01%
- Konstanta = 0,6

$$P_b = (0,035 \times 43,56) + (0,045 \times 48,01) + (0,18 \times 8,43) + 0,6 = 6\%$$

Dibulatkan menjadi 6 % dengan mengacu pada Buku III yang dikeluarkan oleh Direktorat Pekerjaan Umum tahun 2006.

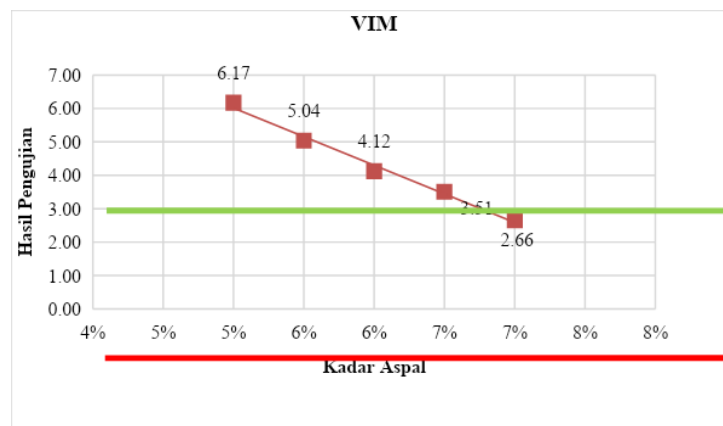
**Pengujian Volumetrik Campuran AC WC**

Pengujian dilakukan menggunakan benda uji campuran aspal berbentuk silinder dengan ukuran 6,3 cm x 10 cm yang dipadatkan sebanyak 75 kali tumbukan untuk masing-masing bidang. Parameter yang didapatkan yaitu VMA, VIM dan VFB yang menunjukkan nilai volumetrik dari campuran.



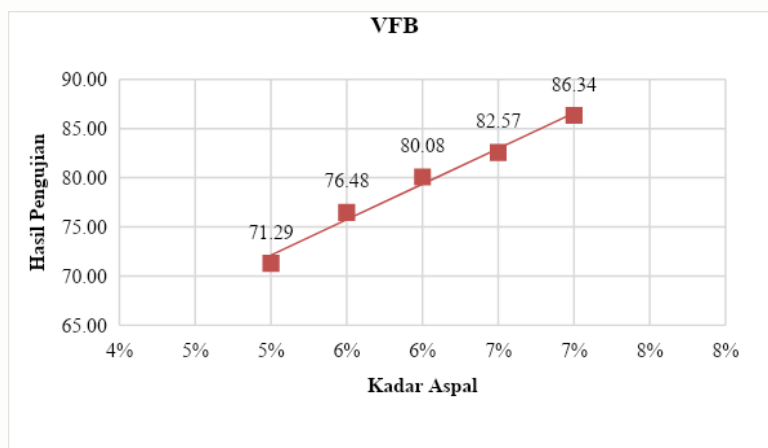
Gambar 2. Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan VMA

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal semakin banyak rongga antara mineral agregat yang terisi hal ini ditunjukkan dengan semakin rendahnya nilai VMA. Semua benda uji memenuhi syarat rongga di antara mineral agregat (VMA) dengan persyaratan minimal 15%.



Gambar 3. Hubungan antara Kadar aspal dengan VIM

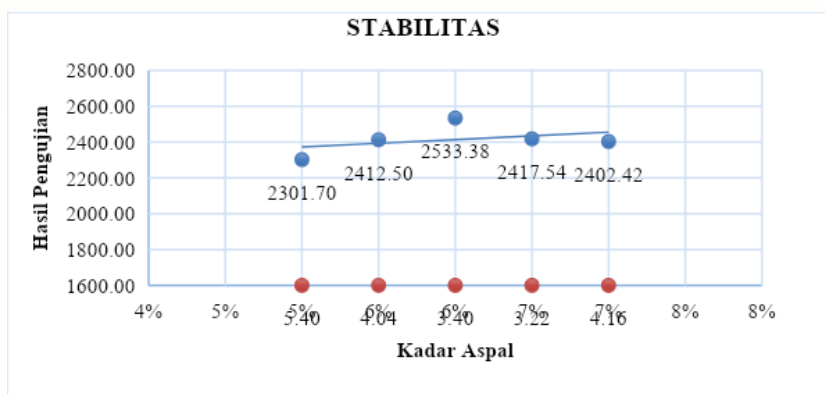
Pengujian ini menunjukkan bahwa benda uji yang memenuhi syarat rongga udara (VIM) dengan berdasarkan persyaratan spesifikasi nilai VIM antara 3%-5% adalah pada Kadar aspal 6 % dan 6,5 %.



Gambar 4. Hubungan antara kadar aspal dengan VFB

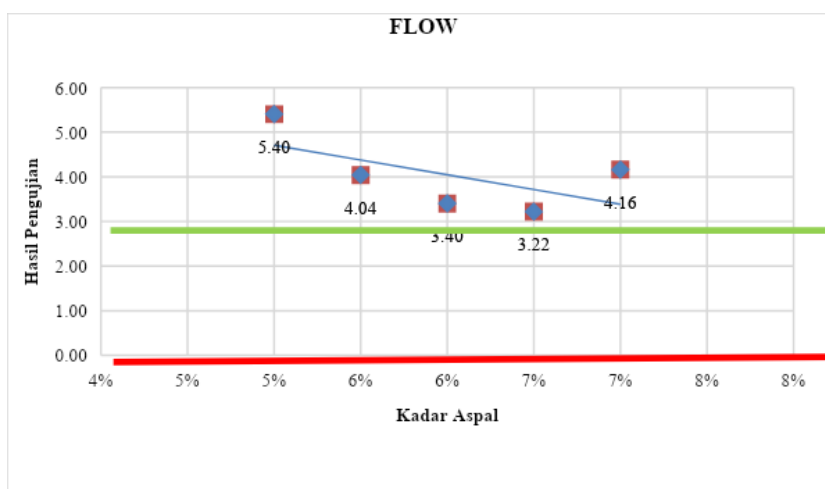
Seluruh hasil pengujian menunjukkan semua jumlah kadar aspal telah memenuhi standar nilai yang ditetapkan untuk campuran AC – WC yaitu berada diatas 65%.

**Nilai Marshal Test**



Gambar 5. Hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas

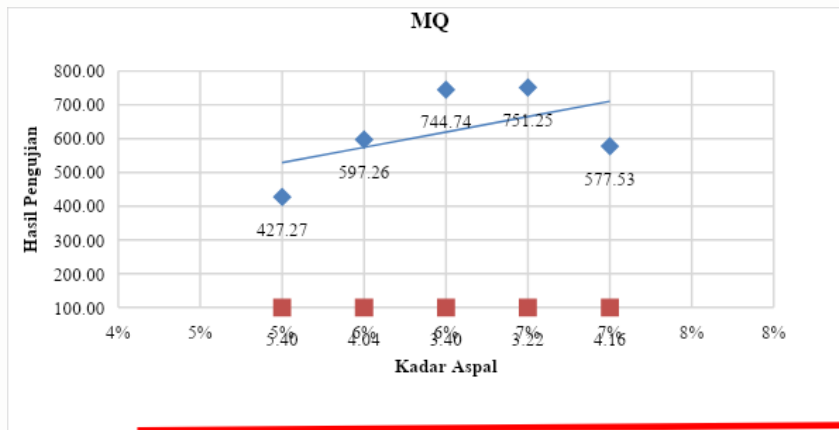
Nilai stabilitas sangat dipengaruhi proses pemadatan yang akan mengakibatkan gesekan antar butir agregat (interlocking) dan gesekan antar butiran agregat (internal friction) ,rongga dalam campuran mengecil sehingga campuran menjadi padat dan nilai stabilitas meningkat hingga titik maksimum.



Gambar 6. Hubungan jumlah tumbukan dengan nilai flow

pada grafik diatas menunjukkan bahwa nilai yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga, yaitu 2 mm sampai 4 mm hanya pada kadar aspal 6 % dan 6.5 % yaitu 3.40 mm dan 3.22 mm sedangkan pada kadar aspal 5 %

dan 5.5% tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai 5.40 mm dan 4.04 mm dan pada kadar aspal 7 % di peroleh nilai flow sebesar 4.16 mm nilai ini juga tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.



Gambar 7. Hubungan kadar aspal dengan nilai marshall quotient

Hasil pengujian memperlihatkan ketika kadar aspal bertambah maka nilai Marshall quotientnya semakin menurun, hal ini menunjukkan bahwa Semakin besar nilai Marshall Quotient (MQ) berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil Marshall Quotient (MQ) maka perkerasannya semakin lentur.

### Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil pengujian *Marshal test* dan *Volumetrik* campuran aspal AC WC di Laboratorium serta hasil perhitungan yang dilakukan maka dapat di tentukan nilai kadar aspal optimum seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 4.5. Nilai kadar Aspal Optimum

No	Pemesiksaan	Standar	Kadar Aspal				
			5%	5,50%	6%	6,50%	7%
1	VMA	15%					
2	VIM	3 - 5 %					
3	VFB	65%					
4	Stabilitas	800 kg					
5	Flow	2 - 4 mm					
6	Marshal Question	250 kg/mm					

6.25%

Tabel diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian marshal dan Volumetrik yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga berada pada kadar aspal 6% dan 6,5% sehingga diperoleh kadar aspal optimum pada kadar aspal 6,25 %.

## 5. KESIMPULAN

Dari perhitungan perencanaan yang telah dilakukan, maka hasil yang diperoleh yaitu sebagai berikut :

- Hasil pengujian Marshal Test memperlihatkan nilai stabilitas dari semua kadar aspal yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar 5% sebesar 2301,70 kg, kadar aspal 5,5% sebesar 2412,50 kg, kadar 6 % sebesar 2533,33 kg, kadar 6,5 % sebesar 2417,54 % dan pada kadar aspal 7% dengan nilai stabilitas 2402,42 kg. sedangkan nilai Flow diperoleh dari pembacaan alat marshal dengan hasil sebagai berikut, untuk kadar 5% di peroleh nilai flow sebesar 5.40 mm, kadar 5,5% sebesar 4,04 mm, kadar 6% diperoleh nilai 3,40, kadar 6,5% sebesar 3,22 mm dan pada kadar 7% sebesar 4,16 mm dan Nilai Marshall Quotient pada kadar aspal 5% sebesar 427,27 kg/mm, kadar 5,5% sebesar 597,26 kg/mm, kadar 6% sebesar 744,74, kadar 6,5% sebesar 751,26 kg/mm sedangkan pada kadar aspal 7 % di peroleh nilai marshall quotient sebesar 577,53 kg/mm.
- Hasil Pengujian Volumetrik diperoleh nilai VMA semakin menurun seiring dengan penambahan kadar aspal, Grafik hubungan tersebut menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar aspal 5% sebesar 21,68 %, 5,5% sebesar 21,30%, 6% sebesar 20,63%, 6.5 % sebesar 20,13% dan pada kadar aspal 7 % dengan nilai VMA 19,43 % , nilai VIM sebagai berikut , Pada kadar aspal 5% memiliki nilai VIM sebesar 6.17 % , kadar 5,5% sebesar 5,04%, kadar 6 % sebesar 4,12 %, kadar 6,5% sebesar 3,51% dan pada kadar 7% sebesar 2,66% dan nilai VFB hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar 5% kadar aspal memiliki nilai VFB sebesar 71,29%, kadar 5.5 % sebesar 76.48%, pada kadar 6 % sebesar 80,08 %, kadar 6.5 % sebesar 82,57 % dan pada kadar 7% nilai VFB sebesar 86.34 %.

3. Berdasarkan hasil analisa di peroleh nilai Kadar Aspal Optimun pada campuran AC-WC dengan menggunakan Batu kapur sebagai agregat halus adalah 6,25 %.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Irianto, Djamaluddin, A. R., Pasra, M., & Arsyad, A. (2020). Experimental study on marshall stability and flow of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixture using Asbuton semi-extracted as binder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1), 12074.
- Irianto, I., D. S. Mabui., & Faranita, A. (2018). Uji Eksperimental Penentuan Kadar Aspal Emulsi Optimum Dengan Menggunakan Buku 5 Bina Marga (Campuran Beraspal Dingin Dengan Asbuton Butir Peremaja Emulsi). *Journal of Portal Civil Engineering*, 1(1), 25–31.
- Irianto, I., & Wardani, S. W. (2017). Pengaruh Jumlah Tumbukan Terhadap Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dengan Menggunakan Metode Marshall (SNI 06-2489-1991). *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Informatika*, 2(2), 39–46.
- D. S. Mabui, Tjaronge, M. W., Adisasmita, S. A., & Pasra, M. (2020). Resistance to cohesion loss in cantabro test on specimens of porous asphalt containing modified asbuton. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1), 12100.
- Tumpu, M., Tjaronge, M. W., Djamaluddin, A. R., Irmawaty, R., & D. S. Mabui. (n.d.). Stabilitas Dan Flow Campuran Aspal Emulsi Yang Menggunakan Bitumen Hasil Ekstraksi Aspal Alam Buton (Bheaab) Sebagai Bahan Baku Fasa Padat.
- 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. Semarang: Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- RSNI M-01-2003. Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2417-1991. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 06-2441-1991. Metode Pengujian Berat Jenis Aspal: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.