

PENGARUH KAPUR SEBAGAI FILLER PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON (AC-WC)

Marco Tri Laksana Putra

Dosen Pembimbing :

Ir. Totok Dwi Kuryanto, M.T , Irawati, S.T., M.T

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata No. 49, Jember 68121, Indonesia

Email : marcotri058@gmail.com

ABSTRAK

Kurangnya inovasi untuk pemanfaatan kapur dalam campuran aspal penggunaan kapur sebagai bahan pengisi diharapkan dapat meningkatkan nilai karakteristik campuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran lapis aspal beton (laston) serta mengevaluasi hasil campuran terhadap persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Campuran lapis aspal beton (Laston) di uji menggunakan metode pengujian Marshall Test. Dari hasil pengujian mendapatkan nilai parameter karakteristik sebagai berikut: Density, Stabilitas, Flow, Void In Mixture (VIM), Void In Mineral Aggregate (VMA), Void Filled With Asphalt (VFB).

Dari penggunaan filler kapur dengan kadar aspal yang sama yaitu 6,2% kadar aspal, nilai Stabilitas dan Flow dengan persentase filler 0%, 1%, 1,5% dan 2% mengalami penurunan tetapi tetap masuk dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 dan tidak memiliki nilai Optimum. Semakin banyak nilai persentase kadar kapur, maka nilai Stabilitas dan Flow akan menurun. Nilai tertinggi pada nilai Stabilitas yaitu pada persentase 1% sebesar 4699,33 kg, dan nilai tertinggi pada nilai Flow yaitu pada persentase 1% filler sebesar 2,70 mm.

Kata kunci : Aspal beton, filler kapur

The lack of innovation for the utilization of lime in the asphalt mixture using lime as a filler is expected to increase the characteristic value of the mixture. This study aims to determine the characteristics of the mix asphalt concrete (Laston) and evaluate the results of the mixture against the requirements of the 2018 Highways General Specifications.

The mix of asphalt concrete (Laston) was tested using the Marshall Test method. From the test results get the following characteristic parameter values: Density, Stability, Flow, Void In Mixture (VIM), Void In Mineral Aggregate (VMA), Void Filled With Asphalt (VFB).

From the use of lime filler with the same asphalt content, namely 6.2% asphalt content, Stability and Flow values with filler percentages of 0%, 1%, 1.5% and 2% have decreased but are still included in the 2018 Bina Marga Specifications and have no Optimum value. The more the percentage value of lime content, the Stability and Flow value will decrease. The highest value in the value of stability is the percentage of 1% of 4699.33 kg, and the highest value of the value of Flow is the percentage of 1% filler of 2.70 mm.

Key words: Lime filler, concrete asphalt.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sebagian besar jalan yang ada di Indonesia menggunakan lapis perkerasan campuran aspal panas (hot mix). Campuran aspal panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Campuran aspal panas ini biasa di gunakan untuk pembangunan jalan baru, pemeliharaan, ataupun peningkatan jalan.

Lapis aspal beton (Laston) merupakan lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamper dan dipadatkan pada suhu tertentu. Campuran aspal beton merupakan campuran antara agregat bergradasi rapat dengan aspal, sehingga rongga rongga antar butir hampir seluruhnya terisi dengan butiran yang lebih kecil dan hanya menyisakan sebagian kecil untuk diisi oleh aspal.

Aspal adalah material thermoplastis yang akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperature bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur, yang dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspal walaupun mungkin mempunyai nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan (Sukirman, 2007). Aspal merupakan salah satu material yang di gunakan karena memiliki hasil akhir yang baik dan nyaman sebagai perkerasan fleksibel.

Filler sebagai bahan pengisi dalam campuran akan menambah kerapatan dan meningkatkan kualitas aspal yang sangat peka terhadap temperatur sehingga mutu perkerasan jalan raya dapat meningkat. Bahan filler yang lolos saringan no.200 (2,36 mm). Macam macam filler yang sering di gunakan adalah abu batu, semen portland, atau bahan lainnya. penggunaan filler dengan bahan kapur dikarena mudah didapatkan, termasuk salah satu filler standar oleh Bina Marga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Studi Karakteristik Campuran Lapis Aspal Beton (Laston) adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil kadar aspal optimum benda uji standart aspal beton (AC-WC)
2. Bagaimana karakteristik aspal beton (AC-WC) dengan variasi filler kapur 0%, 1%, 1,5%, dan 2 %.
3. Bagaimana hasil nilai optimum pada karakteristik Marshall aspal beton (AC-WC) dengan menggunakan variasi filler kapur 0%, 1%, 1,5% dan 2%

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam studi karakteristik Campuran Lapis Aspal Beton (Laston) adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai kadar aspal optimum aspal beton (AC-WC) pada benda uji standart
2. Mengetahui karakteristik Marshall pada lapis aspal beton (AC-WC) di setiap variasi filler kapur
3. Mengetahui nilai optimum pada karakteristik Marshall aspal beton (AC-WC)

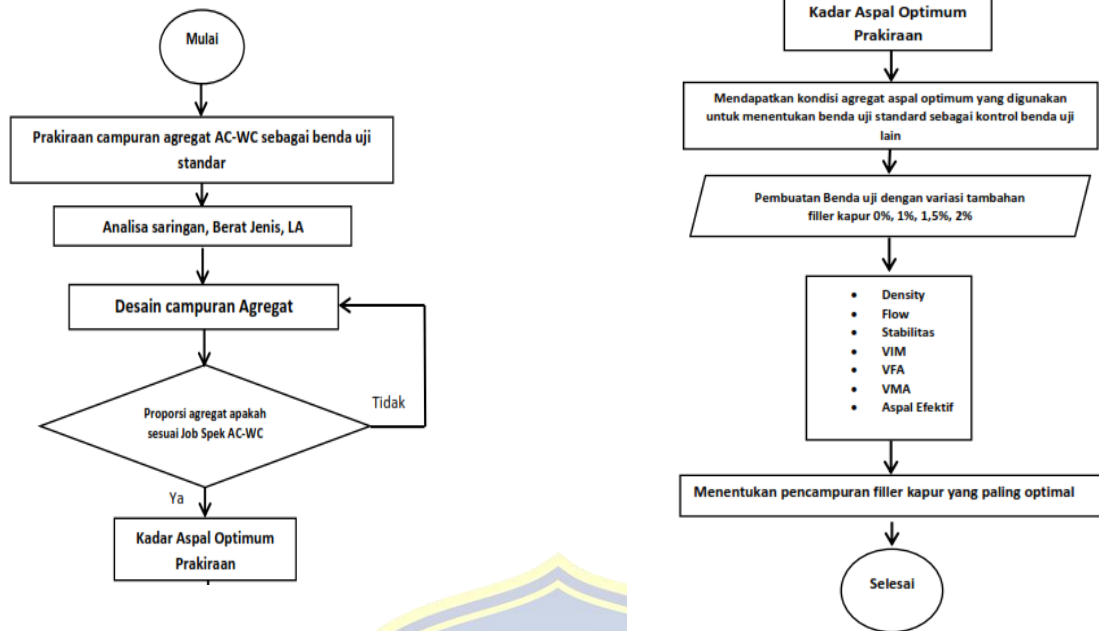
1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Studi Karakteristik Campuran Lapis Aspal Beton (Laston) menggunakan variasi serbuk bata merah dan kapur sebagai bahan pengisi (*filler*) adalah sebagai berikut :

1. Gradasi yang di gunakan dalam penelitian ini adalah gradasi lapis aspal beton (AC-WC)
2. Aspal yang di gunakan aspal emulsi
3. Uji yang dilakukan adalah marshall tes untuk mengetahui stabilitas dan flow, serta karakteristik marshall lainnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis karakteristik dari campuran beraspal panas dengan menggunakan kapur sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran AC – WC dengan langkah sebagai berikut :



Skema Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian (Pengolahan Data, 2020)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan awal material dapat dilihat pada tabel berikut ini :

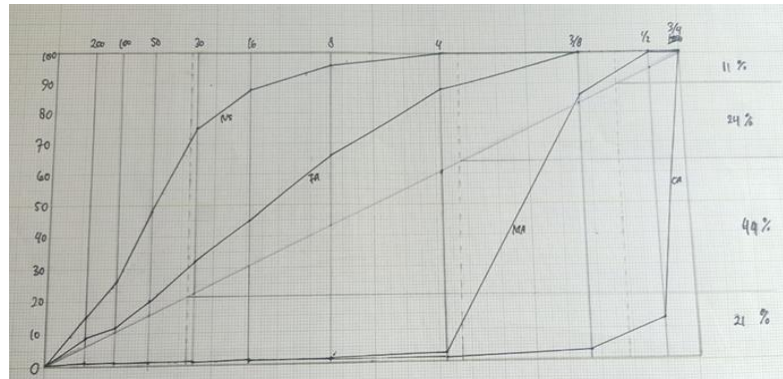
ASTM Ukuran Saringan (inch)	ASTM Ukuran Saringan	Persen (%) Lolos				Spec.	Spec. Mid Point
		A	B	C	D		
		CA	MA	FA	NS		
3/4	19	100	100	100	100	100	100
1/2	12.5	13.44	100	100	100	90-100	95
3/8	9.5	2.04	86.16	100	100	77-90	83.5
NO.4	4.75	1.42	1.86	87.72	100	53-69	61
NO. 8	2.36	1.42	0.72	66.28	96.4	33-53	43
NO.16	1.18	1.42	0.72	45.08	88.44	21-40	30.5
NO. 30	0.6	1.4	0.68	31.88	74.84	14-30	22
NO.50	0.3	1.28	0.58	19.76	47.56	9-22	15.5
NO.100	0.15	1.1	0.44	12.24	26.2	6-15	10.5
NO. 200	0.075	0.9	0.36	8.68	14.84	4-9	6.5

Sumber : Pengolahan Data, 2020

Dari hasil pengujian beberapa material agregat kasar, halus, bahan pengisi, dan aspal yang digunakan dalam Campuran Lapis Aspal Beton (Laston) AC – WC sudah memenuhi Spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga 2018.

3.1 Gradasi Agregat Campuran

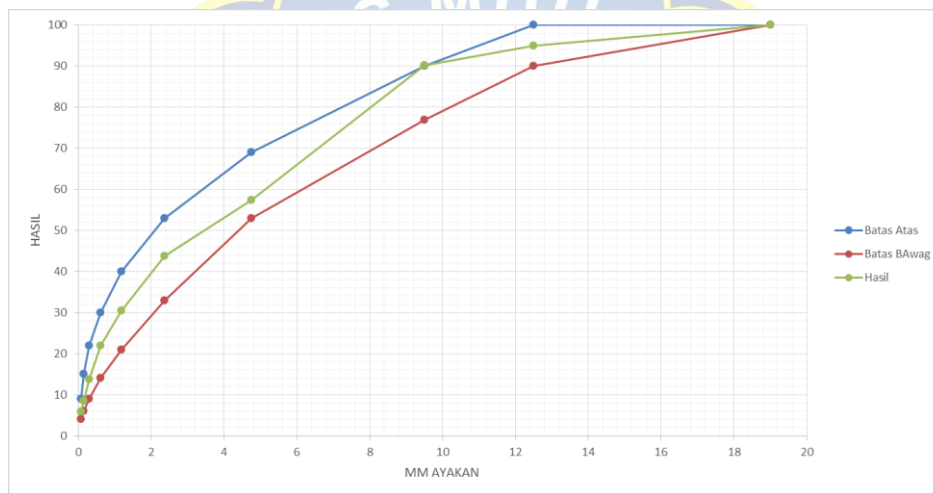
Pada perhitungan rancangan gradasi agregat campuran ditentukan dengan menggunakan metode pendekatan kepadatan mutlak (No. 023/T/BM/1999). Cara ini menggunakan beberapa percobaan kombinasi yang dapat memenuhi dari spesifikasi.



Sumber : Data Pengolahan, 2019

Dari cara coba-coba (taksiran) mendapat suatu komposisi gradasi campuran yang memenuhi spesifikasi. Dari hasil perhitungan campuran diatas diperoleh komposisi sebagai berikut :

- a. Fraksi CA = 11%
- b. Fraksi MA = 24%
- c. Fraksi FA = 44%
- d. Fraksi NS = 21%
- e. Fraksi (Filler) = 0%, 1%, 1,5%, 2%



Gambar 2 Grafik Gradasi Campuran Agregat
(Sumber : Pengolahan Data, 2019)

3.2 Karakteristik Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)

Dan pengujian *Marshall* yang dilakukan terhadap benda uji di peroleh hasil setiap Kadar Aspal Optimum (KAO) sebagai berikut :

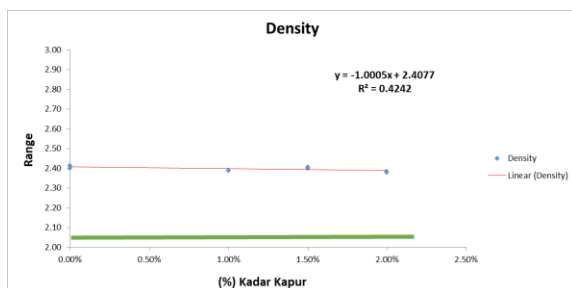
Prosentase Filler	Flow	Stabilitas	Density	VIM	VFA	VMA
	R	Q	I	M	O	N
	2,00 - 4,00	>800	>2,00	3,00 - 5,50	>65	>15
0.00%	1.20	3.836.19	2.40	4.42%	74.08%	17.06%
0.00%	1.15	3.740.28	2.41	3.91%	76.47%	16.62%
0.00%	1.18	3.884.14	2.41	3.92%	76.42%	16.63%
1.00%	2.60	4.555.47	2.39	4.85%	72.20%	17.43%
1.00%	2.70	4.699.33	2.39	4.95%	71.75%	17.52%
1.00%	2.61	4.555.47	2.39	4.89%	72.01%	17.47%
1.50%	1.30	4.123.90	2.40	4.40%	74.10%	17.00%
1.50%	1.35	4.315.71	2.41	4.16%	75.23%	16.78%
1.50%	1.38	4.555.47	2.40	4.35%	74.32%	16.95%
2.00%	1.20	4.057.50	2.38	5.26%	70.51%	17.83%
2.00%	1.21	4.149.72	2.38	5.11%	71.12%	17.70%
2.00%	1.15	3.919.18	2.38	5.19%	70.81%	17.77%

Sumber : Pengolahan Data, 2020

Perbedaan kinerja hasil dari AC – WC dilihat dari karakteristik *Marshall Test* sebagai berikut :

1. Hubungan Kepadatan (Density) Dengan Variasi Kadar Filler

Kepadatan (density) merupakan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya. Nilai kepadatan campuran lapis aspal beton (Laston) AC-WC ini menggunakan kadar aspal optimum dengan kapur sebagai bahan pengisi.



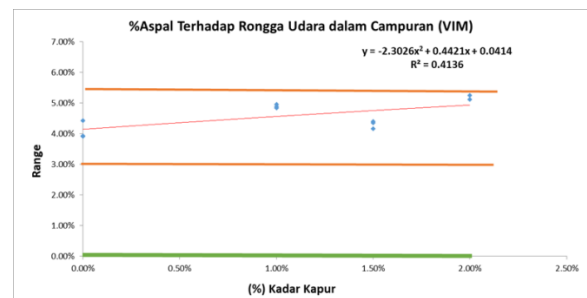
Gambar 3 Hubungan Kepadatan (Density) Dengan Variasi Kadar Filler (Hasil Pengolahan Data, 2020)

Nilai Density dari beberapa variasi kadar bahan pengisi (filler) kapur cenderung stabil dengan didapatkan nilai koefisien determinasi adalah $R^2=0,4242$, artinya 42,24% data penelitian dapat dijelaskan di grafik Density dan sisanya dijelaskan oleh factor lain. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan kadar bahan pengisi (filler) kapur menyebabkan rongga dalam campuran dapat terisi dengan baik oleh bahan pengisi (filler) dan juga meningkatkan nilai kepadatan dalam campuran meskipun mengalami kenaikan dan penurunan karena tetap masuk dalam spesifikasi Bina Marga 2018.

2. Hubungan VIM (Void In Mixture) Dengan Variasi Kadar Filler

VIM (Void In Mixture) merupakan persentase rongga udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah dilakukan pemadatan. Nilai VIM biasanya berkaitan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 mensyaratkan untuk nilai VIM antara 3% - 5,5%. Nilai VIM yang kecil atau lebih kecil dari 3% menyebabkan campuran akan bersifat kedap air dan mengakibatkan keluarnya aspal ke permukaan yang pada akhirnya akan mengalami alur plastis dan gelombang. Dan sebaliknya jika nilai VIM yang besar atau lebih dari 5% akan mengakibatkan

retak dini, pelepasan butir (revelling), dan pengelupasan (stripping).



Gambar 4 Hubungan VIM (Void In Mix) Dengan Variasi Kadar Filler (Hasil Pengolahan Data, 2020)

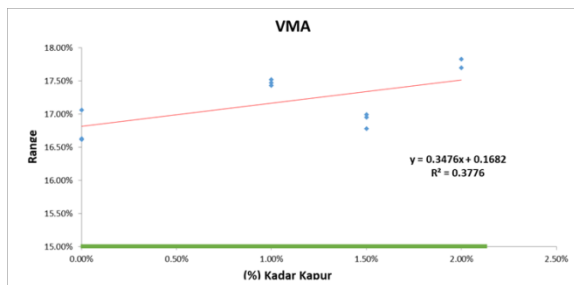
Dilihat dari garis polynomial, seperti pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa semakin bertambahnya prosentase kadar variasi bahan pengisi menunjukkan nilai VIM pada variasi 0% - 1% cenderung mengalami kenaikan pada rentang variasi 1% - 2%, walaupun penurunan dan kenaikannya yang terjadi tidak terlalu besar dan memiliki nilai koefisien determinasi yaitu: $R^2=0,4136$ artinya 41,36% data penelitian dapat dijelaskan di grafik VIM dan sisanya dijelaskan oleh factor lain.

Hal ini disebabkan semakin banyaknya bahan pengikat dan bahan pengisi (filler) yang mengisi pori-pori atau rongga udara antar agregat lebih banyak. Dari hasil variasi persentase bahan pengisi (filler), nilai VIM masih memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk campuran lapis aspal beton AC-WC yaitu 3% - 5%. Terlihat juga dalam rentang variasi bahan pengisi (filler).

Pada dasarnya penggunaan bahan pengisi kapur lebih dominan antara lain, dapat membuat rongga dalam campuran menjadi kecil, yang dapat menyebabkan campuran kedap terhadap air.

3. Hubungan VMA (Void In Mineral Agregat) Dengan Variasi Kadar Filler

VMA (Voids in Mineral Aggregate) adalah jumlah kandungan rongga dalam campuran termasuk kadar aspal efektif dan dihitung terhadap volume total benda uji. Nilai VMA yang terlalu kecil atau kurang dari 15% dapat menyebabkan lapisan aspal yang dapat menyelimuti agregat menjadi tipis dan mudah teroksidasi, dan sebaliknya akan menyebabkan bleeding.

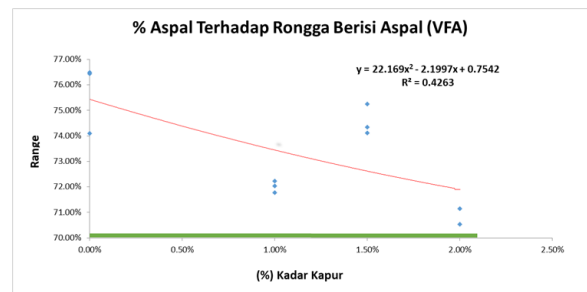


Gambar 5 Hubungan VMA (Void In Mineral Agregat) Dengan Variasi

Pada Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa nilai karakteristik VMA dipengaruhi oleh faktor penggunaan jenis bahan pengisi dan kadar aspal dan mempunyai nilai koefisien determinasi yaitu $R^2=0,3776$ artinya 37,76% data penelitian dapat dijelaskan di grafik VMA dan sisanya dijelaskan oleh factor lain.. Nilai VMA campuran lapis aspal beton (Laston) dengan variasi kadar bahan pengisi kapur mendapatkan hasil 16,77%, 17,48%, 16,91% dan 17,76%. Nilai hasil karakteristik dari VMA memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu lebih besar dari 15%. Karakteristik nilai VMA cenderung menurun sampai variasi kedua dan meningkat pada variasi selanjutnya. Pada nilai karakteristik VMA sebesar 16,77%, menunjukkan nilai yang tidak terlalu kecil terhadap nilai yang disyaratkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu lebih besar dari 15%. Untuk pori yang tidak terlalu besar dan aspal yang menyelimuti agregat akan memperkuat daya rekat antara agregat satu dengan yang lainnya.

4. Hubungan VFA (Void Filled With Asphalt) Dengan Variasi Kadar Filler

VFA (Void Filled With Asphalt) merupakan volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal atau volume selimut aspal atau rongga terisi aspal. Nilai VFA dipengaruhi oleh persentase kadar aspal, serta berat jenis, dan penyerapan agregat. Apabila nilai karakteristik VFA besar maka banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan 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 terisi, aspal akan naik kepermukaan yang kemudian terjadi bleeding.



Gambar 6 Hubungan VFA (Void Filled With Asphalt) Dengan Variasi

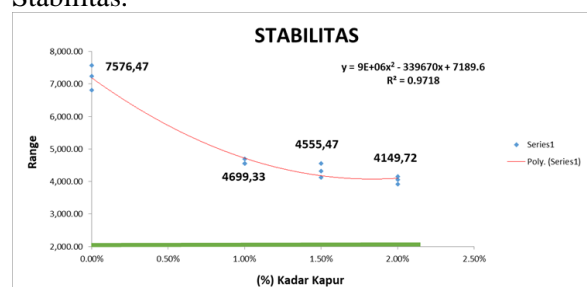
Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai karakteristik VFA memenuhi syarat dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu lebih besar dari 65%. Untuk hasil pengujiannya adalah 75,66%, 71,99%, 74,55% dan 70,81% dan memiliki nilai koefisien determinasi $R^2=0,3776$ artinya 37,76% data penelitian dapat dijelaskan di grafik VFA dan sisanya dijelaskan oleh factor lain.

Dengan Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai VFAnya mengalami peningkatan pada variasi 1% - 1,5% dan mengalami penurunan pada variasi 1% - 2% seiring dengan penambahan prosentase bahan pengisi (filler).

Hal ini menunjukkan meningkatnya nilai VFA disebabkan oleh tebalnya selimut pada material karena banyaknya bahan pengisi yang dapat menyerap aspal. Hal ini menunjukkan tidak adanya halangan bagi aspal dalam mengisi rongga-rongga yang ada yang menggunakan bahan pengisi tersebut.

5. Hubungan Stabilitas Marshall Dengan Variasi Kadar Filler

Stabilitas adalah maksimum beban yang dapat ditahan oleh campuran beraspal sampai terjadi runtuh. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai Stabilitas adalah kemampuan saling mengunci antar agregat (interlocking), sehingga mengakibatkan ikatannya semakin kuat yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai Stabilitas.



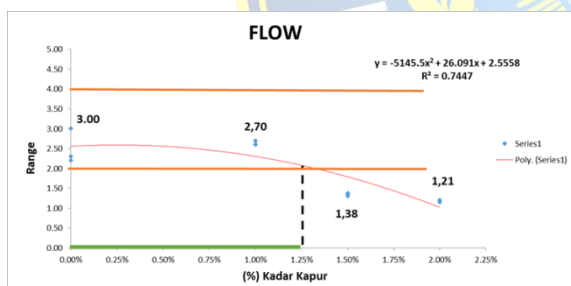
Gambar 7 Hubungan Stabilitas Marshall Dengan Variasi Kadar Filler (Hasil Pengolahan Data, 2020)

Hasil penelitian ditunjukkan Gambar 4.7 bahwa campuran yang menggunakan variasi kadar bahan pengisi antara serbuk bata merah dan kapur memiliki nilai Stabilitas yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yang disyaratkan yaitu lebih besar dari 800 kg.

Kondisi ini dipengaruhi oleh kadar rongga pada campuran. Kadar rongga yang rendah dapat menyebabkan benda uji menjadi stabil karena adanya pelelehan plastis setelah adanya pembebanan tetap. Dalam campuran seperti ini nilai Stabilitas tidak semata mata disebabkan oleh nilai kepadatan, tetapi penambahan prosentase variasi bahan pengisi (filler) dalam campuran ikut berkontribusi pada penurunan nilai Stabilitas Marshalnya dan memiliki nilai koefisien determinasi yaitu $R^2=0,9718$ artinya 97,18% data penelitian dapat dijelaskan di grafik Stabilitas dan sisanya dijelaskan oleh factor lain.

6. Hubungan Flow Dengan Variasi Kadar Filler

Flow atau kelelahan plastis merupakan besaran deformasi yang terjadi sebelum terjadi keruntuhan. Faktor-faktor yang menentukan tinggi rendahnya nilai kelelahan (flow) antar lain komposisi agregat, berat jenis, dan penyerapan agregat serta kadar aspal dalam campuran



Gambar 8 Hubungan Flow Dengan Variasi Kadar Filler

(Hasil Pengolahan Data, 2020)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk campuran yang menggunakan variasi kadar bahan pengisi (filler) serbuk kapur mempunyai nilai karakteristik kelelahan (flow) yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yang disyaratkan antara 2 - 4 mm dan nilai koefisien determinasi yaitu $R^2=0,7447$ artinya 74,47% data penelitian dapat dijelaskan di grafik Flow dan sisanya dijelaskan oleh factor lain.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak kadar bahan pengisi (filler) kapur pada campuran beton aspal, maka nilai kelelahan (flow) semakin menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kadar aspal optimum pada benda uji standart aspal beton (AC-WC) yaitu 6,2% Kadar Aspal Optimum.
2. Karakteristik kadar filler kapur terhadap nilai pendekatan yaitu:
 $Flow\ y=-5145.5x^2+26.091x+2.5558$
 $Stabilitas\ y=9E+06x^2-339670x+7189.6$
 $VIM\ y=-2.3026x^2+0.4421x+0.0414$
 $VMA\ y = 0.3476x + 0.1682$
 $VFA\ y=22.169x^2-2.1997x+0.7542.$
3. Dari hasil karakteristik Marshall menunjukkan bahwa nilai Stabilitas, VIM, VMA, dan VFA masuk dalam spesifikasi Bina Marga, sedangkan Nilai Flow dengan persentase filler 1,5 dan 2% tidak masuk dalam spesifikasi Bina Marga, maka Flow yang masuk dalam spesifikasi hanyalah variasi 0% - 1% dan tidak memiliki nilai optimum.

4.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilaksanakan dapat memberi saran sebagai berikut.

1. Perlu diadakan pengujian ketahanan terhadap pengelupasan (stripping resistance), sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif tentang manfaat kapur sebagai salah satu bahan anti pengelupasan (anti stripping agent).
2. Pengaruh pemanfaatan filler kapur perlu ditinjau nilai kekesatan.
3. Perlu pengamatan tahap selanjutnya untuk mengetahui hasil dari pengelaran campuran lapis aspal beton dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri, dkk. (2012), "Pengaruh Penggunaan Kapur Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis AUS (AC- WC)", Vol. II, No. 2, Hal. 87-104.
- Departemen Pekerjaan Umum, No.025/T/BM/1999, *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak.*
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2018), *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.*
- Fannisa, Henny, dkk. (2010), *Perencanaan Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Kapur Padam, Proyek Akhir A.Md, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.*
- Noviyanti, dkk (2015), "Karakterisasi Kalsium Karbonat [Ca(Co3)] Dari Batu Kapur

Kelurahan Tellu Limpoe Kecamatan Suppa”, Vol. II, No 2, Hal. 169 - 172.

Saodang, Hamirhan, (2005), *Konstruksi Jalan Raya, Nova, Bandung.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 03-4142-1996, *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm).*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 03-6723-2002, *Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Beraspal.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 2417-2008, *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 2434-2011, *Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin Dan Bola (Ring And Ball).*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 03-1737-1989, *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 06-2441-1991, *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 06-2456-1991, *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 06-2489-1991, *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall.*

Standar Nasional Indonesia (SNI), 2433-2011, *Cara Uji Nyala Dan Titik Bakar Aspal Dengan Alat Cleveland Open Cup.*

Sukirman, Silva. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.*

Suprpto, Tm, M.Sc. (2004), *Bahan Dan Struktur Jalan Raya, Edisi Tiga, Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.*

