

PENGARUH PENGGUNAAN ABU APUNG SEBAGAI PENGGANTI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC (ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE)

Faisal Zafir¹⁾, Sartina Nisumanti²⁾, Utari Sriwijaya Minaka³⁾

^{1,2,3)}*Program Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri Palembang
Jl. Jendral Sudirman No. 629 KM.4, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia.
Email : sartika.nisumanti@uigm.ac.id (corresponding author)*

ABSTRACT

Road pavement is the main thing to support safe, comfortable and easy transportation, therefore it is necessary to have adequate and proper pavement for use. Asphalt road pavement layers are one of the most widely used pavements in Indonesia, because they are easy to obtain, efficient and more economical. The problem that often occurs in road pavement is the decrease in the quality of road pavement, efforts to improve the quality of road pavement, one of which is by adding various fillers with the aim of getting good asphalt quality. One of the fillers that can be used in asphalt concrete mixes is pumice ash. This research was conducted to determine the effect of using pumice ash as a substitute for filler in asphalt mixtures. This research was conducted to determine the effect of using pumice ash as a substitute for filler in asphalt mixtures, this will be reviewed from the stability and melting values. This research was conducted at PT. Hakaaston Palembang, while the method used is the Marshall method. Asphalt test results using pumice ash as a filler substitute with variations of 0%, 2%, 3%. For test results with a variation of 3%, the KAO value is higher than the 0% and 2% variation of 6.5% with a stability value of 1483.29 kg and the flow value is 3.93, for the KAO value at 0% variation it is 6% with a stability value of 1151.1 kg and a flow value of 3.29, while for 2% KAO tilapia it is 6.3% with a stability value of 1355.5 kg and a flow value of 3.29. It can be concluded that the higher the use of pumice ash as a substitute for filler in the mixture, the higher the Stability and flow values obtained, conversely the less use of pumice ash as a substitute for filler, the lower stability and flow values obtained.

Keywords: AC-WC, Pumice ash, Replacement, Filler.

ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan hal yang utama untuk menunjang dalam bertansportasi secara aman, nyaman dan mudah maka dari itu dibutuhkan perkerasan jalan yang memadai dan layak untuk dipergunakan. Lapisan perkerasan jalan menggunakan aspal merupakan salah satu perkerasan yang banyak digunakan di Indonesia, karena mudah didapat, efisien dan lebih ekonomis. Permasalahan yang sering terjadi pada perkerasan jalan adalah menurunnya kualitas perkerasan jalan, upaya untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan yaitu salah satunya dengan menambahkan bahan pengisi (filler) yang bervariasi dengan tujuan mendapatkan kualitas aspal yang baik. Salah satu bahan pengisi yang dapat digunakan dalam campuran lapis aspal beton yaitu abu batu apung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batu apung sebagai pengganti filler pada campuran aspal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batu apung sebagai pengganti filler pada campuran aspal, hal ini akan ditinjau dari nilai stabilitas dan kelebihannya. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Hakaaston Palembang, adapun metode yang digunakan adalah metode Marshall. Hasil pengujian aspal menggunakan abu batu apung sebagai pengganti filler dengan variasi 0%, 2%, 3%, Untuk hasil pengujian dengan variasi 3% diperoleh nilai KAO lebih tinggi dibandingkan variasi 0% dan 2% sebesar 6.5% dengan nilai stabilitas sebesar 1483.29 kg dan nilai flow sebesar 3.93, untuk nilai KAO pada variasi 0% sebesar 6% dengan nilai stabilitas sebesar 1151.1 kg dan nilai flow sebesar 3.29, sedangkan untuk nilai KAO 2% sebesar 6,3% dengan nilai stabilitas sebesar 1355.5 kg dan nilai flow sebesar 3.29. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi penggunaan abu batu apung sebagai pengganti filler pada campuran semakin tinggi nilai Stabilitas dan flow yang didapat, sebaliknya semakin sedikit penggunaan abu batu apung sebagai pengganti filler nilai stabilitas dan flow yang didapat semakin rendah.

Kata kunci: AC-WC, Abu batu apung, Pengganti, Filler

1. Pendahuluan

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang terus mengalami peningkatan oleh laju pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang menyebabkan meningkatnya volume kendaraan. Seiring terjadinya kerusakan maupun kegagalan pada lapisan perkerasan jalan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu meningkatnya beban lalu lintas, rendahnya daya tahan aspal dan pengaruh cuaca di Indonesia, permasalahan terhadap kekuatan suatu lapis perkerasan biasanya berkaitan dengan menurunnya tingkat pelayanan kinerja perkerasan akibat beban lalu lintas. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pelayanan adalah dengan meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan pengikat (Nisumanti, 2022).

Pada umumnya *filler* yang di pakai pada perkerasan jalan yaitu semen atau abu batu, semen memiliki harga yang relatif tinggi, untuk itu perlu di cari alternatif lain untuk mempermudah dan menghemat biaya, batu apung harganya jauh lebih murah jika dibandingkan dengan harga semen dan juga bisa didapatkan dengan mudah, sehingga sangat ekonomis jika digunakan sebagai material pengganti filler pada campuran aspal. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai batu apung sebagai pengganti filler pada campuran aspal. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batu apung sebagai pengganti filler pada campuran aspal, hal ini akan ditinjau dari nilai stabilitas dan flow. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *marshall test*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pengganti filler yang memenuhi batas spesifikasi dan meningkatkan stabilitas kinerja perkerasan jalan.

Menurut Nisumanti (2020) Agregat merupakan bahan utama struktur perkerasan jalan. Agregat adalah suatu bahan yang keras dan kaku yang digunakan sebagai campuran dalam bentuk berbagai macam jenis butir atau fragmen termasuk pasir, kerikil, agregat hancur, terak dapur tinggi.

Nisumanti (2020) menyatakan aspal adalah bahan pengikat pada struktur perkerasan jalan merupakan salah satu material yang sangat penting, meskipun jumlah yang dibutuhkan hanya 4-10% dari agregat lain. Aspal memiliki sifat elastis bila menerima beban kendaraan dan memiliki ketahanan yang cukup kuat.

Aspal sering diistilahkan dengan bitumen yang dapat diartikan sebagai zat perekat material (viscous cementitious material), berwarna hitam, berbentuk padat yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. (Hardiyatmo, 2016)

Sukirman (2003) menjelaskan bahwa, Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Perkerasan jalan adalah lapisan kulit permukaan yang keras yang diletakan pada formasi tanah setelah selesainya pekerjaan tanah, atau dapat pula didefinisikan, perkerasan adalah struktur yang

memisahkan antara ban kendaraan dengan tanah pondasi yang berada dibawahnya. (Hardiyatmo, 2007)

Upaya untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan yaitu salah satunya dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*) yang bervariasi dengan tujuan mendapatkan kualitas aspal yang baik. Salah satu bahan pengisi yang dapat digunakan dalam campuran lapis aspal beton yaitu abu batu apung.

Nisumanti (2019) menegaskan bahwa bahan pengisi (*filler*) umumnya terdiri dari abu batu, kapur, semen Portland serta bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi (*filler*) adalah debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium yang sesuai

Dengan AASHTO M303-89 (2014). Bahan pengisi berfungsi sebagai pengisi antara partikel agregat, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butir yang tinggi, dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran.

Pemilihan abu batu apung sebagai bahan pengisi merupakan salah satu alternatif untuk memanfaatkan potensi ketersediaan batu apung yang melimpah di Indonesia tepatnya di provinsi Nusa Tenggara timur.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Hakaaston Palembang. Untuk metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan selama pengujian. Pengumpulan data ini dilakukan secara bertahap seperti pengujian agregat, pengujian aspal dan pengujian *marshall* sehingga didapatkan data berupa nilai Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient* (MQ), VIM, VMA dan VFA. Tahapan pelaksanaan pengujian Abu batu apung sebagai pengganti *Filler* sebagai berikut:

1. Material pembentuk beton aspal yang terdiri dari Abu batu dan Abu batu apung dilakukan pengujian terlebih dahulu yaitu pengujian berat jenis dan pengujian analisis gradasi.
2. Pengujian bahan pengikat beton aspal ialah pengujian aspal penetrasi 60/70 dan pengujian aspal titik lembek.
3. Setelah dilakukan persiapan dan pengujian benda uji dibuat campuran beton aspal dengan komposisi agregat yang sesuai dengan spesifikasi dan dihitung kadar aspal rencana atau mencari P_b : Nilai P_b kadar aspal rencana pada penelitian ini adalah 6,0%, sehingga variasi aspal yang digunakan 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0%. Dibuat benda uji dengan satu kadar aspal 2 buah benda uji, diuraikan sebagai berikut: benda uji dibuat tanpa Abu batu apung, 20 benda uji dibuat pengganti *Filler* beton aspal menggunakan Abu batu apung dan 4 bendajujinya dibuat untuk menguji *stabilitas* dan *flow* dengan menggunakan nilai kadar aspal yang didapat dari KAO.
4. Benda uji didiamkan selama ± 24 jam dan kemudian di timbang berat keringnya, selanjutnya benda uji direndam dalam air bersih selama ± 24 jam untuk mengetahui berat dalam air SSD dari benda uji.
5. Benda uji dilakukan pengujian menggunakan alat *marshall test* setelah direndam di dalam alat *waterbath* dengan suhu 60°C selama 30 menit. Pengujian *marshall test* telah sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi III. Dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Ketentuan sifat campuran laston AC-WC

SPESIFIKASI MARSHALL TEST				
Sifat-Sifat campuran Marshall	Cold Bin	Hot Bin	%	Spesifikasi
Kepadatan (Dencity)	2.357	2.333	Ton/M3	-
Rongga dalam campuran(VIM)	4.59	4.56	(%)	3 - 5%
Rongga dalam mineral agg(VMA)	15.78	14.94	(%)	Min 14%
Rongga terisi aspal (VFA)	70.93	69.5	(%)	Min 65%
Stabilitas	1305	1127	Kg	Min 800Kg
Kelelahan (Flow)	3.53	3.67	Mm	2 – 4 mm
Marshall Quentient (MQ)			Kg/mm	250Kg/mm

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi III.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pengujian Agregat

Pemeriksaan agregat Abu batu dan Abu batu apung sebagai pengganti *Filler* beton aspal AC-WC untuk mengetahui Abu batu apung bisa atau tidak bisa digunakan sebagai *Filler* pada campuran beton aspal, pengujian *Filler* ini mengikuti spesifikasi Bina Marga 2018, Revisi III. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai berat jenis dari Abu batu dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengujian berat jenis Abu batu

No	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1.	Pengujian Berat Jenis ag 0-5mm		
	Berat Jenis Bulk	2.69	2.50
	Berat Jenis SSD	2.73	2.50
	Berat Jenis Semu	2.81	2.50
	Penyerapan	1.68%	Max 3%
2.	Pengujian Material Lolos Saringan No 200	8.07%	Max 10%
3.	Pengujian Analisa Saringan	Terlampir	-

Pada **Tabel 2** diatas menunjukkan bahwa semua hasil pengujian berat jenis abu batu yaitu pengujian berat jenis, pengujian penyerapan air, pengujian material lolos 200 dan pengujian analisa saringan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi III, sehingga dapat digunakan sebagai material dalam campuran aspal AC-WC. Pengujian berat jenis abu batu apung untuk mengetahui apakah pengujiannya memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi III, untuk melihat hasil pengujian berat jenis Abu batu apung yang dijelaskan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pengujian berat jenis Abu batu apung

No	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1.	Pengujian Berat Jenis ag 0-5mm		
	Berat Jenis Bulk	2.58	2.50
	Berat Jenis SSD	2.53	2.50
	Berat Jenis Semu	2.65	2.50
	Penyerapan	1.59%	Max 3%
2.	Pengujian Material Lolos Saringan No 200	7.24%	Max 10%
3.	Pengujian Analisa Saringan	Terlampir	-

Tabel 3 diatas menjelaskan semua hasil pengujian berat jenis abu batu apung yaitu pengujian berat jenis, pengujian penyerapan air, pengujian material lolos saringan no. 200 dan pengujian analisa saringan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi III.

Dari hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan berat jenis Abu batu apung tidak jauh berbeda dengan Abu batu. Abu batu apung dapat digunakan sebagai campuran, karena nilai penyerapan dari Abu batu apung memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018, Revisi III yang telah ditentukan yaitu maksimal 3%. Untuk melihat pengujian agregat kasar terdapat pada **Tabel 4**

Tabel 4. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian
Abrasi	Maks. 40%	1796 %
Berat Jenis Bulk	Min. 2,5%	2,770 %
Berat Jenis SSD	Min. 2,5%	2,783 %
Berat Jenis Apparent	Min. 2,5%	2,806 %
Penyerapan Air	Maks. 3%	0,467 %

Penjelasan **Tabel 4** diatas menunjukkan bahwa pengujian agregat kasar yaitu pengujian abrasi, berat jenis, dan penyerapan air memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi III, sehingga bisa digunakan sebagai material dalam campuran AC-WC.

Pengujian agregat halus menggunakan spesifikasi Bina Marga 2018 revisi III sebagai acuan, Untuk melihat hasil pengujian agregat halus disampaikan pada **Tabel 5**

Tabel 5. Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	
Berat Jenis Bulk	Min. 2,5 %	2,566 %	
Berat Jenis SSD	Min. 2,5 %	2,592 %	
Berat Jenis Apparent	Min. 2,5 %	2,635 %	
Penyerapan Air	Maks. 3 %	1.020 %	
Nilai Setara Pasir	Min 50 %	67,05 %	

Dapat dilihat pada **Tabel 5** diatas menunjukkan bahwa semua hasil pengujian dari agregat halus yang meliputi pengujian berat jenis, pengujian penyerapan air dan nilai setara pasir sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi III.

B. Hasil Pengujian Aspal

Jenis aspal dalam campuran laston (AC-WC) menggunakan aspal penetrasi 60/70. Hasil pengujian aspal yang telah dilakukan berupa pengujian titik lembek dan penetrasi aspal. Pengujian ini telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi III dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil pengujian aspal

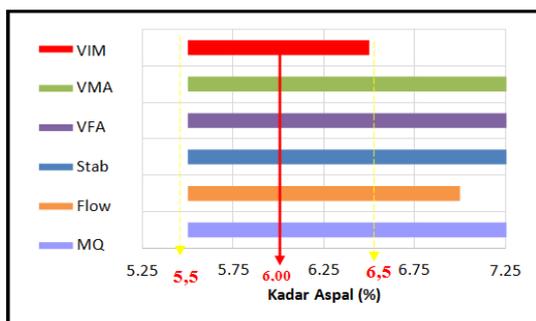
No	Jenis Pengujian	Standar	Satuan	Hasil	Spesifikasi
1.	Penetrasi Pada suhu 25°C	SNI 2456 -- 201	0.1 mm	62.5	60 – 70
2.	Titik Lembek	SNI 2434 - 2011	°C	50.9	> 50
3.	Suhu Pencampuran			150	
4.	Suhu Pematangan			148	

Penjelasan pada **Tabel 6** diatas bahwa pengujian aspal semuanya memenuhi spek Bina Marga 2018 revisi III.

C. Hasil Pengujian Marshall

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi III campuran beraspal hasil pengujian marshall untuk mendapatkan nilai KAO.

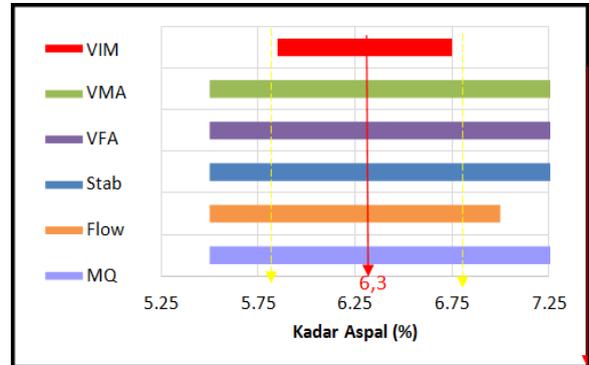
- Hasil pengujian marshall variasi tanpa Abu batu apung 0%



Gambar 1 Grafik KAO konvensional (0%)

Gambar 1 diatas menunjukkan VIM, VMA, VFA, *Stabilitas*, *Flow*, dan MQ telah memenuhi nilai pada rentang kadar 5,5 sampai 6,5, sehingga nilai KAO yang didapat pada aspal normal (*Konvensional*) yaitu **6,00%**.

- Hasil pengujian marshall variasi abu batu apung kadar 2%

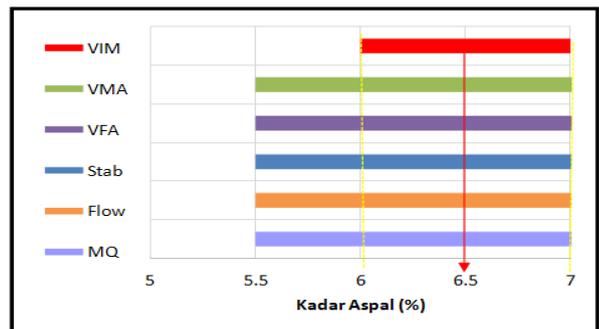


Gambar 2 Grafik KAO kadar (2%)

Grafik Kadar aspal optimum pada **Gambar 2** menjelaskan VIM, VMA, VFA, *Stabilitas*, *Flow*, dan MQ telah memenuhi nilai pada rentang kadar 5,8 sampai 6,8, sehingga nilai KAO yang didapat pada aspal variasi abu batupung 2% yaitu **6,30%**.

Dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2 yaitu perbandingan aspal konvensional dan aspal dengan variasi abu batu apung kadar 2% lebih baik karena meningkatkan nilai VIM, VMA, VFA, *Stabilitas*, *Flow* dan MQ. Semakin tinggi penggunaan aspal semakin tinggi nilai flow dan stabilitas yang di dapat, sehingga tidak akan mengalami keretakan.

- Hasil pengujian marshall variasi abu batu apung kadar 3%



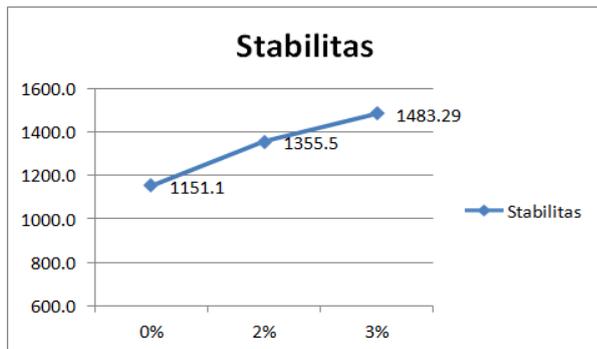
Gambar 3 Grafik KAO kadar (3%)

Grafik Kadar aspal optimum pada **Gambar 3** diatas menunjukkan VIM, VMA, VFA, *Stabilitas*, *Flow*, dan MQ telah memenuhi nilai pada rentang kadar 6 sampai 7, sehingga nilai KAO yang didapat pada aspal variasi abu batu apung 3% yaitu **6,50%** Perbandingan pada gambar 1, gambar 2 dan gambar 3 yaitu aspal konvensional, aspal variasi abu batu apung kadar 2% dan aspal variasi abu batu apung kadar 3% memiliki nilai VIM, VMA, VFA, *Stabilitas*, *Flow* dan MQ lebih besar di bandingkan aspal konvensional dan aspal variasi kadar 2%, aspal variasi 3% lebih baik karena semakin tinggi

penggunaan aspal semakin tinggi nilai stabilitas dan flow, maka aspal variasi kadar 3% tidak akan mengalami keretakan dan bleeding asalkan nilai flow dan stabilitas memenuhi spesifikasi.

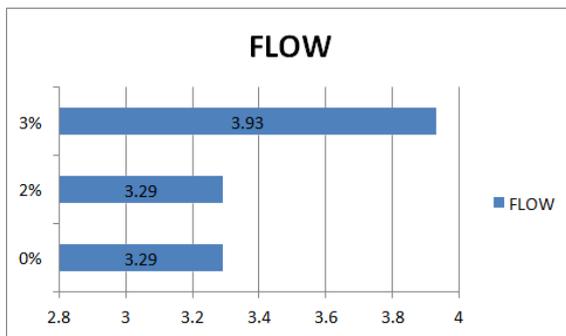
- Pengujian Marshall setelah mendapatkan nilai KAO

Pengujian marshall setelah mendapatkan nilai KAO bertujuan untuk mendapatkan nilai Stabilitas dan Flow pada variasi abu batu apung 2% dengan KAO 6,3% dan variasi abu batu apung 3% dengan KAO 6,5% dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4 Grafik Stabilitas variasi 0%, 2% dan 3%

Grafik stabilitas diatas mengalami kenaikan pada kadar aspal 0% sampai 3% dengan masing-masing nilai yaitu 1151,1 kg,1355,5 kg dan 1483,3 kg. Pengujian penambahan abu batu apung sebagai filler menunjukkan semakin tinggi kadar penggunaan abu batu apung sebagai filler, semakin tinggi nilai stabilitas yang didapat sehingga aspal dengan abu batu apung sebagai pengganti filler dapat menahan deformasi akibat beban tetap dan berulang.



Gambar 5 Grafik Flow variasi 0%, 2% dan 3%

Grafik flow pada gambar 5 mengalami kenaikan pada kadar aspal 2% sampai 3% dengan nilai 3,29 mm sampai 3,93 mm. Penambahan abu batu apung sebagai pengganti filler mengakibatkan meningkat nya nilai flow, semakin tinggi nilai flow maka akan mengakibatkan campuran menjadi semakin plastis, sehingga besarnya deformasi saat menerima beban meningkat. Untuk syarat yang di tetapkan bina marga nilai flow yaitu 2mm sampai 4 mm, jika nilai flow kurang dari 2mm mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga mudah mengalami retak, sebaliknya jika nilai flow terlalu tinggi akan mengakibatkan deformasi yang berlebihan.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukannya penelitian yang dilakukan di laboratorium didapatkan hasil dari pengaruh abu batu apung sebagai pengganti filler terhadap hasil pengujian marshall dengan bahan pengikat aspal penetrasi 60/70 yaitu:

1. Pengaruh penggunaan abu batu apung sebagai bahan pengganti filler pada nilai marshall campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC).
2. Nilai stabilitas marshall dengan bahan pengganti abu batu apung sebagai filler pada kadar aspal optimum 6,3% didapatkan nilai 1355,5 kg untuk variasi 2% dan didapatkan nilai 1025,8 kg untuk variasi 3%.
3. Nilai flow dengan bahan pengganti abu batu apung sebagai filler pada kadar aspal optimum 6,5 didapatkan nilai 3,29 untuk variasi 2% dan 3,93 mm untuk variasi 3%.
4. Sampel yang digunakan untuk penelitian mencari nilai KAO pada aspal konvensional sebanyak 10 sampel, untuk mencari nilai KAO pada variasi 2% dan 3% sebanyak masing-masing 10 sampel pada setiap variasi dan 4 sampel digunakan untuk menguji stabilitas dan flow dengan menggunakan nilai KAO yang telah didapat pada variasi 2% dan 3%. Jadi sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 34 sampel.

Daftar Pustaka

Nisumanti, Sartika., Amalia, Ghina., & Putri, S.A. 2022. *The Effect Latex on The Characteristics of Asphalt Concrete Wearing Course. International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism.*

Yulianti Dimitri. 2018. *Evaluasi Kinerja Fungsional Struktural dari Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Yang Menggunakan Aspal Pen 60/70 dan Polimer Elvaloy.* Jurnal Desiminasi Teknologi, Vol. 6 Nomor.1

Badan Standardisasi Nasional. 2002. *SNI 03-6893-2002 Metode Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal.* Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Hardiyatmo, H. C. 2015. *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah.* Cetakan Ke-2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Nisumanti Sartika & Yussuf Muhammad. 2022. *Pengaruh Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Filler Aspal Pen 60/70*

Sukirman, S. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur.* Bandung: Nova

Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 2433:2011 Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal dengan Alat Cleveland Open Cup.* Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 2417:2008 Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.* Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Sukirman,S. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*.
Bandung: Institut Teknologi Nasional.

Nisumanti, Sartika. Febryandi. & Dwi, Syintia. 2020.

Pengujian *Setting Time*

Hasil dari pengujian *setting time* dapat dilihat pada
Gambar