

PENGARUH ABU SEKAM PADI DAN KALSIUM KARBONAT SEBAGAI PENGISI DALAM CAMPURAN AC – WC TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN AC – WC

Aqsa Fahrezi Muhammad^{1*}, Sugeng Riyanto², Qomariah³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: aqsafahreziii@gmail.com¹, sugeng.riyanto@polinema.ac.id², qomariah@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC) merupakan lapisan paling atas atau disebut lapisan aus pada perkerasan jalan yang kedap terhadap air, tahan terhadap cuaca, dan berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Dalam penelitian ini menggunakan abu sekam padi dan kalsium karbonat sebagai pengisi untuk campuran AC – WC dengan kadar 0%, 10%/10%, 30%/30%, 50%/50% Alasan memakai abu sekam padi dan kalsium karbonat digunakan sebagai filler dalam campuran aspal panas karena abu sekam padi memiliki komponen sifat yang sama dengan semen yaitu mengandung silika/SiO₂ yang cukup tinggi, sedangkan kalsium karbonat adalah bahan dasar penyusun PC yaitu kapur (CaO) sebesar 60-65% dari komposisi total sehingga diharapkan dapat menambah daya tahan lapis perkerasan aspal terhadap kerusakan. Penelitian ini diawali dengan pengujian sifat fisik bahan campuran untuk mengetahui kualitas bahan campuran tersebut sesuai dengan spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Kemudian melakukan pembuatan *Job Mix Formula (JMF)* untuk pembuatan benda uji penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO). Namun tidak didapatkan nilai KAO, tetapi mendapatkan kadar aspal terpilih yang didapatkan sebesar 6% dengan nilai karakteristik Marshall stabilitas, *flow*, MQ, VMA, VFA dominan memenuhi syarat yang sudah ditentukan dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Selanjutnya kadar aspal tersebut digunakan untuk pembuatan benda uji dengan variasi campuran abu sekam padi dan kalsium karbonat. Untuk mengetahui pengaruh variasi campuran dilakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan hasil nilai karakteristik campuran AC – WC. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan bahwa dapat disimpulkan dari uji anova variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai karakteristik campuran AC – WC dengan resiko kesalahan 5%.

Kata kunci : abu sekam padi, kalsium karbonat, campuran AC-WC, kadar aspal optimum (KAO), pengujian marshall

ABSTRACT

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC) is the uppermost layer or called the wear layer on the road pavement that is impermeable to water, resistant to weather, and directly related to the wheels of the vehicle. In this study, rice husk ash and calcium carbonate are used as fillers for AC – WC mixtures with levels of 0%, 10%/10%, 30%/30%, 50%/50% The reason for using rice husk ash and calcium carbonate is used as fillers in hot asphalt mixtures because rice husk ash has the same property components as cement, namely it contains silica/SiO₂ which is quite high, while calcium carbonate is the basic material that makes up PC, namely lime (CaO) of 60-65% of the total composition so that it is expected to increase the durability of the asphalt pavement layer against damage. This research began with testing the physical properties of mixed materials to determine the quality of the mixed materials in accordance with the 2018 General Highway Specifications. Then make a *Job Mix Formula (JMF)* for the manufacture of test pieces for the determination of Optimum Asphalt Content (KAO). However, the KAO value was not obtained, but the selected asphalt content obtained was 6% with the dominant Marshall characteristics of stability, *flow*, MQ, VMA, VFA meeting the requirements that have been determined from the 2018 General Specification of Highways. Furthermore, the asphalt content is used for the manufacture of test pieces with a variation of a mixture of rice husk ash and calcium carbonate. To determine the influence of mixture variations, a Marshall test was carried out to obtain the results of the characteristics of the AC-WC mixture. Based on the research that has been carried out, it can be concluded from the anova test that the variation of rice husk ash and calcium carbonate has no effect on the characteristic value of the AC – WC mixture with a risk of error of 5%.

Keywords : rice husk ash, calcium carbonate, AC – WC mixture, optimum asphalt content (KAO), marshall testing

1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangat pesat. Seiring dengan hal tersebut mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk pada jalan raya sehingga muncul banyak kendaraan-kendaraan baru yang melintas di jalan raya, salah satu prasarana transportasi adalah jalan yang merupakan kebutuhan pokok dalam kegiatan masyarakat. Dengan melihat peningkatan mobilitas penduduk yang sangat tinggi ini maka diperlukan kebutuhan kualitas maupun kuantitas konstruksi jalan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (Hartadi, dkk 2021).

Perkerasan lentur ini sering digunakan karena memiliki stabilitas dan fleksibilitas yang baik. Bahan penyusun *Ashpalt Concrete* terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal. *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC – WC) merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. AC – WC dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Seringkali perkerasan jalan AC – WC mengalami kerusakan atau tidak mencapai umur layan, dikarenakan AC – WC lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban/ban kendaraan, yang seharusnya memiliki lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Filler adalah material pengisi yang lolos saringan No. 200. *filler* yang sering digunakan di Indonesia adalah abu batu dan semen (PC), fungsinya sering digantikan oleh bahan lain seperti fly ash. Kenyataannya fly ash juga mahal karena belum banyak tersedia di setiap daerah kecuali daerah-daerah tertentu di Indonesia. Untuk itu perlu adanya inovasi baru dengan menggunakan alternatif bahan lain yang dapat menggantikan bahan tersebut dengan harapan kendala-kendala dapat berkurang dan memperkuat dan memperhalus perkerasan. Seperti penggunaan bahan abu sekam padi dan kalsium karbonat sebagai pengganti pengisi/*filler* dalam campuran laston. Sehingga diharapkan dapat menambah manfaat dan meningkatkan daya tahan lapis perkerasan aspal terhadap kerusakan. Apabila penelitian ini dilakukan secara maksimal dan menguntungkan untuk campuran laston bisa juga meningkatkan harga, manfaat, dan kualitas penggunaan abu sekam padi dan kalsium karbonat itu sendiri.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Aspal Politeknik Negeri Malang Jurusan Teknik Sipil, Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang, Jawa Timur. Material yang digunakan pada penelitian ini agregat kasar yang berasal dari Kabupaten Pasuruan, agregat halus berasal dari Kabupaten Lumajang, *filler* semen dari PT. Semen Gresik, dan aspal yang

digunakan adalah aspal pertamina penetrasi 60/70 yang didapatkan dari Kabupaten Malang. Adapun material bahan campuran variasi yaitu abu sekam padi dari hasil pembakaran sekam padi yang diperoleh dari Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang, dan kalsium karbonat diperoleh dari Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan., dimulai dari mempersiapkan material untuk melakukan uji sifat fisik pada setiap material yang harus lolos Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Dilanjutkan penentuan *Job Mix Formula* (JMF) dengan menghitung gradasi campuran yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 sehingga dapat ditentukan 5 variasi kadar aspal untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Setiap variasi kadar aspal dibutuhkan 2 benda uji, jadi total benda uji normal dibuat sebanyak 10 benda uji, yang digunakan untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang nantinya nilai ini menjadi acuan nilai kadar aspal untuk pembuatan benda uji dengan variasi campuran abu sekam padi dan kalsium karbonat sebagai *filler*. Kemudian dilakukan perhitungan volumetrik dan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan hasil nilai karakteristik campuran dan menganalisisnya untuk mendapatkan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sifat Fisik Bahan

Tujuan pengujian sifat fisik bahan adalah untuk mengetahui kualitas bahan dan bahan tersebut dapat digunakan pada penelitian yang dilakukan sebelum melakukan pengujian *Marshall* dan pembuatan jobmix. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian harus lolos dari spesifikasi yang telah ditentukan.

a. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

Pengujian sifat fisik agregat kasar meliputi berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis apparent, penyerapan, kadar air, kekerasan, dan keausan. Data hasil pengujian agregat kasar ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil Pengujian Fisik Agregat Kasar

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan		Metoda Pengujian
		Min	Max	
Berat Jenis				
- Bulk	2,708	2,5	-	SNI 1969:2008
- Apparent	2,864	2,5	-	
- JPK/SSD	2,762	2,5	-	
Penyerapan	2,01%	-	3%	SNI 1969:2016
Kadar Air	1,55%	0,5%	2%	SNI 03-1971-1990
Kekerasan	3,981	-	40%	SNI 7619:2012

Keausan	16,16%	-	40%	SNI 2417:2008
---------	--------	---	-----	---------------

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

- b. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus
- Pengujian sifat fisik agregat halus meliputi berat jenis bulk, berat jenis apparent, berat jenis JPK/SSD, penyerapan, kadar air, dan kadar organik. Data hasil pengujian agregat halus ini dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Pengujian Fisik Agregat Halus

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan		Metoda Pengujian
		Min	Max	
Berat Jenis				
- Bulk	2,687	2,5	-	SNI 1969:2008
- Apparent	2,742	2,5	-	
- JPK/SSD	2,707			
Penyerapan	0,076	-	3%	SNI 1969:2016
Kadar Air	1,74%			SNI 03-1971-1990
Kadar Organik	1	1	3	SNI 7619:2012

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

- c. Hasil Pengujian Fisik Filler
- Pengujian filler semen, filler abu sekam padi, dan filler kalsium karbonat yang akan digunakan hanya dilakukan pengujian berat jenis. Berikut ini merupakan data hasil pengujian filler yang terdapat dalam **Tabel 4**.

Tabel 4 Hasil Pengujian Fisik Filler

Pengujian	Standarisasi	Hasil
Berat jenis semen		3.15
Berat jenis abu sekam padi	SNI 15-2531-1991	2.61
Berat jenis kalsium karbonat		2,67

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

- d. Hasil Pengujian Fisik Aspal
- Pengujian aspal pertama dengan penetrasi 60/70 mencakup beberapa pengujian yang tersedia di lab aspal Politeknik Negeri Malang, yaitu pengujian penetrasi, titik leleh, berat jenis aspal. Data hasil dari pengujian tersebut disajikan dalam **Tabel 5**

Tabel 5 Hasil Pengujian Fisik Aspal

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan		Metoda Pengujian
		Min	Max	
Penetrasi, 25°C	65,4 mm	60	70	SNI 2456-2011
Titik Lembek, °C	48°C	48°C	58°C	SNI 2434:2011
Berat Jenis	1,035	1,0	-	SNI 2441:2011

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Hasil Pengujian Benda Uji Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)

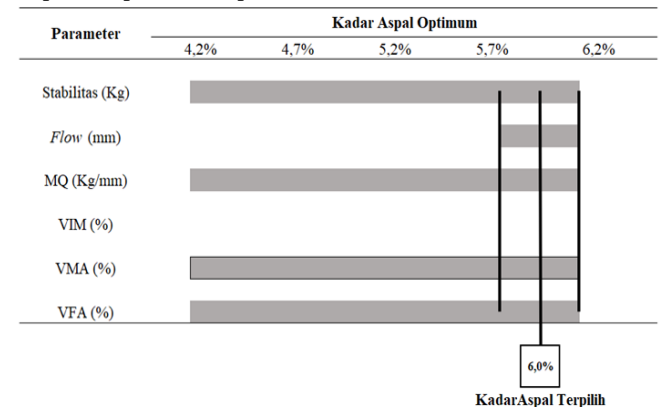
Variasi Kadar aspal yang digunakan untuk penelitian ini adalah 4,2%, 4,7%, 5,2%, 5,7%, dan 6,2%.

Tabel 6 Hasil Pengujian Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Karakteristik Campuran AC - WC	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4.2	4.7	5.2	5.7	6.2	
Stabilitas (kg)	991,26	1067,59	1111,98	1198,91	1180,87	≥ 800
Flow (mm)	1,55	1,64	1,78	1,92	2,05	2.0 – 4.0
MQ (kg/mm)	646,56	654,18	628,3	627,85	573,8	Min. 250
VIM (%)	1,71	1,39	1,59	1,1	1,55	3.0 – 5.0
VMA (%)	16,63	16,34	15,82	15,6	15,49	Min. 15
VFA (%)	89,68	91,51	89,86	92,49	90,1	Min. 65

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Berikut adalah diagram untuk menentukan kadar aspal terpilih dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Penentuan Kadar Aspal Terpilih

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Menunjukkan bahwa nilai karakteristik marshall stabilitas, flow, MQ, VMA, VFA dominan memenuhi syarat yang sudah ditentukan dari *Spesifikasi Bina Marga 2018*. Sehingga kadar aspal terpilih yang didapatkan dari pengujian ini adalah 6%.

Hasil Pengujian Benda Uji KAO Dengan Variasi Filler Abu Sekam Padi Dan Kalsium Karbonat

Hasil pengujian benda uji dengan menggunakan kadar aspal terpilih 6% dengan campuran filler abu sekam padi dan kalsium karbonat dengan variasi filler 0%, 10%/10%, 30%/30%, 50%/50%. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada **Tabel 7** sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Pengujian Benda Uji dengan Variasi Filler Abu sekam Padi dan Kalsium Karbonat

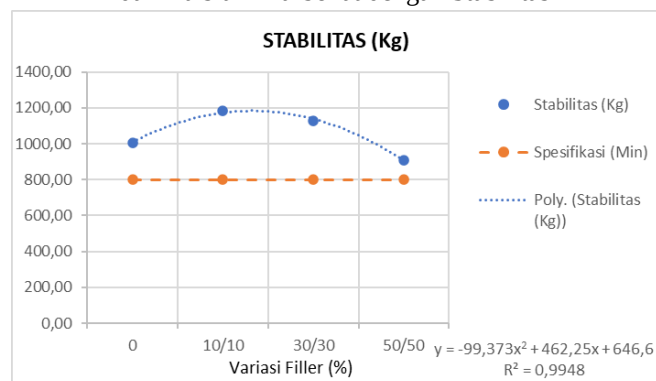
Variasi Filler (%)	Spesifikasi
--------------------	-------------

Karakteristik Campuran AC - WC	0%	ASP 10% KAL 10%	ASP 10% KAL 10%	ASP 10% KAL 10%	
Stabilitas (kg)	1006,05	1183,93	1128,69	909,08	≥ 800
Flow (mm)	2,11	2,49	2,53	3,51	2.0 – 4.0
MQ (kg/mm)	484,47	497,78	450,84	351,77	Min. 250
VIM (%)	0,75	0,66	1,07	0,9	3.0 – 5.0
VMA (%)	15,62	15,91	15,06	15,12	Min. 15
VFA (%)	95,19	95,92	92,74	93,95	Min. 65

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata stabilitas yang didapatkan dari variasi 0% sebesar 1006,05 kg, mengalami peningkatan pada variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat sebesar 1183,93 kg, dan pada variasi campuran 30% abu sekam padi 30% kalsium karbonat sebesar 1128,69 kg, variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat nilainya menurun sebesar 909,08 kg. Nilai stabilitas tertinggi adalah 1183,93 kg untuk variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat dan nilai stabilitas terendah adalah 909,08 kg untuk variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat. Semua nilai stabilitas variasi *filler* semen dengan abu sekam padi telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu ≥ 800 kg.

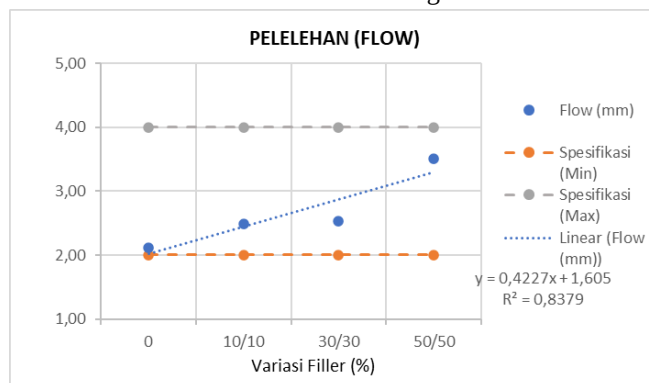
Gambar 3 Hubungan Campuran *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat dengan Stabilitas



Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata flow dari variasi 0% yang didapatkan sebesar 2,11 mm. variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat sebesar 2,49 mm, variasi campuran 30% abu sekam padi 30% kalsium karbonat sebesar 2,53 mm, dan variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat sebesar 3,15 mm. Nilai *flow* tertinggi terdapat pada variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat sebesar 3,15 mm, dan nilai *flow* terendah terdapat pada variasi campuran 0% sebesar 2,11 mm. Semua nilai variasi *filler* tersebut telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan spesifikasi minimal flow adalah 2 mm – 4 mm.

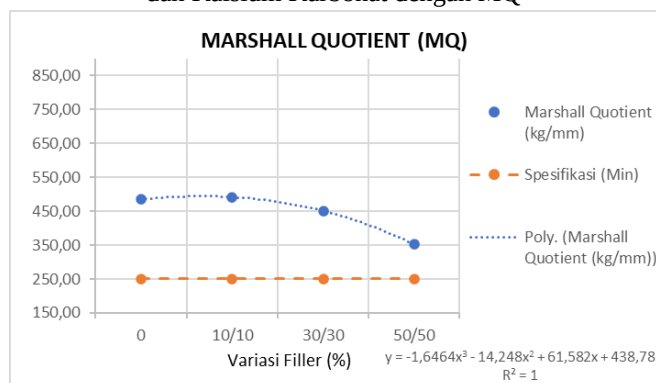
Gambar 4 Hubungan Campuran *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat dengan Flow



Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata *Marshall Quotient* (MQ) dari variasi campuran 0% yang didapatkan nilai sebesar 484,47 kg/mm mengalami kenaikan pada variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat sebesar 497,20 kg/mm dan mengalami penurunan pada variasi campuran 30% abu sekam padi 30% kalsium karbonat sebesar 450,84 kg/mm dan variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat sebesar 351,77 kg/mm, sehingga bertambahnya variasi campuran abu sekam padi dan kalsium karbonat menghasilkan nilai *Marshall Quotient* (MQ) rendah maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil. Dari nilai tersebut semua variasi telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan nilai minimum 250 kg/mm.

Gambar 5 Hubungan Campuran *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat dengan MQ

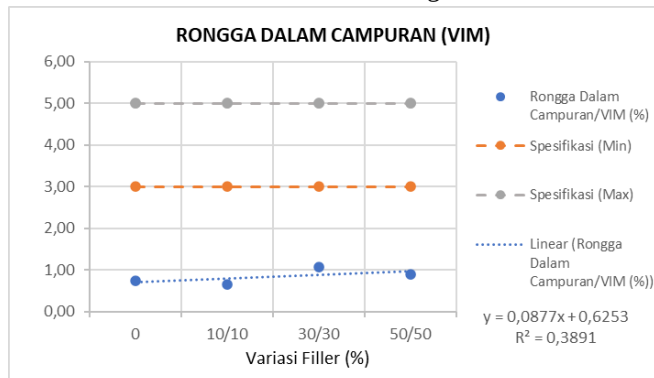


Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata VIM dari variasi kondisi normal 0% didapatkan nilai sebesar 0,75 %, variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat sebesar 0,66%, variasi campuran 30% abu sekam padi 30% kalsium karbonat sebesar 1,07%, dan variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat sebesar 0,90%. Hasil tersebut cenderung mengalami peningkatan nilai VIM. Dari nilai tersebut semua variasi telah memenuhi Spesifikasi Bina

Marga 2018 dengan nilai minimum 3% dan nilai maksimum 5%.

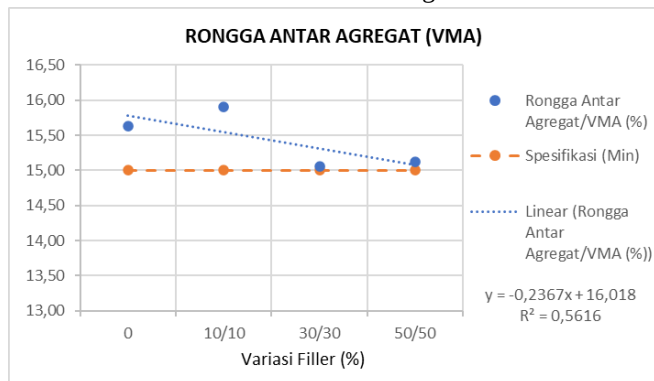
Gambar 6 Hubungan Campuran *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat dengan VIM



Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata VMA variasi kondisi normal 0% yang didapatkan nilai sebesar 15,62%, mengalami peningkatan pada variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat sebesar 15,91%. Kemudian pada variasi campuran 30% abu sekam padi 30% kalsium karbonat dan variasi campuran 50% abu sekam padi 50% mengalami penurunan sebesar 15,06% dan 15,12%. Hasil tersebut cenderung mengalami penurunan nilai VMA. Dari semua nilai VMA tersebut telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan nilai minimal spesifikasi ialah 15%.

Gambar 6 Hubungan Campuran *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat dengan VMA

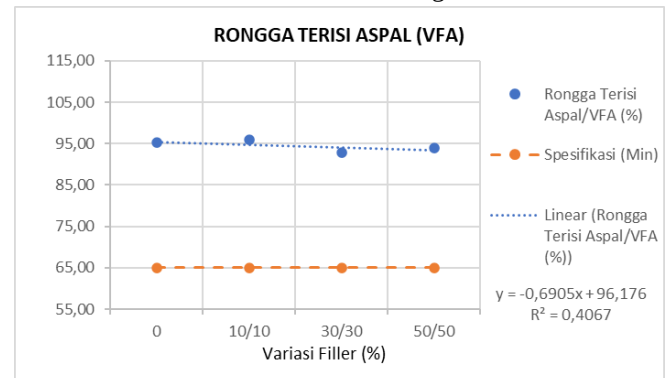


Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata VFA dari variasi kondisi normal 0% didapatkan nilai sebesar 95,19 %, mengalami peningkatan pada variasi campuran 10% abu sekam padi 10% kalsium karbonat sebesar 95,92%, variasi campuran 30% abu sekam padi 30% kalsium karbonat dan variasi campuran 50% abu sekam padi 50% kalsium karbonat mengalami penurunan nilai sebesar 92,74% dan 93,95% Hasil tersebut cenderung mengalami penurunan nilai VFA. Dari semua nilai VFA

tersebut telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan nilai minimal spesifikasi ialah 65%

Gambar 7 Hubungan Campuran *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat dengan VFA



Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2024

Analisis Anova Pada Benda Uji Variasi *Filler* Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat

Perhitungan anova yang dilakukan adalah uji anova metode satu arah/*one-way* dengan dasar hasil menggunakan perbandingan nilai F hitung dengan F tabel jika:

- H_0 : Variasi Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat tidak berpengaruh terhadap karakteristik *Marshall*
- H_1 : Variasi Abu Sekam Padi dan Kalsium Karbonat berpengaruh berpengaruh terhadap karakteristik *Marshall*

Nilai H_0 diterima apabila F hitung < F tabel, sedangkan, nilai H_1 diterima apabila F hitung > F tabel. Perhitungan anova dapat dilihat sebagai berikut.

Pada uji anova nilai stabilitas menyatakan bahwa nilai F hitung < F tabel atau dengan kata lain $1,078632 < 4,066181$ yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai stabilitas dengan resiko kesalahan 5%.

Pada uji anova nilai *flow* menyatakan bahwa nilai F hitung < F tabel atau dengan kata lain $0,45029 < 4,066181$ yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai *flow* dengan resiko kesalahan 5%.

Pada uji anova nilai MQ menyatakan bahwa nilai F hitung < F tabel atau dengan kata lain $0,576418 < 4,066181$ yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai MQ dengan resiko kesalahan 5%.

Pada uji anova nilai VIM menyatakan bahwa nilai F hitung < F tabel atau dengan kata lain $0,816472 < 4,066181$ yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak,

sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai MQ dengan resiko kesalahan 5%.

Pada uji anova nilai VMA menyatakan bahwa nilai F hitung $< F$ tabel atau dengan kata lain $0,192889 < 4,066181$ yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai MQ dengan resiko kesalahan 5%.

Pada uji anova nilai VFA menyatakan bahwa nilai F hitung $< F$ tabel atau dengan kata lain $0,960175 < 4,066181$ yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai VFA dengan resiko kesalahan 5%.

Hasil Analisis Rencana Anggaran Biaya Campuran Beraspal

Pada biaya perkerasan kondisi normal atau non substitusi didapatkan total harga sebesar Rp 1.441.554,93 setiap pembayaran per 1 ton. Pada biaya perkerasan variasi 10% abu sekam padi dan 10% kalsium karbonat didapatkan total harga sebesar Rp 1.438.884,79 setiap pembayaran per 1 ton. Pada biaya perkerasan variasi 30% abu sekam padi dan 30% kalsium karbonat didapatkan total harga sebesar Rp 1.435.674,35 setiap pembayaran per 1 ton. Pada biaya perkerasan variasi 50% abu sekam padi dan 50% kalsium karbonat didapatkan total harga sebesar Rp 1.420.651,48 setiap pembayaran per 1 ton.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penjabaran hasil penelitian penggunaan abu sekam padi dan kalsium karbonat sebagai pengisi (filler) dalam campuran AC – WC (Asphalt Concrete-Wearing Coarse) dengan parameter marshall dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisa sifat fisik bahan campuran *Asphalt Concrete – Wearing Coarse* (AC – WC) yaitu pengujian bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian harus lolos dari spesifikasi yang telah ditentukan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sudah lolos spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Dari hasil pengujian karakteristik untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO), kadar aspal terpilih yang merupakan rata-rata dari batas kedua kadar aspal tersebut adalah 6%.
3. Dari uji analisis varian/anova metode satu arah/*one-way* menunjukkan bahwa analisis anova seluruhnya menyatakan bahwa nilai F hitung $< F$ tabel, yang memiliki arti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak,

sehingga dapat disimpulkan variasi abu sekam padi dan kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap nilai stabilitas, nilai *flow*, nilai MQ, nilai VIM, nilai VMA, nilai VFA dengan resiko kesalahan 5%.

4. Disimpulkan bahwa estimasi biaya dimiliki oleh laston AC – WC dengan campuran abu sekam padi dan kalsium karbonat yang lebih murah dibandingkan laston AC – WC kondisi normal tanpa variasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Witri, P. R. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai FILLER Pada Campuran Aspal Beton AC-WC. Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 1(1), 1-2.
- [2] Intari, D. E., Fathonah, W., & Saputro, B. (2019). Performance of asphalt concrete mixture (AC-WC) using asphalt added with the waste of rice husk ash.
- [3] Putra, Y. A., & Hartatik, N. (2024). Analisis Karakteristik Kalsium Karbonat (CaCO_3) sebagai Filler pada Campuran Aspal Panas.
- [4] Ratna, D., & Lestari, E. (2022). Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dengan Menggunakan Kalsium Karbonat Sebagai Filler Yogie Risdianto.
- [5] Resy Victoria, Ade Nurdin, & M.Nuklirullah. (2023). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Abu Batu Dalam Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) Terhadap Parameter Marshall
- [6] Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan No.02/SE/DB/2018. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- [7] SNI 03-1737-1989, Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Laston Untuk Jalan Raya, Badan Standarisasi Indonesia