

Kajian Nilai Keawetan *Reclaimed Asphalt Pavement* Dengan Pemanfaatan *Buton Granular Asphalt* Pada Lapis Perkerasan *Ac-Wc*

Muhammad Yasir¹, Fadrizal Lubis², Widya Apriani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: alyatista0710@gmail.com¹, fadrizallubis@unilak.ac.id², widyaapriani@unilak.ac.id³

Abstract

Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) is the residual waste generated from the dredging of damaged road pavements. Usually this RAP material is thrown away so it is rarely reused. In fact, RAP material that has become waste and is no longer used can be used as an added ingredient in the manufacture of new asphalt concrete with rejuvenator. This study aims to determine the durability value of reclaimed asphalt pavement with the use of buton granular asphalt (BGA) as a rejuvenating agent in the gradation of the Laston mixture (AC-WC) against the IRS value. The first testing stage is to test the characteristics of the reclaimed asphalt pavement material and then continue with the marshall test. The optimum asphalt content value obtained after testing is at 5,28% of the total aggregate. The reference used in testing the characteristics of Marshall and IRS is the specification of Bina Marga in 2018 revision 2. The results of the IRS test using the optimum asphalt content of 5,28% with the addition of BGA show that along with the increase in the level of BGA in the AC-WC mixture by using RAP, the ability of the mixture to withstand the load increases and the flexibility of the mixture decreases, so that the asphalt's durability increases, represented by the IRS test of 30 minutes and 24 hours which shows the durability value with 0% BGA content, the value is 112,70%, with the addition of BGA 1% obtained a value of 118,87%, BGA 2% 121,50% and with the addition of 3% BGA content which was 125,11% in the Laston mixture (AC-WC). So from the test results, the IRS value meets the requirements of the 2018 Highways Specification of 90%, so it is concluded that the results of the tests carried out meet the durability requirements and can be applied in the field.

Keywords : AC-WC, buton granular asphalt, IRS, reclaimed asphalt pavement

Abstrak

Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) merupakan limbah sisa yang dihasilkan dari pengerukan perkerasan jalan yang mengalami kerusakan. Biasanya Material RAP ini dibuang begitu saja sehingga jarang dimanfaatkan kembali. Pada kenyataannya material RAP yang sudah menjadi limbah dan tidak terpakai lagi dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton aspal baru dengan peremaja. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai durabilitas dari reclaimed asphalt pavement dengan pemanfaatan buton granular asphalt (BGA) sebagai bahan peremaja pada gradasi campuran Laston (AC-WC) terhadap nilai IRS. Tahapan pengujian yang pertama adalah melakukan pengujian karakteristik material reclaimed asphalt pavement kemudian dilanjutkan dengan pengujian marshall. Nilai kadar aspal optimum yang diperoleh setelah dilakukannya pengujian yaitu pada angka 5,28% terhadap total agregat. Acuan yang digunakan pada pengujian karakteristik marshall dan IRS adalah spesifikasi Bina Marga tahun 2018 revisi 2. Adapun hasil pengujian IRS dengan menggunakan kadar aspal optimum 5,28% dengan penambahan BGA menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan penambahan kadar BGA pada campuran AC-WC dengan menggunakan material RAP, maka kemampuan campuran dalam menahan beban semakin meningkat dan kelenturan pada campuran semakin menurun, sehingga keawetan aspal tersebut bertambah diwakili dengan pengujian IRS 30 menit dan 24 jam yang menunjukkan nilai durabilitas dengan kadar BGA 0% diperoleh nilai sebesar 112,70%, dengan penambahan BGA 1 % diperoleh nilai 118,87%, BGA 2% 121,50% dan dengan penambahan kadar BGA 3% yaitu sebesar 125,11% pada campuran Laston (AC-WC). Maka dari hasil pengujian, nilai IRS memenuhi syarat dari Spesifikasi Bina Marga 2018 sebesar $\geq 90\%$, sehingga disimpulkan bahwa hasil pengujian yang dilakukan memenuhi syarat keawetan dan dapat diterapkan di lapangan.

Kata kunci : AC-WC, buton butiran aspal, IRS, perkerasan aspal reklamasi

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang berperan penting untuk mendobrak pertumbuhan perekonomian suatu daerah baik tingkat provinsi maupun nasional. Seiring dengan bertumbuhnya perekonomian tersebut mengakibatkan terjadinya peningkatan volume dan beban lalu lintas yang melintas di jalan raya. Usaha dalam menjaga fungsi utama serta mempertahankan umur jalan terhadap pelayanan pada pembebanan lalu-lintas di atasnya diperlukan adanya inovasi dalam pemeliharaan jalan tersebut.

Salah satu kegiatan dalam pemeliharaan jalan adalah dengan melakukan pengerukan pada lapis perkerasan yang mengalami kerusakan. *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) merupakan bahan bekas perkerasan yang dihasilkan sesudah dilakukan proses pengerukan tersebut. Pengerukan yang dilakukan akan mengakibatkan penumpukan sisa perkerasan yang tidak di manfaatkan lagi secara efektif. Mengingat ketersediaan bahan alam yang semakin berkurang perlu adanya daur ulang dan penggunaan kembali bahan limbah. Salah satunya adalah memanfaatkan kembali material *Reclaimed Asphalt Pavement* sebagai bahan agregat untuk pembuatan perkerasan jalan yang baru.

Dalam pemanfaatan *Reclaimed Asphalt Pavement* perlu dilakukan modifikasi campuran untuk mengembalikan kembali sifat serta performa aspal yang sudah rusak pada pemakaian sebelumnya. Salah satunya adalah dengan penggunaan *Buton Granular Asphalt* sebagai bahan tambah. *Buton Granular Asphalt* adalah hasil pengolahan aspal alam Pulau Buton Sulawesi Utara. *Buton Granular Asphalt* dipergunakan sebagai bahan tambah karena memiliki banyak keunggulan, yaitu kandungan aspal yang tinggi, kadar air yang konsisten kecil dari 2%, bitumen yang telah termobilisasi keluar dan kehilangan (*loose*) yang rendah (Prawira, dkk 2008).

Nilai keawetan (*Durabilitas*) merupakan salah satu sifat ataupun performa yang harus dimiliki pada campuran aspal. Nilai keawetan adalah kemampuan lapis perkerasan dalam menerima segala bentuk pembebanan di atasnya seperti, gesekan akibat roda kendaraan serta kecakapan menahan keausan yang diakibatkan oleh cuaca maupun iklim. Analisis Indeks Stabilitas Sisa (IRS) merupakan uji perendaman yang bertujuan untuk mengetahui nilai keawetan ataupun durabilitas dari campuran. Menurut Tajudin, dkk (2017), uji rendaman dikerjakan menggunakan suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan waktu 24 jam serta 30 menit. Setiap variasi berjumlah tiga sampel yang nantinya akan dilakukan perendaman. Perbandingan antara stabilitas rendaman dan stabilitas standar, dinyatakan dalam bentuk persen, dan dinyatakan sebagai Indeks Stabilitas Sisa (IRS).

Menurut Lingga E,R., (2022), pengujian *Immersion test* atau uji rendam bertujuan untuk melihat apakah benda uji yang sudah dicampur dengan bahan peremaja oli bekas mempunyai nilai keawetan yang cukup signifikan untuk bisa diterapkan di lapangan sebagai perkerasan lapis penutup. Pengujian rendaman ini harus mengikuti kriteria-kriteria keawetan yaitu harus rasional, harus didefinisikan secara visual atau fisik, sampel menggambarkan kekuatan menahan dengan nilai absolut. Hasil uji rendam ini mengikuti Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan syarat nilai stabilitas sisa 90%. Nilai keawetan yang belum ditinjau pada penelitian sebelumnya untuk lapis perkerasan AC-WC ini menjadi rumusan masalah pada penelitian ini. Pada penelitian ini akan ditinjau nilai keawetan reclaimed asphalt pavement dengan pemanfaatan buton granular asphalt pada lapis perkerasan AC-WC.

2. METODE PENELITIAN

Langkah awal pada pelaksanaan penelitian ini adalah memeriksa sifat sifat fisis bahan. Setelah semua hasil dari pemeriksaan sifat-sifat fisis material dan sesuai dengan spesifikasi, maka dilakukan perencanaan pembuatan benda uji dan pengujian Marshall.

Tahapan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ada tahapan proses yang harus dilaksanakan untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Pengujian Material Agregat

Pengujian bahan RAP yang dilakukan antara lain pengujian agregat kasar dan agregat halus. Tujuan dilakukannya pengujian tersebut adalah agar diketahui apakah agregat yang dipakai

memenuhi spesifikasi sesuai ketentuan yang ditetapkan pada Spesifikasi Binamarga 2018 revisi ke dua.

Pengujian Agregat Kasar Untuk mendapatkan data pengujian maka hitung benda uji yang tertahan dan lolos pada setiap saringan. Persen lolos, persen jumlah tertahan serta persentase didalam seluruh fraksi dihitung sampai mendekati 0,1% sesuai isi semula dari jumlah benda uji kering. Berat jenis penyerapan diperiksa dengan mengacu pada metode ASTM C-117 yang bertujuan untuk menentukan berat jenis serta penyerapan air dalam agregat kasar. Adapun peerhitungan yang dapat dihasilkan dari pengujian ini antara lain : Berat Jenis (BULK)

$$BULK = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots (3.1),$$

Berat benda uji dalam keadaan basah (SSD)

$$SSD = \frac{B - A}{A} \dots\dots\dots (3.2),$$

Penyerapan Air (Sw)

$$Sw = \frac{500 - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3),$$

Keterangan :

A = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat benda uji kondisi basah jenuh (ssd) (gr)

C = Berat benda uji dalam air (gr)

Pengujian keausan agregat Tujuan pengujian yaitu untuk mencari nilai keausan agregat kasar dengan memakai mesin Los Angeles. Adapun mencari perhitungan keausan agregat berdasarkan SNI 2417, (2008), dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini,Keausan

$$= \frac{A - B}{A} \dots\dots\dots(3.4),$$

Keterangan:

a = Berat benda uji semula (gr)

b = Berat benda uji tertahan saringan no 12 (gr).

Pengujian agregat halus Pengujian agregat halus mengacu pada metode ASTM C 117 dan C 136 yang bertujuan untuk menetapkan pembagian butiran agregat halus memakai saringan. Adapun perhitungan dalam pengujian ini antara lain :Berat Jenis (BULK)

$$= \frac{A}{B + 500 - C} \dots\dots\dots(3.5),$$

Berat benda uji dalam keadaan basah(SSD).

$$SSD = \frac{500}{B + 500 - C} \dots\dots\dots(3.6),$$

$$\text{Penyerapan Air (Sw)} = \frac{500 - A}{A} \times 100\% \dots\dots(3.7),$$

Keterangan :

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat *viknometer* yang berisi air (gr)

C= Berat *viknometer* + air + benda uji (gr).

Sand Equivalent Pemeriksaan ini mengacu pada metode SNI-03-4428:1997 yang bertujuan agar persentase debu, lumpur serta material yang memiliki lempung di dalam agregat halus di ketahui. Adapun cara perhitungan untuk mendapatkan nilai setara pasir (SP) dengan satuan persen bisa di selesaikan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai } SP = \frac{B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(3.8).$$

Keterangan:

SP = Setara Pasir

- A = Pembacaan skala permukaan lumpur
 B = Skala pembacaan pasir

Penentuan kadar aspal optimum rencana

Dalam menentukan kadar aspal optimum rencana perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan berikut.

$$P_b = 0,035 \times (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) \dots\dots(3.9).$$

Keterangan:

P_b = Kadar aspal, persen berat total campuran

CA = Agregat kasar tertahan

FA = Agregat halus lolos saringan

FF = Agregat halus lolos saringan no.200

1 = Konstanta

Dengan menggunakan rumus persamaan 3.9 diperoleh hasil perhitungan untuk takaran aspal optimum rencana yaitu 5,7% sehingga nilai tersebut diposisikan ditengah, dimana digunakan dua kadar aspal dibawah 5,7% dan dua kadar aspal diatasnya. Adapaun persentase aspal yang digunakan sebesar 4,7%, 5,2%, 5,7%, 6,2% serta 6,7% terhadap berat total campuran.

Penentuan kadar *buton granular asphalt*

Perencanaan kadar *Buton Granular Asphalt* ini mengacu pada SNI 2018 tentang penggunaan BGA dengan tipe B 5/20 dibatasi dengan kadar 2% sampai 3%. Dengan acuan tersebut akan ditambahkan BGA dengan menggunakan kadar 0%, 1%, 2% dan 3% terhadap berat agregat dan filler.

Pengujian keawetan (*durability*)

Pengujian durabilitas yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan nilai keawetan RAP dengan penambahan BGA. Hasil perhitungan dari kadar aspal optimum akan dilakukan penambahan Kadar *Buton Granular Asphalt* dengan persentase 0%, 1%, 2% dan 3% dengan masing-masing 3 buah sampel pada setiap persentase penambahan *Buton Granular Asphalt*. Pada pengujian durabilitas ini akan menggunakan metode perendaman (*Immersion Test*) dengan variasi waktu yang berbeda yaitu 30 menit serta 24 jam.

Dalam pelaksanaan pengujian durabilitas ini akan menggunakan metode perendaman (*Immersion Test*). *Immersion Test* yaitu pengujian perendaman untuk mengetahui nilai keawetan atau durabilitas dari campuran beraspal. Nilai keawetan campuran bisa didapatkan dengan memakai rumus perhitungan berikut :

$$Index\ of\ Retained\ strength = \frac{S_1}{S_2} \times 100 \dots (3.16)$$

Keterangan :

IRS = Indeks stabilitas sisa (%)

S₁ = Stabilitas sesudah direndam (24 jam) (kg)

S₂ = Stabilitas sesudah direndam (0,5 jam) (kg)

Untuk Pengolahan data yang dihasilkan pada pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah terlaksananya proses penelitian yang dikerjakan pada laboratorium diperoleh hasil penelitian yang akan disajikan pada tabel serta gambar di bawah ini.

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Hasil pengujian agregat kasar dan halus diperoleh dengan mengikuti aacuan serta ketentuan yang ada pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan Bina Marga 2018	Hasil Pengujian RAP	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> %	Maks. 40%	29,46%	Memenuhi
2.	Berat jenis agregat	$\leq 2,5$	2,66	Memenuhi
3.	Penyerapan air oleh agregat	< 3	0,07	Memenuhi

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan Bina Marga 2018	Hasil Pengujian RAP	Keterangan
1.	Berat jenis agregat	$\leq 2,5$	2,57	Memenuhi
2.	Sand equivalent	> 50	62	Memenuhi
3.	Penyerapan air oleh agregat	< 3	0,18	Memenuhi

Hasil pemeriksaan karakteristik Aspal

Pada pengujian karakteristik aspal dengan menggunakan aspal pertamina pen 60/70 diperoleh nilai berat jenis sebesar 1,03 gr. Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga aspal dengan penetrasi antara 60-70 mempunyai berat jenis aspal antara 0,95-1,05 dengan ketentuan kandungan mineral lain hanya sebesar 1 % dalam aspal.

Tabel 3. Hasil pengujian berat jenis aspal

No	Urutan Pemeriksaan		Berat	
1.	Berat picnometer kosong	B1	1265	gr
2.	Berat picnometer + aquades	B2	28,87	gr
3.	Berat air	B3=B2-B1	16,37	gr
4.	Berat picnometer + aspal	B4	13,6	gr
5.	Berat aspal	B5=B4-B1	1,03	gr
6.	Berat picnometer + aspal + aquades	B6=B1+B5+B2	28,98	gr
7.	Berat air	B7=B6-B4	15,37	gr
8.	Volume aspal	B8=B3-B7	1	gr
9.	Berat jenis aspal	B9=B5/B8	1,03	

Selanjutnya adalah dilakukan pemeriksaan penetrasi aspal dan diperoleh nilai penetrasinya sebesar 69,4 sehingga aspal memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga untuk digunakan aspal AC 60-70. Berikut adalah tabel hasil pemeriksaan penetrasi aspal.

Tabel 4. Hasil pengujian penetrasi aspal

No	Cawan A	Cawan B
1.	69	69
2.	71	68
3.	72	70

4.	68	70
5.	70	68
Rata-rata =69,4		

Hasil Pengujian Marshall Test

Hasil pengujian *marshall test* yang dilaksanakan pada Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning Provinsi Riau Kota Pekanbaru, diperoleh data-data pengujian berupa Density, VMA, VFWA, VITM, Stabilitas, Flow dan MQ. Hasil data penelitian tersebut dituangkan dalam bentuk tabel berikut.

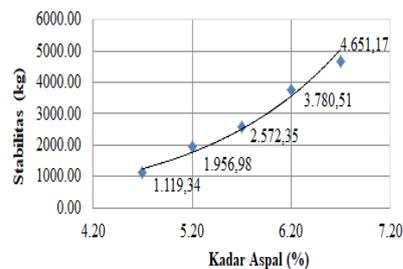
Tabel 5. Hasil pemeriksaan *marshall test*

No	Kadar Aspal(%)	Density (gr/cc)	VMA (%)	VFWM (%)	VITM (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
1.	4,7	2,31	16,37	65,66	5,63	1.119,34	3,13	355,37
2	5,2	2,34	15,74	76,58	3,71	1.956,98	3,77	524,77
3	5,7	2,33	16,63	79,13	3,51	2.572,35	3,87	666,75
4	6,2	2,37	15,37	94,77	2,47	3.780,51	5,03	750,28
5	6,7	2,33	17,24	89,97	1,76	4.651,17	6,27	745,95
Bina Marga 2018		≥2 gr/cc	Min.15	Min. 65	3-5	Min 800	2-4	Min 250

Berdasarkan hasil pengujian *marshall* selanjutnya hasil nilai tersebut akan dimuat dalam bentuk grafik.

1. Hubungan kadar aspal terhadap nilai stabilitas

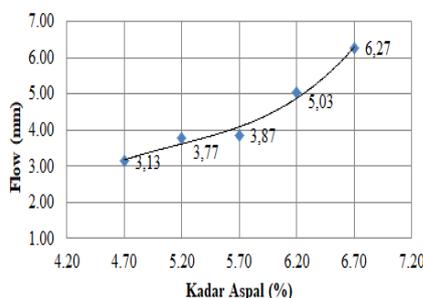
Hubungan kadar aspal terhadap nilai stabilitas memperlihatkan kapasitas suatu perkerasan dalam memikul lalu lintas di atasnya yang tidak menyebabkan deformasi. Hasil nilai stabilitas yang diperoleh dengan menggunakan 4,7% kadar aspal yaitu 1.119,34 kg sedangkan pada kadar aspal 6,7% nilai stabilitasnya mencapai 4.651,17 kg. Dari hasil pengujian di atas ditarik kesimpulan yaitu nilai stabilitas mengalami peningkatan bersamaan dengan penambahan jumlah aspal dalam campuran.



Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas

2. Hubungan kadar aspal terhadap nilai flow

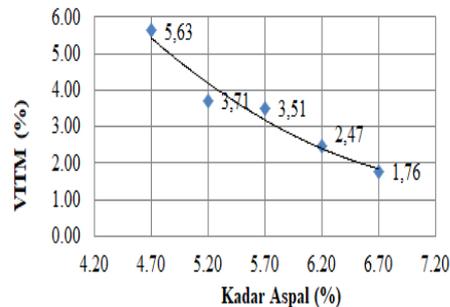
Pada gambar 2 diketahui bahwa seiring penambahan persentase aspal terjadi trend peningkatan pada nilai flow. Dari lima variasi kadar aspal yang di uji terdapat 3 variasi yang memenuhi spesifikasi berturut-turut ditunjukkan pada kadar aspal 4,7% sampai 5,2%. Peningkatan yang terjadi terhadap nilai flow disebabkan oleh bertambahnya jumlah aspal pada setiap variasi sehingga pencampuran aspal tersebut menghasilkan perkerasan yang plastis. dengan demikian campuran aspal akan mudah terjadi deformasi disaat menerima pembebanan yang besar.



Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *flow*

3. Hubungan kadar aspal dengan nilai VITM

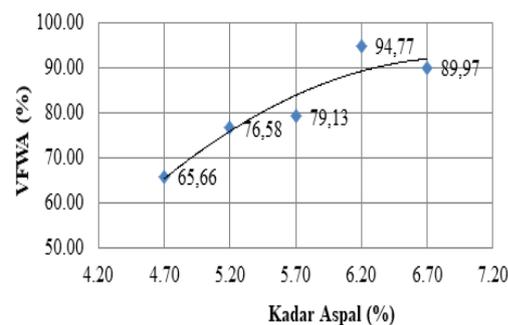
Pada gambar 3 dapat diamati bahwa terjadi penurunan VITM seiring dengan penambahan komposisi campuran aspal. Artinya aspal dengan bahan agregat terikat secara maksimal sehingga persentase terjadinya rongga rendah. Adapun batasan nilai VITM yang diizinkan sesuai dengan yang tercantum pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu antara 3% sampai 5%.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VITM

4. Hubungan kadar aspal dengan nilai VFWA

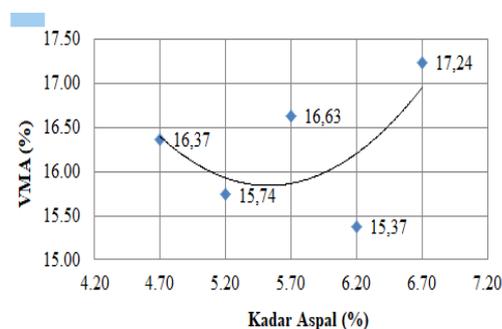
Hubungan kadar aspal dengan nilai VFWA terjadi peningkatan sejalan dengan penambahan jumlah aspal yang digunakan. Peningkatan nilai ini terjadi karena aspal mengikat fraksi penyusun campuran secara maksimal sehingga persentase rongga sangat kecil.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFWA

5. Hubungan kadar aspal terhadap VMA

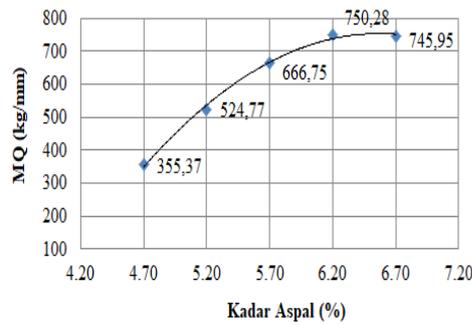
Hubungan kadar aspal dan VMA yang terjadi mengalami naik-turun yang mana hal ini bisa terjadi pada saat pelaksanaan pemadatan campuran. Dari kelima variasi diketahui bahwa nilai VMA tersebut berada dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 15%.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VMA

6. Hubungan kadar aspal dengan nilai MQ

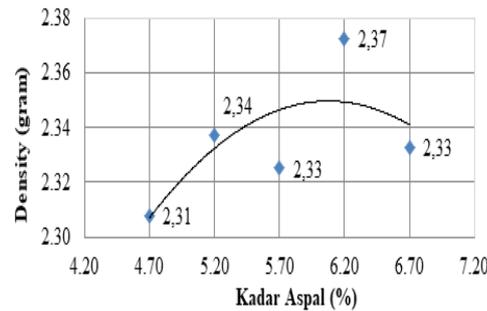
Berdasarkan gambar 6 diketahui bahwa nilai marshall quotient yang dihasilkan pada kadar aspal 4,7% sejumlah 355,57 kg/mm dan terus meningkat sejalan dengan penambahan kadar aspalnya.



Gambar 6. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan MQ

7. Hubungan kadar aspal terhadap nilai density

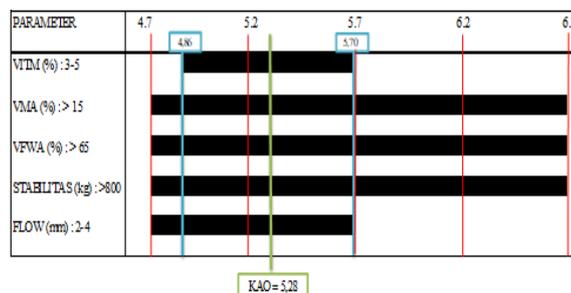
Nilai density dipengaruhi oleh berbagai factor, seperti temperatur atau suhu pemadatan serta bahan penyusun campuran. Semakin banyak kadar aspal yang ditambahkan akan membuat rongga-rongga tertutup secara maksimal, jika seperti demikian maka kerapatannya semakin tinggi. Hasil pemeriksaan nilai density telah tercantum dalam gambar 7.



Gambar 7. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan density

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Acuan yang dipakai dalam menetapkan kadar aspal optimum pada campuran laston yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Nilai nilai tersebut didapatkan setelah dilakukan pengolahan data yang diperoleh dari hasil uji *marshall*, adapun nilai Kadar Aspal Optimum yang dihasilkan sebesar 5,28%. Pada penetapan kadar aspal optimum terdapat 5 (lima) poin penting yang harus terpenuhi yaitu nilai VITM, VMA, VFWA, stabilitas dan *flow*. Dari kelima point tersebut harus memenuhi spesifikasi sesuai dengan ketentuan masing-masing. Teknik yang digunakan untuk mendapatkan nilai KAO dari variabel-variabel diatas yaitu dengan teknik *Narrow Range*. Untuk lebih jelasnya penentuan Kadar Aspal Optimum dengan teknik *Narrow Range* sudah dimuat dalam gambar dibawah ini.



Gambar 8. Grafik kadar aspal optimum

Hasil Uji Rendaman (*Immersion Test*)

Hasil uji rendaman yaitu serangkaian pengujian dengan cara merendam sampel atau benda uji terlebihdulu pada bak perendaman (*waterbath*). Dalam pelaksanaannya pemeriksaan *immersion test* sama pada pemeriksaan *Marshall*, namun yang membuat perbedaan pada keduanya adalah waktu perendaman benda uji di dalam *waterbath*. Dimana pada pengujian *marshall* waktu yang

dibutuhkan dalam perendaman adalah 30 menit, sedangkan untuk *immersion test* ini digunakan teknik uji rendam selama 0,5 jam serta 24 jam menggunakan suhu tetap yaitu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ sebelum diberikan pembebanan.

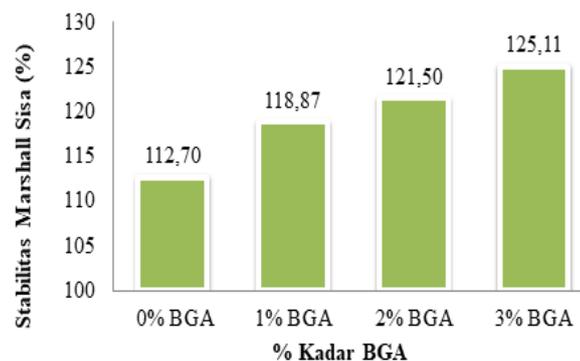
Adapun benda uji merupakan hasil penambahan *Buton Granular Asphalt* (BGA) dengan variasi berbeda. Mengacu pada ketentuan yang ditetapkan Bina Marga Kadar BGA yang di tambahkan pada sampel atau benda uji yaitu 0%, 1%, 2% dan 3% dari persen total agregat dan filler. Total agregat dengan 1.200 gram Artinya dengan menambahkan kadar *Buton Granular Asphalt* 3% dari 1.200 gram sama dengan 36 gram. Adapun hasil uji rendaman (*Immersion Test*) setelah pemeriksaan di Laboratorium sudah tercantum pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil pengujian uji rendaman (*immersion test*)

Kadar Aspal	Kadar BGA	Persyaratan	Stabilitas Sisa	Keterangan
5,28%	Variasi 1 (0%)BGA	90%	112,70	Memenuhi
	Variasi 2 (1%) BGA		118,87	Memenuhi
	Variasi 3 (2%) BGA		121,50	Memenuhi
	Variasi 4 (3%) BGA		125,11	Memenuhi

Keawetan (Durabilitas) campuran menunjukkan kemampuan beton aspal dalam menerima beban lalu lintas, antara lain beban kendaraan serta kemampuan menahan keausan yang disebabkan oleh perubahan temperature, air serta udara. Untuk memperoleh atau mengetahui nilai keawetan dari sebuah campuran aspal perlu dilakukan proses penelitian laboratorium.

Penelitian di laboratorium yaitu pengujian rendaman yang berguna untuk mendapatkan nilai keawetan atau durabilitas dari campuran aspal dengan parameter yang ditetapkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. Nilai stabilitas sisa yang diperoleh sesuai dengan acuan serta ketentuan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 dimana untuk stabilitas sisa yaitu minimal 90%. Hubungan RAP dengan BGA terhadap nilai stabilitas sisa bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 9. Grafik hubungan rap dengan bga terhadap stabilitas sisa

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terjadinya peningkatan nilai keawetan *Reclaimed Asphalt Pavement* dengan pemanfaatan *Buton Granular Aspal* pada lapis perkerasan *AC-WC* bersamaan dengan penambahan kadar BGA yang ditambahkan pada setiap variasinya. Hasil tersebut memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 yaitu 90%.Saran pada penelitian ini adalah: Pada Peneliti yang akan meneliti menggunakan material RAP sebagai angregat pada campuran aspal, harus memperhatikan sumber serta proses pengambilan RAP supaya memudahkan peneliti dalam menentukan material apakah hasil pengerukan dari AC-WC atau AC-BC karna akan sangat berpengaruh terhadap campuran aspal. Komposisi campuran untuk pembuatan sampel pada pengujian selanjutnya disarankan untuk lebih teliti dalam melakukan pengujian sesuai dengan prosedur yang ada supaya mendapatkan hasil yang lebih baik. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi eksperimental terhadap pemanfaatan *buton granular asphalt* tipe B5/20 dengan kadar di atas 3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, T., 2021, Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Limbah Abu Terbang Batubara. *Smartek*, Vol.7 No. 4, pp. 51-57, ISSN 1693-0460.
- Bolung, A, L., Sendow, T, K., Waani, J, E., 2019, Perbandingan Kriteria Marshall Pada Campuran Aspal Panas (Hrs-Wc) Yang Menggunakan Asbuton Modifikasi (Retona Blend 55) Dengan Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.7 No.11, pp. 1537-1546, ISSN: 2337-6732.
- Hamzah, R, A., Kaseke, O, H., Manoppo, M, M., 2016, Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.4 No.7, pp. 447-452, ISSN: 2337-6732.
- Haris., 2019, Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman. *Jurnal Linears*, Vol. 2, No. 01, pp. 33-47, ISSN: 2614-3976.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat., 2018, Direktorat Jenderal Bina Marga Tentang Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Revisi 2.
- Lingga, E. R., 2022, Kajian Nilai Keawetan Reclaimed Asphalt Pavement Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Pada Lapis Perkerasan Hot Rolled Sheet. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.
- Mubarak, H., 2016, Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Studi Kasus : Jalan Soekarno Hatta Sta . 11 + 150. *Jurnal Saintis*, Vol. 16 Nomor 1, pp. 94-109, ISSN: 1410-7783.
- Ningrum, A, A., dan Risdianto, Y., 2018, Perbandingan Penggunaan Buton Granular Asphalt (BGA) dan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Substitusi Agregat pada Campuran Aspal Wearing Course (AC-WC) dengan Fly Ash Sebagai Filler. *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 2 No. 2, pp. 1–7.
- Permana, A, B., dan Mahardi, P., 2019, Analisa Campuran Ac-Wc Pen 60/70 Dengan Agregat Reclaimed Asphalt Pavement (Rap) Dan Filler Abu Batu Sebagai Campuran Untuk Penambahan Low Density Polyethylene (Ldpe). *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 2 No. 1, pp. 1–9, ISSN: 2252-5009.
- Prawira, A., Suparma, L, B., Satyarno, I., 2008, Pemanfaatan BGA (Buton Granular Asphalt) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Hrs-Wc Secara Laboratorium. *Forum Teknik Sipil*, Vol. 18 No. 2, pp. 769–779, ISSN: 0854-1116.
- Rahmadi., Saleh, S, M., Anggraini, R., 2018, Analisis Marshall Campuran Ac-Wc Dengan Buton Granular Asphalt dan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Substitusi. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, Vol. 1 No. 4, pp. 56–63 ISSN: 2620-7567.
- Sukirman, S., 2016, Beton Aspal Campuran Panas, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung.
- Tajudin, A, N., dan Suparma, L, B., 2017, Analisis Indeks Stabilitas Sisa Pada Campuran Asphalt Concrete Dengan Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Agregat Pengganti. *Jurnal Muara Sains Teknologi Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, Vol. 1, No.1, ISSN: 2579-6402.