

Pengaruh Penambahan Abu Batu Karang Terhadap Durabilitas pada Campuran Aspal Beton

Muh. Miftahulkhair¹, Muhammad Ridwan Muhlis², St. Fauziah Badaron³,
Andi Alifuddin⁴, Bulgis⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹miftahulkhairr@gmail.com; ²muhammad.ridwan0912mr@gmail.com;
³sitifauziahbadrun@gmail.com; ⁴andi.alifuddin@umi.ac.id; ⁵bulgis.bulgis@umi.ac.id

ABSTRAK

Campuran lapisan aspal beton yang menggunakan bahan penyusun berupa agregat dan aspal memiliki beberapa kelemahan salah satunya yaitu memiliki rongga pada campuran yang dapat menyebabkan kerusakan jalan. Berangkat dari kelemahan tersebut, dilakukan penggunaan bahan pengisi (*filler*) yang diharapkan dapat mengurangi rongga dan meningkatkan kinerja pada campuran aspal beton. Upaya untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan salah satunya dengan melakukan sebuah inovasi dengan menambahkan abu batu karang sebagai bahan pengisi (*filler*). Senyawa karbonat yang terkandung pada batu karang dapat berperan sebagai bahan anti pengelupasan yang diharapkan dapat meningkatkan keawetan pada kinerja campuran beton aspal. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh penambahan abu batu karang terhadap karakteristik *Marshall*, durabilitas, dan deformasi campuran aspal beton. Metode Penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen terhadap pemanfaatan abu batu karang pada campuran beraspal. Dari hasil penelitian dengan penambahan abu batu karang dengan pengujian *Marshall* didapatkan nilai optimum pada variasi penambahan abu batu karang 6% dengan nilai stabilitas sebesar 1066,55 kg. Untuk pengujian durabilitas digunakan penambahan abu batu karang sebesar 6% dengan durasi perendaman selama 1, 2, 3, 4 hari didapatkan nilai indeks kekuatan sisa berturut-turut 94,87%, 93,51%, 88,54%, dan 64,07%.

Kata Kunci: Abu batu karang, *Marshall test*, durabilitas. campuran beraspal

ABSTRACT

Mixture of asphalt-concrete layers that use the constituent materials in the form of aggregate and asphalt has several weaknesses, one of which is having cavities in the mixture that can cause road damage. Departing from these weaknesses, the use of fillers is carried out which is expected to reduce voids and improve performance in asphalt-concrete mixtures. One of the efforts to improve the performance of the road pavement is by making an innovation by adding rock ash as a filler. The carbonate compounds contained in the rock can act as an anti-peeling agent which is expected to increase the durability of the asphalt concrete mix performance. This study intends to determine the effect of adding rock ash to Marshall characteristics, durability, and deformation of asphalt-concrete mixtures. The research method used is an experimental method on the utilization of rock ash in asphalt mixtures. From the results of research with the addition of rock ash with the Marshall test, it was found that the optimum value for the variation of the addition of rock ash was 6% with a stability value of 1066.55 kg. For durability testing, the addition of 6% coral ash was used with a duration of immersion for 1, 2, 3, 4 days, the residual strength index values were 94.87%, 93.51%, 88.54%, and 64.07 %.

Keywords: Coral reef ashes, Marshall test, durability, asphalt mixture

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan di Indonesia khususnya pada konstruksi perkerasan jalan lentur (*flexible pavement*) telah sangat lama dikenal dan digunakan dalam pembuatan jalan. Salah satu jenis campuran yang umum digunakan dalam pembuatan jalan adalah lapisan aspal beton (Laston) (Sukirman, 1999). Seiring bertambahnya umur pada suatu perkerasan jalan maka jalan akan mengalami penurunan fungsi strukturalnya. Pada campuran lapisan aspal beton yang memakai bahan penyusun berupa agregat dan aspal memiliki kelemahan salah satunya adalah mempunyai rongga pada campuran lapisan aspal beton yang dapat menimbulkan kerusakan pada jalan.

Melihat kelemahan tersebut maka dilakukan penggunaan bahan pengisi (*filler*) yang diharapkan dapat mengurangi rongga dan meningkatkan kinerja pada campuran lapisan aspal beton. Upaya untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan salah satunya ialah dengan melakukan sebuah inovasi dengan menambahkan abu batu karang sebagai bahan pengisi (*filler*) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).

Batu karang ialah terumbu karang yang telah mati dan terbawa arus ke pesisir pantai. Batuan yang biasanya ditemukan disekitar pantai yang mempunyai temperature air laut yang tinggi sepanjang tahun merupakan batuan karang. Batuan yang memiliki kandungan kimia berupa senyawa karbonat ialah batu karang yang umumnya tergolong batuan kapur yang berbentuk terumbu (*coral reef*) (Sihombing et al., 2019). Senyawa karbonat yang terkandung pada batu karang juga terkandung pada kapur padam dimana kapur padam berperan sebagai bahan anti pengelupasan dalam campuran beraspal yang bisa meningkatkan durabilitas ataupun

keawetan pada campuran beton aspal dalam menerima penyaluran berat kendaraan dengan gesekan diantara permukaan jalan dengan roda kendaraan, juga mencegah keausan akibat efek perubahan cuaca ataupun perubahan suhu di permukaan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Berlandaskan dari beberapa permasalahan yang telah diidentifikasi, sehingga pada penelitian ini dirumuskan:

1. Bagaimana efek pemanfaatan abu batu karang menjadi bahan pengisi atau *filler* terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran Aspal Beton AC-WC?
2. Bagaimana tingkat durabilitas campuran aspal beton AC-WC akibat variasi perendaman menggunakan abu batu karang sebagai *filler* terhadap nilai Indeks Durabilitas Pertama (IDP), Indeks Durabilitas Kedua (IDK) dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh pemanfaatan abu batu karang menjadi bahan pengisi atau *filler* terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran Aspal Beton AC - WC.
2. Mengetahui tingkat durabilitas campuran aspal beton AC-WC akibat variasi perendaman menggunakan abu batu karang sebagai *filler* terhadap nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS), Indeks Durabilitas Pertama (IDP), dan Indeks Durabilitas Kedua (IDK).

2. Metode Penelitian

2.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terhadap pemanfaatan abu batu karang yang dijadikan sebagai bahan tambah *filler* pada campuran untuk lapisan Aspal Beton Wearing

Course (AC-WC). Selanjutnya dilakukan observasi untuk mengetahui karakteristik campuran aspal.

2.2 Lokasi Penelitian

Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia menjadi tempat penelitian ini dilakukan.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data primer yaitu data yang didapatkan dari pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium berupa pemeriksaan karakteristik campuran aspal beton.
 - a. Pemeriksaan Agregat
 - b. Pemeriksaan Aspal
 - c. Pemeriksaan Abu Batu Karang
2. Data sekunder yaitu yang didapatkan dari referensi terkait.

2.4 Bahan dan Alat Penelitian

2.4.1 Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya:

1. Agregat yang terdiri dari:
 - a. Agregat kasar merupakan agregat tertahan pada saringan no.4 yang di ambil dari proses pemecahan batu (stone crusher) yang di ambil dari Malino Kabupaten Gowa.
 - b. Agregat halus yang terdiri dari pasir dan abu batu adalah agregat lolos saringan no.4 dan tertahan di no.200 yang di ambil dari Malino Kabupaten Gowa.
2. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal Penetrasi 60/70 di peroleh dari PU Bina Marga Baddoka.
3. Batu karang yang berasal dari Pantai Berova, Desa Pitulua Kabupaten Kolaka Utara.

2.4.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Marshall Test* dan alat pendukung lainnya yang tersedia di Laboratorium

Bahan Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.

2.5 Tahapan Penelitian

Bahan benda uji yang digunakan diperoleh dari:

1. Bahan Aspal menggunakan aspal minyak dengan penetrasi 60/70 buatan pertamina.
2. Batu karang yang digunakan diambil langsung di pantai, batu karang yang diambil merupakan batu karang yang telah mati dan terbawa ke pinggir pantai.
3. Agregat yang akan digunakan merupakan agregat kasar serta halus yang diperoleh dengan cara pengambilan dari tiap-tiap unit bahan setidaknya tiga bagian pada setiap unit yang kuantitasnya diperkirakan sama kemudian digabungkan sehingga didapatkan bahan yang banyaknya sama atau lebih besar dari banyak dari minimum yang disarankan. Bahan sampel yang dikumpulkan dilakukan dengan menggunakan alat skop dengan berhati-hati agar dapat mengambil bahan yang terdapat di antara dua yang berbeda lalu dimasukkan ke dalam wadah kemudian alat sikat digunakan untuk mengumpulkan butir-butir halus (AASHTO 2013).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat dan Aspal

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini mulai dari ukuran 0,5-1 dan 1-2 sedangkan untuk agregat halus yang digunakan adalah abu batu adapun bahan pengikat yang dipakai adalah aspal pertamina dengan penetrasi 60/70 yang dipakai adalah material yang telah melalui pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Split		Abu batu	Aspal	Spesifikasi
		1 – 2	0,5 – 1			
		15%	30%	55%		
1	Berat Jenis Agregat					
	a. Bulk	2.56	2.46	2.59		2.4 – 2.9
	b. SSD	2.62	2.52	2.71		2.4 – 2.9
	c. Apparent	2.73	2.62	2.51		2.4 – 2.9
	d. Penyerapan	2.45	2.35	2.87		≤ 3 %
2	Berat Isi					
	a. Gembur (gr/cm ³)	1,42	1.44	1.52		1,4 – 1,9
	b. Padat (gr/cm ³)	1.50	1.52	1.80		1,4 – 1,9
3	Sand Equipalent					≥ 60 %
	ba Sebelum pembebanan (%)	-	-	82,92		
	bb Setelah pembebanan (%)	-	-	80,82		
4	Soundness Test (%)	0.66	0.66	-		≤ 12 %
5	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)				96	≥ 95 %
6	Penetrasi 25°C;100 gr; 5 detik; 0,1 mm				62,60	60 – 79
7	Berat Jenis Aspal				1.04	1.0 – 1.16
8	Titik Lembek Aspal (°C)				53	≥ 48
9	Daktalitas, 25 °C; cm				152,50	≥ 100

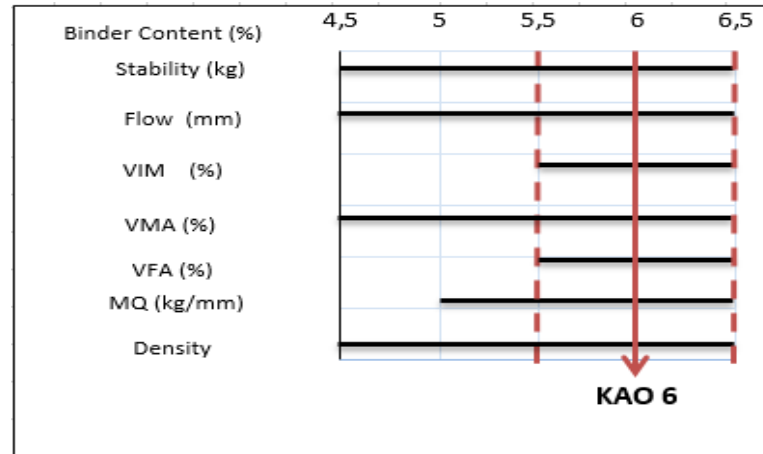
3.2 Analisis dan Hasil Pengujian Marshall Test untuk penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik campuran aspal yang terdiri dari Stabilitas, *Flow*, *Void in Mixture* (VIM), *Void in Mineral Aggregates* (VMA), *Void Filled with Asphalt* (VFA), *Density* dan *Marshall Quotient* akan kita hitung sebelum melakukan analisis dari hasil pengujian

dengan menggunakan Metode *Marshall Test*, dari hasil pengujian Laboratorium kemudian didapatkan hasil perhitungan karakteristik Marshall menggunakan 5 variasi kadar aspal yang akan digunakan yaitu kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5%. Hasil rekapitulasi karakteristik *Marshall* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Rekapitulasi pengujian marsahll campuran AC-WC Pen 60/70 untuk Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sifat-sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Kadar Aspal; %	4.5	5	5.5	6	6.5	
Density; kg/mm ³	2,255	2,263	2,272	2,273	2,275	≥2,2
VIM; %	6,765	5,775	4,772	4,053	3,333	3-5
VMA; %	15,088	15,225	15,357	15,745	16,135	≥ 15
VFA; %	55,173	65,092	68,961	74,289	79,355	≥ 63
Stabilitas; kg	951,054	1015,282	1035,132	994,546	955,340	800–1800
Flow; mm	3,33	3,13	3,00	3,03	3,40	2-4
MQ; kg/mm	287,640	324,368	345,089	328,020	275,793	Min 250



Gambar 1 Penentuan Nilai KAO

Pada gambar 1 merupakan hasil dari hubungan antara kadar aspal dengan karakteristik campuran dipakai nilai tengah pada barchart *Marshall Test* yang telah memenuhi spesifikasi, sehingga diperoleh KAO sebesar 6%.

$$KAO = \frac{5,5\% + 6,5}{2} = 6\%$$

Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam campuran AC-WC dapat berdampak pada karakteristik campuran aspal seperti *Density*, *Void In Mix (VIM)*, *Void In Material Agregates (VMA)*, *Void Filled with Asphalt (VFA)*, *Stability*, *Flow*, dan *Marshall Quotient*. Pada saat *VIM* menurun dengan konsisten seiring dengan pertambahan kadar aspal dikarenakan seiring bertambahnya kadar aspal sehingga dapat mengisi rongga yang terdapat pada campuran. Begitu pula dengan *VFA* secara konsisten meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dikarenakan seiring pertambahan kadar aspal menyebabkan rongga pada campuran yang terisi aspal meningkat. Nilai *VMA* meningkat dikarenakan rongga diantara butiran mineral agregat diisi oleh aspal, rongga diantara butiran agregat ialah campuran yang telah dipadatkan termasuk didalamnya adalah volume aspal efektif. *Stability* meningkat seiring dengan penambahan kadar aspal hingga batas tertentu kemudian menurun. Dengan konsisten *Flow* akan meningkat seiring

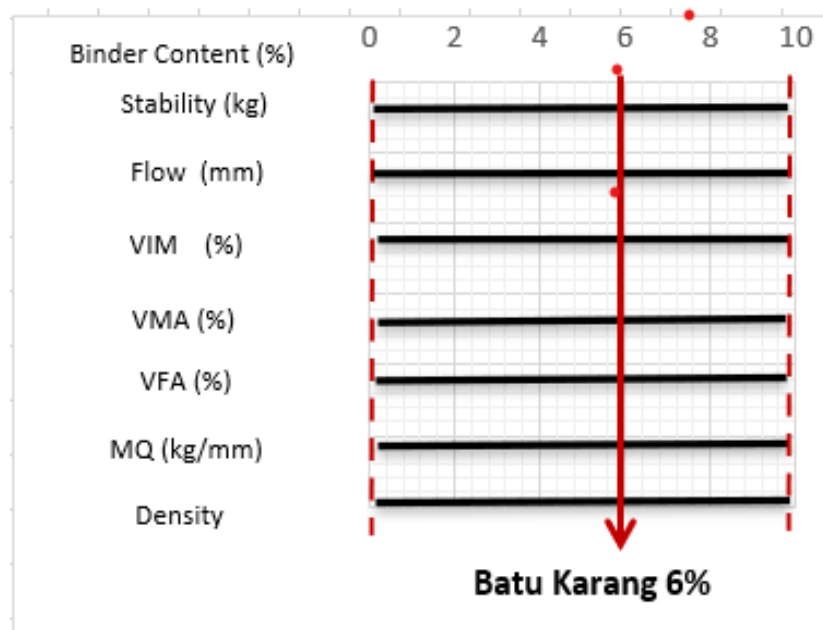
penambahan kadar aspal tetapi akan menurun seiring penambahan kandungan aspal yang berlebihan, akibat kadar aspal berlebih akan menyebabkan kegemukan pada campuran (*bleeding*) yang menyebabkan nilai *flow* meningkat. *Marshall Quotient* akan meningkat seiring penambahan kadar aspal hingga batas yang ditentukan kemudian akan mengalami penurunan. Pada perencanaan campuran AC-WC akan digunakan nilai kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi bahan tambah dengan variasi kadar Abu Batu Karang 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%.

3.3 Analisis dan Hasil Pengujian *Marshall Test*, menggunakan bahan tambah Abu Batu Karang.

Karakteristik campuran aspal yang terdiri dari Stabilitas, *Flow*, *Void in Mixture (VIM)*, *Void in Mineral Aggregates (VMA)*, *Void Filled with Asphalt (VFA)*, *Density* dan *Marshall Quotient* akan melalui perhitungan terlebih dahulu. Dengan menggunakan Metode *Marshall Test* hasil pengujian Laboratorium kemudian akan didapat hasil perhitungan karakteristik Marshall dengan variasi kadar abu batu karang yang akan digunakan yaitu kadar abu batu karang 2%, 4% 6%, 8%, dan 10%. Pada table berikut dapat dilihat hasil rekapitulasi *Marshall Test*.

Tabel 3 Rekapitulasi pengujian marshall campuran AC-WC menggunakan bahan tambah abu batu karang

Sifat-sifat Campuran	Hasil Pengujian						Spesifikasi
Kadar Abu Batu Karang	0%	2%	4%	6%	8%	10%	
Density	2,270	2,271	2,274	2,276	2,278	2,284	≥2.2 kg/mm ³
VIM; %	4,214	4,155	4,042	3,954	3,843	3,609	3-5%
VMA; %	15,866	15,835	15,735	15,658	15,561	15,355	≥ 15 %
VFA' %	73,496	73,877	74,316	75,151	75,856	77,274	≥ 63 %
Stabilitas; kg	994,546	1040,546	1054,834	1066,556	1020,946	987,650	800 – 1800 kg
Flow; mm	3,03	2,95	2,87	2,82	2,90	3,03	2-4 mm
MQ; kg/mm	328,020	352,615	368,224	378,691	352,050	325,759	Min 250 kg/mm



Gambar 2 Penentuan nilai abu batu karang optimum

Pada hasil analisis gambar 2 Barchat hubungan kadar abu batu karang dengan karakteristik campuran di gunakan nilai tengah pada grafik yang memenuhi karakteristik Marshall Test, sehingga diperoleh KAO sebesar 6%.

$$KABKO = \frac{2\% + 10\%}{2} = 6\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada semua campuran dengan penambahan kadar abu batu karang memenuhi karakteristik *Marshall*.

3.4 Hasil pengujian durabilitas dengan metode rendaman terhadap penggunaan bahan tambah abu batu karang berdasarkan kadar abu batu karang optimum

Pengujian Marshall Test pada keadaan variasi perendaman dengan durasi waktu perendaman yang berbeda ini dilakukan untuk mengetahui durabilitas ataupun keawetan suatu campuran aspal beton. Agar dapat mengetahui kinerja

Pengaruh Penambahan Abu Batu Karang Terhadap Durabilitas dan Deformasi pada Campuran Aspal Beton

durabilitas campuran aspal akan dipakai beberapa Indikator yaitu Indeks Penurunan stabilitas (IPS) meliputi Indeks Durabilitas Pertama (IDP) serta Indeks Durabilitas Kedua (IDK) serta

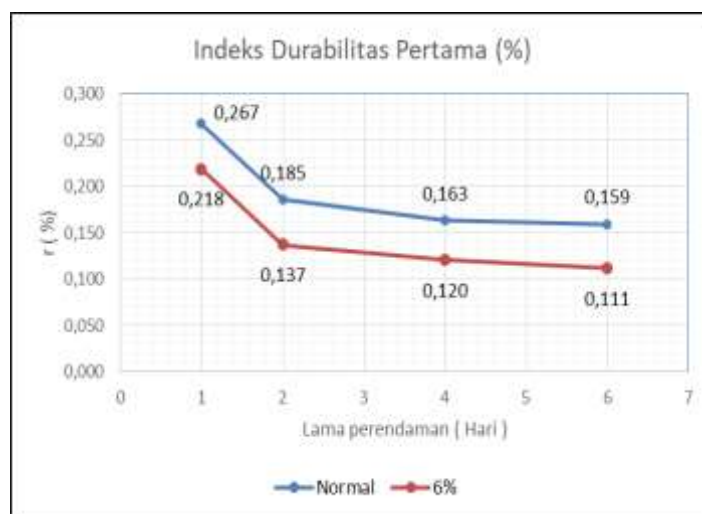
Indeks Kekuatan Sisa (IKS), (Alifuddin and Arifin 2020). Perendaman benda uji dilakukan selama 30 menit 1 Hari, 2 Hari, 4 Hari, 6 Hari pada suhu 60°C.



Gambar 6 Hubungan nilai IKS dengan lama perendaman

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat nilai indeks kekuatan sisa (%) mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu perendaman. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan adalah salah satunya waktu rendaman bertambah yang menyebabkan aspal yang terkena air akibatnya terjadi penurunan kekuatan pada campuran yang mengakibatkan terjadi perubahan

pada sifat aspal sebagai material pengikat dan menyebabkan rongga pada campuran meningkat dan berdampak pada kinerja campuran yang menurun disisi lain penggunaan abu batau karang sebagai *filler* pada campuran dapat mengurangi rongga pada campuran beraspal yang menyebabkan campuran dengan menggunakan abu batu karang dapat meningkatkan kinerja pada aspal beton.



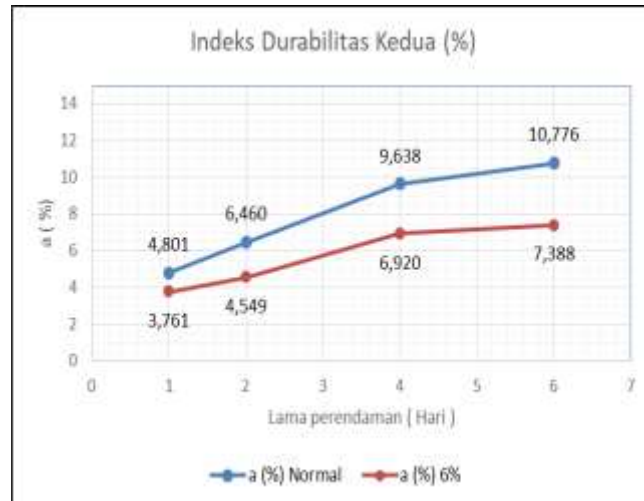
Gambar 7 Hubungan nilai IDP dengan lama perendaman

Selain parameter indeks kekuatan sisa, indeks, indeks durabilitas pertama yang

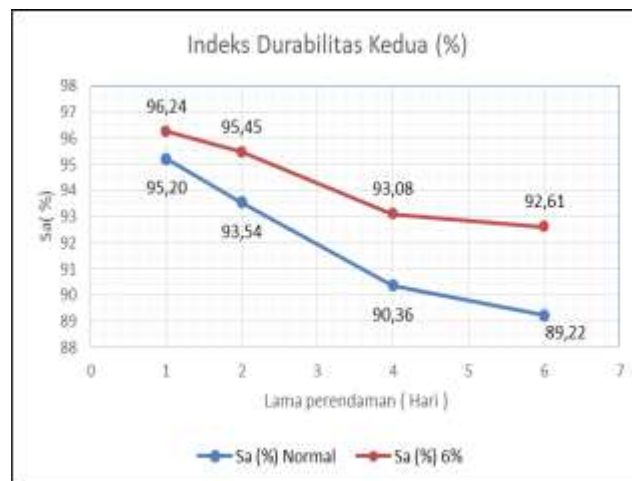
disimbolkan dalam satuan r (%) ialah penurunan stabilitas pada campuran

seiring dilakukannya perendaman diakibatkan terjadi penurunan kekuatan antara aspal dan agregat yang diakibatkan oleh air r % merupakan

menurunnya keawetan pada campuran, r positif menandakan penurunan kekuatan sedangkan untuk r negatif adalah merupakan peningkatan kekuatan



Gambar 8 Hubungan nilai IDK (a) dengan lama perendaman



Gambar 9 Hubungan nilai IDK (Sa) dengan lama perendaman

Faktor lain yang dapat digunakan agar mendapatkan tingkat keawetan pada campuran ialah nilai indeks durabilitas kedua. Nilai durabilitas ini mendeskripsikan hilangnya ketahanan pada campuran dengan dilakukannya perendaman. Nilai indeks durabilitas kedua disimbolkan dengan a . Yang dimana menurunnya kekuatan campuran jika a bernilai positif serta terjadi perolehan kekuatan pada campuran jika a bernilai negatif.

4. Kesimpulan dan saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan yang dirumuskan serta hasil penelitian terhadap campuran *asphalt concrete wearing course* (AC-WC) dengan penggunaan bahan tambah berupa Abu Batu Karang sebagai *filler* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dari analisis dapat dilihat dampak dari penambahan Abu Batu Karang, hasil uji *Marshall Test* dengan campuran aspal beton yang menggunakan bahan tambah Abu

Batu Karang memperoleh nilai optimum pada variasi penambahan abu batu karang 6% yang meningkatkan nilai stabilitas sebesar 1066,55 kg.

- 2) Dari analisis pengaruh penambahan Abu Batu Karang, hasil pengujian Durabilitas pada campuran aspal beton dengan kadar bahan tambah optimum Abu Batu Karang 6% setelah melewati serangkain periode perendaman pada durasi 1 hari 2 hari 4 hari dan 6 hari maka berdasarkan analisis bahwa penambahan kadar bahan tambah optimum Abu Batu Karang 6% dapat meningkatkan nilai durabilitas berdasarkan parameter Indeks Kekuatan Sisa (IKS), Indeks Durabilitas Pertama (IDP) dan Indeks Durabilitas Kedua (IDK).

4.2 Saran

Dapat disusulan beberapa saran dari hasil penelitian ini yaitu:

- 1) Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lagi lebih mendalam pengaruh bahan tambah Abu Batu Karang sebagai bahan pengisi atau *filler* pada , latasir, lataston serta jenis lapisan perkerasan lainnya.
- 2) Dapat menggunakan jenis aspal serta agregat yang lain yang lebih beragam pada penelitian selanjutnya sehingga lebih memahami dampak dari penggunaan bahan tambah Abu Batu Karang dengan menggunakan aspal dan agregat yang berbeda.

- 3) Diharapkan penelitian ini dapat lebih dikembangkan lagi dengan karakteristik campuran yang berbeda dengan menggunakan Abu Batu Karang sebagai bahan tambah.

Daftar Pustaka

- AASHTO. 2013. "Standart Spesification For Transportation Materials and Method of Sampling and Testing." Part 3.
- Alifuddin, Andi, and Winarno Arifin. 2020. "Analisis Durabilitas Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Terhadap Penggunaan Serat Selulosa (Serat Asbes)." *Jurnal Teknik Sipil MACCA* 5(2): 67–78.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2020. "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2)." *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat* (Oktober): 1036.
- Sihombing, Sahat, Achmad Pahrul Rodji, and Juni Ardi Akbar. 2019. "Analisis Penggunaan Serbuk Batu Karang Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc): 368–75.
- Sukirman, Silvia. 1999. "Tl I/ ,1." *Perkerasan Jalan Lentur*: 1–129.