

Daur Ulang Penggunaan Aspal Panas Retak Kulit Buaya Yang Digunakan Pada Lapis Perkerasan

Rizky Hariyanto Tahir, Abd. Rahim Nurdin, Tamrin Mallawangeng

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : rizkyhariyanto097@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 02-09-2023

Direvisi: 05-01-2024

Disetujui: 30-01-2024

Abstract. *Most of the road construction processes in Indonesia still use conventional methods, namely using large amounts of aggregate and asphalt, if this is done continuously it use of Reclaimed Asphalt (Cracked Crocodile Skin Asphalt), which is used hot mix material resulting from clod milling exfoliation. This research includes testing the aggregate and Marshall characteristics which were carried out at the Civil Engineering Laboratory Bosowa University. This study aims to determine the characteristics of asphalt mixture (AC-WC) using Reclaimed Asphalt (Cracked Crocodile Skin Asphalt). As for the addition of new asphalt to Cracked Crocodile Skin Asphalt, namely 1.77%, 2.27%, 2.77%, 3.27%, 3.77% with 1 x 24 hour immersion. This results showed that the addition of new asphalt and immersion would affect the result of the Marshall test.*

Abstrak. Proses pembangunan jalan di Indonesia sebagian besar masih menggunakan cara konvensional, yaitu menggunakan agregat dan aspal dalam jumlah yang besar, hal tersebut jika dilakukan terus menerus dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu teknologi daur ulang aspal adalah penggunaan Asphalt Reclaimed (Aspal Retak Kulit Buaya) yaitu material bekas hot mix hasil dari pengelupasan cold milling. Penelitian ini meliputi pengujian karakteristik agregat dan Marshall yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal (AC-WC) dengan menggunakan Asphalt Reclaimed (Aspal Retak Kulit Buaya). Adapun penambahan aspal baru pada Aspal Retak Kulit Buaya yaitu 1,77%, 2,27%, 2,77%, 3,27%, 3,77% dengan perendaman 1 x 24 Jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan aspal baru dan perendaman akan mempengaruhi hasil pengujian Marshall.

Keywords:

Crocodile Skin Cracked

Asphalt; AC-WC; Oil Asphalt;

Marshall Characteristics

Corresponden author:

Email: rizkyhariyanto097@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, setiap tahun pemerintah melakukan pembangunan jalan maupun perbaikan jalan untuk fungsi pelayanan umum maupun untuk fungsi ekonomi. Pemakaian material seperti agregat dapat merusak lingkungan jika dilakukan secara kontinyu. Selain itu, pembuatan perkerasan jalan juga menggunakan material aspal di mana aspal merupakan hasil penyulingan minyak bumi yang jika digunakan secara terus menerus dapat menimbulkan kelangkaan sumber daya karena minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Teknologi daur ulang aspal atau asphalt recycling adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah lingkungan dalam bidang transportasi (Rizal dkk, 2015).

Sistem daur ulang perkerasan jalan mulai populer di negara maju tahun 1980-an, seiring dengan kesadaran banyak orang tentang pentingnya pelestarian alam. Agar sumber daya alam tidak cepat habis, agregat dan aspal yang berasal dari perkerasan lama perlu dihemat dan dipakai lagi dengan sistem daur ulang. Di Indonesia, daur ulang perkerasan jalan ini baru dimulai satu atau dua tahun yang lalu dengan adanya trial daur ulang ini pada jalan di Pantura Jawa oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Hasil dari pengerukan perkerasan lama dapat terdiri atas: Reclaimed Agregate Material (RAM), yaitu material substandar yang didapat dari pembongkaran lapis pondasi perkerasan tanpa bahan pengikat, dan Recycled Asphalt Pavement (RAP), yaitu material substandar butiran campuran beraspal yang diperoleh dari hasil milling atau lapisan beraspal lama (Sihombing, Sugeng, & Hariyadi, 2018). Penerapan teknologi ini pada konstruksi perkerasan jalan, merupakan suatu bentuk kepedulian para peneliti dan praktisi perkerasan jalan terhadap masalah keterbatasan sumber daya alam dan isu-isu lingkungan yang menjadi perhatian dunia (Haji *et al.*, 2013).

Pemanfaatan aspal daur ulang pada umumnya digunakan untuk mengurangi penggunaan agregat baru. Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) adalah material bekas hotmix hasil dari penggalian cold milling. Jenis kerusakan perkerasan ada berbagai macam. Pada penelitian ini RAP yang digunakan berasal dari kerusakan jenis

retak kulit buaya (alligator cracking). Kerusakan jenis retak kulit buaya disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas berulang-ulang. Pemahaman tentang berapa banyak presentase RAP yang digunakan dalam suatu campuran pada umumnya diperoleh dari uji eksperimental di laboratorium, dari pengujian tersebut akan dihasilkan presentase RAP, agregat baru, dan kadar aspal baru yang akan digunakan dalam pembuatan campuran aspal baru. Persentase RAP dan material baru (aspal dan agregat) untuk pembuatan campuran beraspal baru dengan material RAP yang berasal dari hasil milling campuran beraspal lama yang mengalami kerusakan retak kulit buaya (Rizal dkk, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal (AC-WC) dengan menggunakan Asphalt Reclaimed (Aspal Retak Kulit Buaya). Adapun penambahan aspal baru pada Aspal Retak Kulit Buaya yaitu 1,77%, 2,27%, 2,77%, 3,27%, 3,77% dengan perendaman 1 x 24 Jam.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Universitas Bosowa Makassar, jurusan sipil, fakultas Teknik dengan menggunakan sistem pencampuran aspal panas, aspal yang digunakan adalah aspal panas retak kulit buaya. Sedangkan metode pengujianya mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI) dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa aspal retak kulit buaya dan Aspal digunakan sebagai bahan pengikat antara aspal dan agregat. Aspal juga sebagai bahan pengisi rongga antar butir agregat. Aspal yang digunakan yaitu aspal pen 60/70.

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (kasar, halus dan filler), aspal dan pengujian terhadap campuran (Uji Marshall). Pengujian terhadap agregat termasuk Analisa saringan, pemeriksaan berat jenis, dan penyerapan air. Untuk pengujian aspal panas retak kulit buaya, penetrasi titik nyala, titik bakar, titik lembek dan berat jenis. Sedangkan metode yang digunakan sebagai pengujian campuran adalah metode Marshall, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen Marshall, yaitu stabilitas (density), kepadatan (flow), (void in the Mineral Agregat /VMA). Rongga didalam campuran (void in the compacted mixture /VMA). Rongga udara yang terisi aspal (voids filled asphalt /VFA). Hasil bagi Marshall Quotient (MQ)

Jenis penelitian ini yaitu eksperimen di laboratorium berupa pengujian marshall dengan variasi kadar aspal. Material yang digunakan dalam penelitian ini diambil saat pekerjaan pengelupasan jalan poros pangkep-barru pada km 53 – 84. Jenis sampel yang diambil adalah Aspal Retak Kulit Buaya. Proses pengelupasan aspal Retak Kulit Buaya berukuran 2x1 meter dengan dalam 5 cm menggunakan alat cold milling machine. Aspal retak kulit buaya yang telah dikupas menggunakan alat cold milling machine. Prosedur pengetesan adalah benda uji yang telah dipadatkan dan didinginkan kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji diudara, kemudian melakukan perendaman dengan 1 x 24 Jam, benda uji yang telah direndam kemudian diangkat. Setelah diangkat benda uji yang telah melalui proses perendaman kemudian tes dengan alat Marshall.

Rancangan benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Tabel Notasi dan Jumlah Benda uji

Jumlah pembuatan benda uji		
1. Tanpa Penambahan Aspal Baru		
Kadar Aspal Lama (%)	AC-WC	Jumlah
3,73 %	3	3
2. Penambahan Aspal Baru		
Kadar Aspal Baru (%)	Siklus Perendaman (Hari)	Jumlah
5,5 %	1	3
6 %	1	3
6,5 %	1	3
7 %	1	3
7,5%	1	3
3. Pengujian Kadar Aspal Efektif		
Kadar Aspal	Waktu (Menit/Jam)	Jumlah
Efektif	30 Menit	3
Efektif	24 Jam	3
Total benda uji		24

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2022.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Aspal Retak Kulit Buaya. Yang lokasi pengambilan sampelnya pada jalan poros kota pangkep – barru. Jenis aspal yang digunakan studi ini adalah aspal minyak dengan penetrasi 60/70.

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam Tabel 2. – Tabel 3. dan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus disajikan dalam Tabel 4. sebagai berikut

Tabel 2. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

No.	Ukuran Ayakan ASTM (mm)	% Lolos	Spesifikasi 2018
1.	¾ in (19 mm)	100,00	100
2.	½ in (12,5 mm)	96,35	90 – 100
3.	3/8 in (9,5 mm)	85,95	77 - 90
4.	No. 4 (4,75 mm)	66,95	53 - 69
5.	No. 8 (2,36 mm)	49,86	33 - 53
6.	No. 16 (1,18 mm)	31,94	21 - 40
7.	No. 30 (0,60 mm)	29,28	14 - 30
8.	No. 50 (0,30 mm)	15,42	9 - 22
9.	No. 100 (0,14 mm)	8,74	6 - 15
10.	No. 200 (0,075 mm)	5,96	4 - 9

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2022.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2 dan Batu Pecah 0,5-1)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Maks.	%
Gradasi	AASHTO T27- 82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan (Batu Pecah 1-2)					
1. Bulk		2.64	2.5		-
2. SSD	SNI 03-1969-1990	2.67	2.5	3	-
3. Semu		2.73	2.5		-
4. Penyerapan		1.31	-		-
Berat jenis dan penyerapan (Batu Pecah 0,5-1)					
1. Bulk		2.67	2.5		-
2. SSD	SNI 03-1969-1990	2.71	2.5		-
3. Semu		2.80	2.5	3	-
4. Penyerapan		1.78	-		-

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Max	%
Gradasi	AASHTO T27-82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan					
1. Bulk		2.56	2.5		-
2. SSD	SNI 03-1970-1990	2.61	2.5	3	-
3. Semu		2.68	2.5		-
4. Penyerapan		1.83	-		-

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Jenis aspal yang dipakai dalam pengujian ini yakni aspal retak kulit buaya yang di ekstraksi. Hasil pengujian kadar aspal sesuai hasil uji dan penelitian, disajikan pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Aspal Retak Kulit Buaya

No.	Uraian	Metoda Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Kadar Aspal (%)	SNI – 03-6894-2002	3.73

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Material	Berat Jenis Bulk	Berat Jenis Semu	Berat Jenis Efektif
	A	B	$c = \frac{(a + b)}{2}$
Batu Pecah 1-2	2.64	2.73	2.68
Batu Pecah 0,5-1	2.67	2.80	2.73
Abu Batu	2.56	2.68	2.76
Aspal		1,005	

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Berdasarkan hasil pemeriksaan di atas, diperoleh berat jenis gabungan agregat yaitu :

- B_j. Bulk Agregat (G_{sb}) = $\frac{2,64+2,67+2,56}{3} = 2,67$ gram

- Bj. Semu Agregat (G_{sa}) = $\frac{2,73+2,80+2,68}{3} = 2,78$ gram
- Bj. Efektif Agregat (G_{se}) = $\frac{2,67+2,78}{2} = 2,72$ gram

Komposisi campuran Aspal Retak Kulit Buaya dan Penambahan kadar aspal baru terhadap kadar aspal lama sebagai berikut.

Tabel 7. Komposisi Campuran Kadar Aspal Lama dan Penambahan Kadar Aspal Baru

Kadar Aspal Lama Hasil Ekstraksi	Kadar Aspal Perkiraan	Penambahahan Kadar Aspal Baru
3.73%	5.5%	1.77%
3.73%	6%	2.27%
3.73%	6.5%	2.77%
3.73%	7%	3.27%
3.73%	7.5%	3.77%

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tujuan dari pengujian Marshall ini ialah untuk mengetahui karakteristik Aspal Retak Kulit Buaya dengan penambahan aspal baru pada waktu perendaman 1 x 24 Jam. Maksud dari pengujian ini untuk mengetahui ketahanan (Stabilitas) terhadap kelelahan plastis (Flow) dari campuran aspal tersebut. Dapat kita amati pengaruh campuran aspal terhadap nilai Kepadatan, Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB dan Marshall Quotient untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Uji Karakteristik Marshall Campuran Aspal Retak Kulit Buaya Tanpa Penambahan Aspal Baru

No	Pemeriksaan	Kadar Aspal Lama 3,73%	Spesifikasi 2018
1	Kepadatan	2.30	-
2	Stabilitas (Kg)	1227.02	Min 800
3	Flow (mm)	2.30	2 – 4
4	VIM (%)	14.84	3 – 5
5	VMA (%)	22.07	Min 15
6	VFB (%)	32.88	Min 65
7	MQ (Kg/mm)	537.16	Min 250

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tabel 9. Hasil Uji Karakteristik Marshall Campuran Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Penambahan Aspal Baru Pada Perendaman 1 x 24 Jam

NO	Peneriksaan	Kadar Aspal	Aspal Retak Kulit Buaya				Spesifikasi 2018	
		Existing	5,5 %	6%	6,5 %	7%		7,5%
1	Kepadatan	2.13	2.34	2.32	2.29	2.28	2.28	-
2	Stabilitas (Kg)	1227.02	1640.34	1668.15	1709.53	1807.47	1763.17	Min 800
3	Flow (mm)	2.30	3.09	2.91	2.67	2.49	2.58	2 - 4
4	VIM (%)	14.84	3.97	4.10	4.34	4.17	3.55	3 - 5
5	VMA (%)	22.07	16.03	17.21	18.46	19.36	19.86	Min 15
6	VFB (%)	32.88	75.31	76.20	76.74	78.52	82.11	Min 65
7	MQ (Kg/mm)	537.16	532.90	573.07	652.22	732.94	691.63	Min 250

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Tabel 10. Hasil Uji Karakteristik Marshall Kadar Aspal Efektif Campuran Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 30 Menit dan 24 Jam

No	Pemriksaan	Kadar Aspal Efektif 7%		Spesifikasi 2018
		30 Menit	24 Jam	
1	Kepadatan	2.28	2.30	-
2	Stabilitas (Kg)	1902.63	1788.00	Min 800
3	Flow (mm)	2.62	2.46	2 - 4
4	VIM (%)	4.29	3.47	3 - 5
5	VMA (%)	19.46	18.77	Min 15
6	VFB (%)	78.04	81.53	Min 65
7	MQ (Kg/mm)	731.59	736.86	Min 250

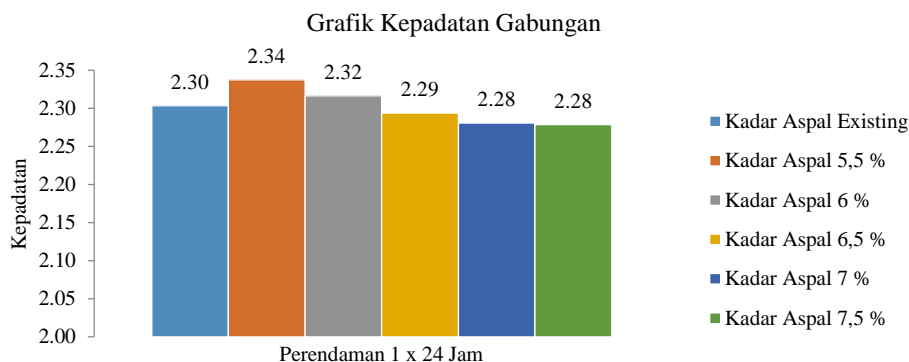
Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga Kementerian PUPR, 2018

Hasil Pengujian Dengan Penambahan Aspal Baru Pada Campuran Aspal Panas AC-WC (Aspal Retak Kulit Buaya) Dengan Perendaman 1 x 24 Jam

Hasil pengujian campuran benda uji pada alat pengujian Marshall akan diperoleh hasil-hasil parameter marshall dan hasil uji marshall tersebut sebagai berikut:

- Kepadatan (density)

Nilai kepadatan (*density*) menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi dalam batas tertentu akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat dibandingkan dengan campuran yang mempunyai *density* yang rendah. Nilai *density* suatu campuran dipengaruhi oleh kualitas dan komposisi bahan susun serta cara pemadatan, suatu campuran akan memiliki *density* yang tinggi apabila mempunyai bentuk butir yang tidak seragam dan porositas butiran rendah. Grafik nilai Kepadatan campuran AC-WC Aspal Retak Kulit Buaya untuk berbagai penambahan aspal baru dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut

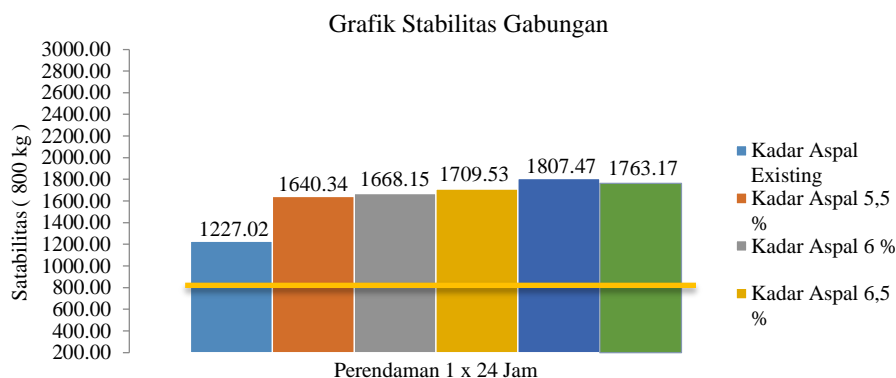


Gambar 1. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Fuhu 60°C.

Gambar 1. menunjukkan penambahan aspal baru, sangat memengaruhi tingkat nilai kepadatan (*density*). Pada kadar aspal existing 2,30, pada kadar aspal 5,5% yaitu 2,34, pada kadar aspal 6% yaitu 2,32, pada kadar aspal 6,5% yaitu 2,29, pada kadar aspal 7% yaitu 2,28, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 2,28.

b. Stabilitas Minimum 800 Kg

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) tetap, dinyatakan dalam satuan beban lalu lintas, perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas besar, akan tetapi stabilitas yang terlalu rendah akan mengakibatkan perkerasan akan mudah mengalami alu (*rattling*) oleh beban lalu lintas, grafik nilai stabilitas campuran AC-WC Aspal Retak Kulit Buaya untuk berbagai penambahan aspal baru dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



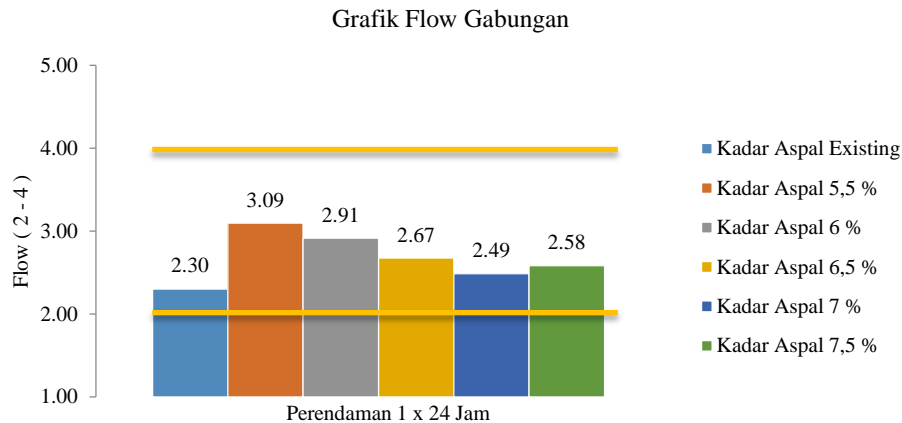
Gambar 2. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Suhu 60°C.

Gambar 2. menunjukkan bahwa stabilitas campuran yang dilakukan perendaman 1 x 24 Jam, nilai stabilitas mengalami kenaikan. Pada kadar aspal existing yaitu 1227.02 kg, pada kadar aspal 5,5% yaitu 1640,34 kg, pada kadar aspal 6% yaitu 1668,15 kg, pada kadar aspal 6,5% yaitu 1707,01 kg, pada kadar aspal 7% yaitu 1807,47 kg, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 1763,17 kg. campuran aspal yang direndam dalam air dengan waktu yang cepat, tidak terlalu menyerap air. Sehingga daya rekat bertambah dan adanya peremajaan dari bahan aspal. Dengan pemadatan dan pengaruh material, tidak terlalu signifikan jadi campuran aspal baru.

c. Pelelehan (*Flow*) Minimum 2 - 4 mm

Nilai *Flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *Flow* tinggi akan cenderung lembek sehingga akan menyebabkan deformasi

permanen apabila menerima beban. Sebaliknya jika nilai *Flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang mengalami daya dukungnya. Grafik nilai *Flow* campuran AC-WC Aspal Retak Kulit Buaya untuk berbagai penambahan kadar aspal baru dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



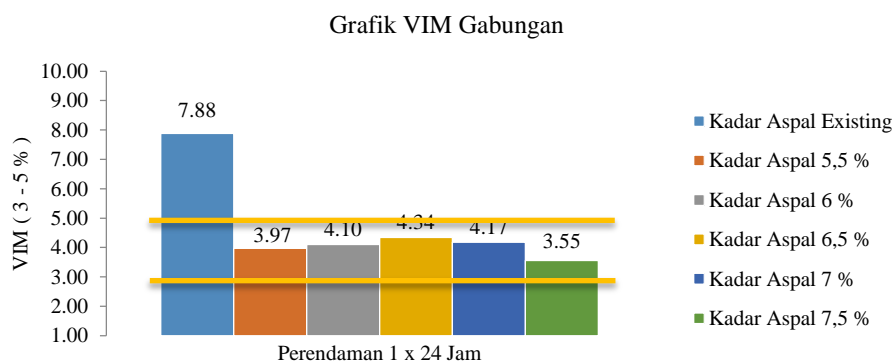
Gambar 3. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Suhu 60°C.

Gambar 3. menunjukkan bahwa penambahan kadar aspal baru pada Aspal Retak Kulit Buaya yang direndam menyebabkan mengalami penurunan, nilai *Flow* pada kadar aspal existing yaitu 2,30 mm, pada kadar aspal 5,5% yaitu 3,09 mm pada kadar aspal 6% yaitu 2,91 mm, pada kadar aspal 6,5% yaitu 2,67 mm, pada kadar aspal 7% yaitu 2,49 mm, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 2,58 mm. semakin cepat perendaman, air tidak terlalu mengisi rongga-rongga dalam campuran. Sehingga agregat yang tercampur dengan aspal akan lebih sempurna, dan meningkatkan daya rekat aspal.

d. Rongga Dalam Campuran (*VIM*) Min 3,0 % - 5,0%

VIM (*Void in mixture*) merupakan presentase ronggo udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah dilakukan perendaman. *VIM* Atau rongga dalam campuran adalah parameter yang biasanya berkaitan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran. Seinggah kecil nilai *VIM*, maka akan bersifat kedap air. Namun nilai *VIM* yang terlalu kecil dapat mengakibatkan keluarnya aspal dalam permukaan. Grafik nilai *VIM* campuran AC-WC Aspal Retak Kulit Buaya untuk berbagai penambahan kadar aspal baru dapat dilihat sebagai berikut.

Gambar 4. menunjukkan bahwa penambahan aspal baru pada Aspal Retak Kulit Buaya yang direndam mengalami penurunan nilai *VIM*. Pada kadar aspal existing yaitu 7,88, pada kadar aspal 5,5% yaitu 3,97, pada kadar aspal 6% yaitu 4,10, pada kadar aspal 6.5% yaitu 4,34, pada kadar aspal 7% yaitu 4,17, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 3,55. Semakin meningkatnya nilai *VIM* pada campuran aspal, karena disebabkan perendaman yang cepat akan mengurangi air yang masuk kedalam rongga- rongga yang terisi dalam campuran. Sehingga gaya tekan air (*water pressur*) pada aspal mengurangi dan rongga dalam campuran menjadi lebih stabil dan meningkatkan durabilitas atau keawetan campuran.

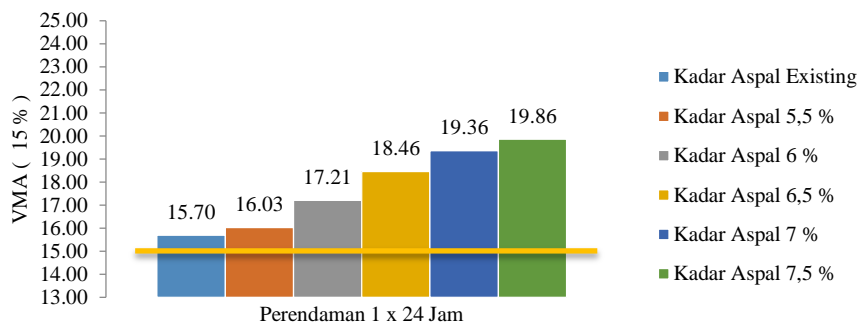


Gambar 4. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Suhu 60°C.

e. Rongga Dalam Ageragat (VMA) Minimum 15 %

VMA adalah presentase rongga antara butir agregat, termasuk didalamnya adalah rongga yang terisi udara dan rongga terisi aspal efektif. Nilai VMA yang terlalu kecil dapat menyebabkan lapisan aspal yang dapat menyelimuti agregat menjadi tipis dan mudah teroksidasi, akan tetapi bila kadar aspalnya terlalu banyak akan menyebabkan bleeding .

Grafik VMA Gabungan



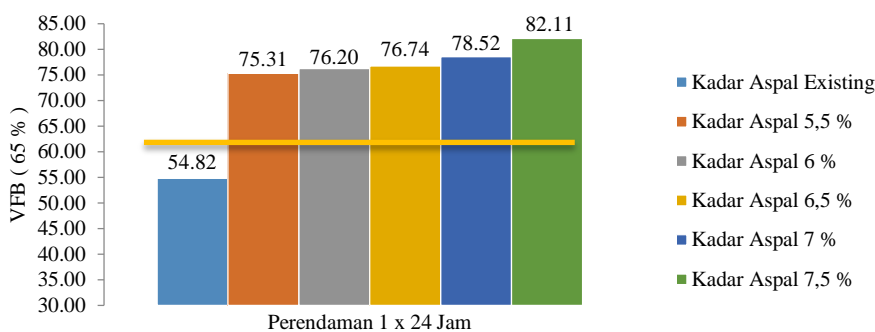
Gambar 5. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Suhu 60°C.

Gambar 5. menunjukkan bahwa penambahan aspal baru pada Aspal Retak Kulit Buaya yang direndam memengaruhi nilai VMA. Pada kadar aspal existing yaitu 15,70, pada kadar aspal 5,5% yaitu 16,03, pada kadar aspal 6% yaitu 17,21, pada kadar aspal 6,5% yaitu 18,46, pada kadar aspal 7% yaitu 19,36, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 19,86. Hal ini disebabkan karena lama campuran terendam maka kondisinya akan semakin jenuh. Peningkatan VMA pada campuran disebabkan karena daya tekan air ke segala arah yang mendesak aspal sehingga memungkinkan terjadinya perubahan susunan agregat yang menyebabkan rongga dalam mineral agregat meningkat.

f. Rongga Terisi Aspal (VFB) Minimum 65 %

Nilai VFB memperlihatkan presentase rongga terisi aspal. Apabila VFB besar maka banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan. Campuran terhadap udara dan air menjadi lebih tinggi, hal ini disebabkan aspal yang berjumlah besar apabila menerima beban dan panas akan mencari rongga yang kosong. Jika rongga yang tersedia sedikit dan semua telah terisis, aspal akan naik kepermukaan yang kemudian terjadi bleeding. Grafik nilai VFB campuran AC-WA Aspal Retak Kulit Buaya untuk berbagai penambahan kadar aspal baru dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.

Grafik VFB Gabungan



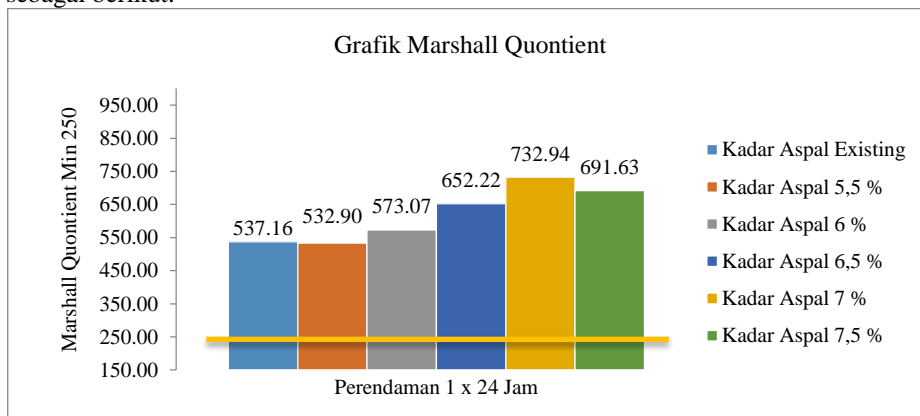
Gambar 6. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Suhu 60°C.

Gambar 6. menunjukkan bahwa penambahan aspal baru pada Aspal Retak Kulit Buaya yang direndam mengalami peningkatan nilai VFB. Pada kadar aspal existing yaitu 54,82, pada kadar aspal 5,5% yaitu 75,31, pada kadar aspal 6% yaitu 76,29, pada kadar aspal 6,5% yaitu 76,74, pada kadar aspal 7% yaitu 78,52, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 82,11. Nilai VFB yang cenderung meningkat disebabkan karena, Aspal yang lama mengering, sehingga pada saat penambahan aspal baru kembali mengisi rongga lebih banyak sehingga volume

pori yang terisi oleh aspal semakin meningkat. Nilai *VFB* pada grafik memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2018.

g. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dan kelelahan yang juga merupakan indikator terhadap kekuatan campuran secara empiris. Semakin tinggi nilai *MQ* maka kemungkinan akan semakin tinggi kekuatan suatu campuran dan semakin rendah campuran tersebut terhadap kerekatan. Namun nilai *MQ* juga tidak boleh terlalu rendah karena hal tersebut akan menyebabkan campuran rentan terhadap deformasi plastis. Grafik nilai *MQ* campuran AC-WC Aspal Retak Kulit Buaya untuk berbagai penambahan kadar aspal baru dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 7. Hubungan Penambahan Aspal Baru Pada Aspal Retak Kulit Buaya Dengan Perendaman 1 x 24 Jam Terhadap Nilai Kepadatan, Pada Kadar Aspal Existing Dengan Waktu Perendaman 1 x 24 Jam dengan Suhu 60°C.

Gambar 7. menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* pada kadar aspal existing yaitu 537,16 Kg/mm, pada kadar aspal 5,5% yaitu 532,90 Kg/mm, pada kadar aspal 6% yaitu 583,50 Kg/mm, pada kadar aspal 6,5% yaitu 670,82 Kg/mm, pada kadar aspal 7% yaitu 741,70 Kg/mm, dan pada kadar aspal 7,5% yaitu 691,63 Kg/mm. Dilihat dari diagram diatas dari kadar aspal yang direndam mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena kohesi atau daya lekat aspal kembali meningkat. Hubungan kadar aspal efektif dengan presentase nilai IKS dapat dilihat pada Tabel 11 dibawah ini

Tabel 11. Hubungan Kadar Aspal Efektif Dengan Presentase Nilai IKS

Kadar Aspal Efektif	Waktu Perendaman Suhu 60°C		IKS	Spek. %
	30 Menit	24 Jam		
	1902,63	1788,00	93.98	90

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium, 2022

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengujian karakteristik, campuran Aspal Retak Kulit Buaya memiliki kadar aspal 3,73%, dan komposisi campuran kadar aspal baru yang ditambahkan untuk kadar aspal efektif 3,27%. Berdasarkan hasil dari penelitian campuran Aspal Retak Kulit Buaya tersebut. Memiliki tingkat nilai kepadatan, flow, *VFB* dan *Marshall Quotient* yang baik. Sedangkan nilai stabilitas yang rendah, dan nilai *VIM* tidak masuk dalam spesifikasi Bina Marga 2018, dan juga nilai *VFB* tidak melewati spesifikasi Bina Marga 2018. Setelah penambahan aspal baru, nilai stabilitas, Flow, *VIM*, *VMA*, *VFB*, dan *Marshall Quotient* semua memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

5. DAFTAR PUSTAKA

De Jesus, A. D. S., Arifianto, A. K., & Rahma, P. D. (2018). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Ki Ageng Gribig Kelurahan Kedungkandang Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. *eUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 2(1), 175-184.

Direktorat Jendral Bina Marga,. (2018). Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan, Kementerian Umum dan Pekerjaan Rumah, Jakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi Edisi 2010 Revisi 4 Divisi 6. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Jakarta.

- Indonesia, P. R. (2006). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Jalan, J. J. K. Analisis Kerusakan Jalan Perintis Kemerdekaan Klaten Menggunakan Metode Bina Marga.
- Hajj E.Y, Mena, I.S, Alavi, M, dan Salazar L.L. 2013. Influence of Hydrogreen Bioasphalt on Viscoelastic Properties of Reclaimed Asphalt Mixtures. *Transportation Research Record Journal*, 2371 (1): 13-22.
- Hardiyatmo, H. C. (2019). Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press, Anggota IKAPI.
- Muhammad Rizal Permadi, Retno Handayani Prastyaningrum, Bagus Hario Setiadji dan Supriyono. 2015. Pengaruh Penggunaan Material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Sebagai Material Penyusun Terhadap Karakteristik Campuran Beraspal Baru AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course). Semarang. Universitas Diponegoro.
- Rizal, P.M., Handayani, P.R., Hario, S.B., & Supriyono. (2015). Pengaruh Penggunaan Material Reclaimed Asphalt Pavement (Rap) Sebagai Material Penyusun Terhadap Karakteristik Campuran Beraspal Baru AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course). *Jurnal Karya Teknik sipil*, 4(4), 394-405.
- Sihombing, A. V. R., Subagio, B. S., & Hariyadi, E. S. (2018). Potensi Bioaspal Pada Bahan Daur Ulang Aspal Dan Campuran Beraspal Hangat. *Jurnal Transportasi*, 18(1), 59-66..
- Sukirman, S. (2003). Perkerasan Jalan Raya. Penerbit NOVA, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung.
- Suprpto. 2004. Bahan Dan Struktur Jalan Raya. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Suroso, T.W., 2008, Faktor - faktor Penyebab Kerusakan Dini Pada Perkerasan Jalan.