

## OPTIMASI FILLER KAPUR PADA ASPAL BETON MODIFIKASI POLIVINIL ASETAT MENGGUNAKAN METODE MARSHALL

Gerry Matheus Telap<sup>1</sup>, Lolom Evalita Hutabarat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UKI Jakarta

Email: Gerry\_telap@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UKI Jakarta

Email: Lolom.Hutabarat@uki.ac.id

Masuk:03-05-2021, revisi: 04-05-2021, diterima untuk diterbitkan: 15-05-2021

### ABSTRAK

Penggunaan kapur sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam campuran beton aspal merupakan alternatif pengganti abu batu atau Semen Portland dengan pertimbangan harga kapur yang cukup ekonomis. Selain itu juga untuk meningkatkan umur pakai jalan terhadap deformasi jangka panjang, dapat digunakan bahan tambahan pada campuran aspal yaitu Polivinil Asetat. Material tambahan ini berguna untuk meningkatkan kinerja campuran aspal agar tidak mengalami deformasi untuk perkerasan jalan dalam jangka panjang. Penelitian tentang bahan pengisi kapur dengan kandungan silika tinggi untuk meningkatkan aspal beton dilakukan di laboratorium dengan kadar aspal optimum 6% (*Polivinil Asetat* 3% dari total berat aspal), dan beberapa perbandingan campuran berat kapur terhadap total *filler* sebagai pengganti abu batu yakni, 0%, 25%, 50%, 75%. Pengujian stabilitas aspal yang dilakukan dengan menggunakan uji *Marshall* memperlihatkan nilai stabilitas optimal pada campuran dengan perbandingan kapur 50% terhadap aspal modifikasi *Polivinil Asetat* sebesar 1973.30 kg tanpa perendaman dan 1868,35 kg dengan perendaman, menurun 5,32%. Perbandingan nilai stabilitas 100% *filler* abu batu tanpa menggunakan aspal modifikasi *Polivinil Asetat* atau beton aspal normal yaitu sebesar 1125,44 kg. Sesuai persyaratan Bina Marga, hasil pengujian menunjukkan hasil optimal dengan menggunakan *filler* kapur 50%. Sebagian besar parameter yang diukur memenuhi syarat yang meliputi VMA, VIM, stabilitas, kelelahan dan *Marshall Quotient*, hanya VFA yang tidak memenuhi, jika dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan pada beton aspal normal dengan hasil VIM dan VFA yang tidak memenuhi.

**Kata kunci:** Bahan pengisi kapur; Aspal beton normal; Stabilitas Marshall; dengan dan tanpa perendaman.

### ABSTRACT

Using lime as a filler in the asphalt concrete mixture is an alternative to rock ash or Portland cement considering the economical price of lime. In addition, to increase the service life of the road against long-term deformation, an additive to the asphalt mixture can be used, namely Polyvinyl Acetate. This additional material is useful for improving the performance of the asphalt mixture so that it does not experience deformation for road pavements in the long term. Research on lime fillers with high silica content to increase concrete asphalt was carried out in a laboratory with an optimum asphalt content of 6% (Polyvinyl Acetate 3% of the total weight of asphalt), and several comparisons of lime weight mixture to total filler as a substitute for rock ash, namely, 0%, 25%, 50%, 75%. Asphalt stability testing using the Marshall test showed the optimal stability value for the mixture with a ratio of 50% lime to the modified polyvinyl acetate asphalt of 1973.30 kg without immersion and 1868.35 kg with immersion, decreased by 5.32%. The comparison of the stability value of 100% rock ash filler without using modified asphalt polyvinyl acetate or normal asphalt concrete is 1125.44 kg. In accordance with the requirements of Bina Marga, the test results show the optimal results using 50% lime filler. Most of the parameters measured meet the requirements which include VMA, VIM, stability, melt and Marshall Quotient, only VFA does not meet, when compared to tests carried out on normal asphalt concrete with inadequate VIM and VFA results.

**Keywords:** lime filler; normal asphalt concrete; Marshall Quotient; soaking.

## 1. PENDAHULUAN

Aspal beton (*Asphalt Concrete*) merupakan gabungan dari agregat bergradasi menerus dengan bahan pengikat (bitumen) yang paling banyak digunakan sebagai struktur utama perkerasan

jalan raya yang merupakan prasarana transportasi darat yang sangat diperlukan untuk menjadi penghubung dari suatu daerah ke daerah lainnya. Kekuatan utama aspal beton ada pada keadaan butir agregat yang saling mengunci dan sedikit *filler*. Standar kualitas penggunaan bahan ikat (*binder*) secara efektif akan meningkatkan kualitas perkerasan jalan yang lebih baik akibat perubahan suhu di permukaan jalan yang dapat menurunkan kualitas jalan. Penggunaan aspal modifikasi polimer (*Polymer Modified Asphalt - PMA*) telah banyak dikembangkan beberapa waktu terakhir. Penambahan polimer sekitar 2%-6% memberikan hasil yang baik dalam meningkatkan ketahanan terhadap deformasi dan keretakan sehingga dapat mengurangi biaya perawatan dan perbaikan jalan (Suparma, 2015; Al Nageim, 2012). Umumnya kerusakan yang terjadi adalah terlepasnya butiran agregat dan retak yang diakibatkan kontrol mutu yang lemah pada saat pencampuran, sehingga seringkali digunakan bahan tambahan (*additive*) untuk meningkatkan daya rekat, titik lembek ataupun kelenturannya.

Berbagai penelitian memanfaatkan bahan tambahan (*additive*) dari material limbah yang berorientasi pada lingkungan berkelanjutan dengan prinsip 3R (*reduce-reuse-recycle*). Tujuan utama penambahan material tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan dan daktilitas dari aspal beton tersebut. Salah satu alternatif yang telah dicoba yaitu peningkatan kualitas dari perkerasan jalan raya dengan penggunaan berbagai jenis bahan alam sebagai bahan tambahan maupun bahan pengganti yang mampu memberi kontribusi kekuatan pada perkerasan jalan (Jurnal, 2018; Rosyad, 2017; Meng, 2013). Pada umumnya *filler* yang digunakan masih relatif mahal, seperti: Semen *Portland* dan abu batu. Telah banyak penelitian tentang bahan pengganti *filler* yang lebih murah, diantaranya penggunaan abu sekam, abu keramik, dan lain sebagainya.

Penggunaan Polivinil Asetat (PVAc) pada campuran aspal beton dapat meningkatkan daktilitas aspal. PVAc merupakan senyawa polimer yang memiliki sifat tahan panas, daya regang tinggi, dan banyak dihasilkan di Indonesia, karena Indonesia sebagai salah satu penghasil karet terbesar di dunia, sehingga mudah didapatkan baik dalam jumlah dan kualitas yang dibutuhkan. PVAc didapatkan dalam bentuk emulsi di air, sebagai bahan perekat untuk bahan-bahan berpori, khususnya kayu. Penelitian campuran beton aspal menggunakan PVAc mengacu kepada syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Berdasarkan penelitian sebelumnya, campuran PVAc berfungsi meningkatkan kelenturan aspal sehingga tidak mudah rusak dan pecah yang berfungsi sebagai pengikat aspal dan *filler*. Selain itu melapisi agregat dengan mencampurkan agregat dalam emulsi PVAc yang diencerkan meningkatkan kekuatan tekan dari benda uji sebesar 31% dibandingkan dengan nilai yang diperoleh pada campuran aspal dingin yang tidak dilapisi sebelumnya (Chávez-Valencia, 2007). Selain itu penambahan 10% PVAc merubah karakteristik fisik dari perekat limbah tinta dimana dengan perlakuan temperatur yang semakin tinggi akan semakin memperbesar viskositas (Jason, 2019). *Polivil asetat* (PVAc) juga berpengaruh terhadap kuat tekan maksimum material nanokomposit dari tandan kelapa sawit didapatkan kekuatan tekan komposit maksimum (Sriyanti, 2014).

Kapur dalam campuran aspal panas (*hotmix*) memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah sebagai anti *stripping agent* yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Kapur juga dapat mempengaruhi kinerja campuran beton aspal dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan agregat.

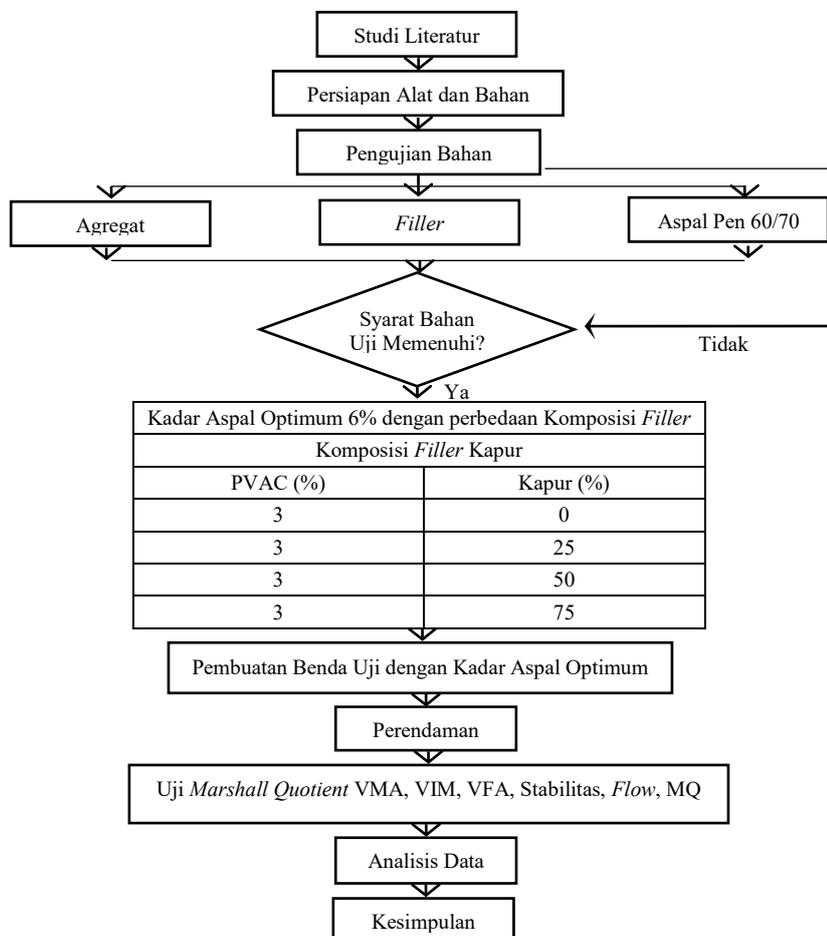
## 2. METODE

Kapur yang digunakan sebagai filler adalah kapur yang dihasilkan dari proses pembakaran batu kapur pada suhu sekitar 900°C hingga 1500°C. Kapur hasil pembakaran kemudian disiram dengan air saat kondisi panas sehingga berbentuk serbuk, pengadaan juga cukup mudah

didapatkan dan murah sehingga bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan dan lebih efisien dalam anggaran serta dapat dimanfaatkan di daerah yang mempunyai sumber daya alam kapur yang melimpah. Kapur memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ), aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Ferrit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang merupakan bahan utama untuk pembentuk semen *Portland*, sehingga kapur diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran. Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan merupakan kapur yang lolos dengan saringan nomor 200 (0,075 mm). Dalam penelitian ini digunakan variasi penambahan kapur sebanyak 0%, 25%, 50%, 75% sebagai bahan pengisi (*filler*).

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur sebagai bahan pengisi (*filler*) terhadap karakteristik marshall dalam campuran lapis aspal beton (laston) modifikasi polivinil astetat (PVAc). Selain itu juga dilakukan pengujian pada campuran beton aspal yang menggunakan bahan tambah berupa bahan pengisi (*filler*) kapur dengan perendaman atau tanpa perendaman apakah dapat mengurangi nilai kerusakan pada permukaan dibandingkan dengan aspal beton normal (Subono, 2011; Sukarman, 2003). Kadar optimum aspal yang digunakan 6%, dan dicampur polivinil asetat sebesar 3% dari kadar optimum aspal. Semua pengujian dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Teknik Sipil FT UKI Jakarta sesuai Standar pengujian Marshall test sesuai persyaratan Bina Marga No. IV pada beberapa benda uji di laboratorium (Transportasi, 1991; Umum, 1990; Cardarelli, 2018)

Adapun alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Flow Chart Pengujian

## 2.1. Parameter Pengujian

Pengujian yang dilakukan terhadap benda uji meliputi parameter berikut dengan mengacu kepada standar pada Tabel 1:

- a) Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antara butir, penguncian antara partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.
- b) Keawetan (*durability*) juga diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan, yang diukur dengan: (1) Film aspal atau selimut aspal; (2) VIM (*Voids in Mixing*) yaitu pori dalam beton aspal padat yang dinyatakan dalam persen terhadap bulk beton aspal padat; (3) VMA (*Voids in the Mineral Agregates*) yaitu volume pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat yang dinyatakan dalam persen terhadap bulk beton aspal padat; dan (4) VFA (*Voids Filled with Asphalt*) yaitu persentase rongga terisi aspal.
- c) Fleksibilitas pada lapisan perkerasan juga perlu diperhatikan sebagai kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.
- d) Tahan Geser/Kekesatan (*Skid Resistance*) yang dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan beban kendaraan
- e) Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)
- f) Ketahanan Terhadap Perendaman yaitu permeabilitas dari aspal pada umumnya kurang lebih 0.15 cm/detik untuk dapat mendapatkan permukaan perkerasan yang tidak mengandung genangan air walaupun masih dalam keadaan lembab. Pada pengujian ini akan dilakukan perendaman terhadap benda uji dengan campuran 3 jenis pasir agar dapat diketahui nilai permeabilitas dan angka pori dari setiap jenis pasir tersebut.

Tabel 1. Persyaratan parameter perkerasan jalan yang akan diuji

Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat		Lalu Lintas Sedang		Lalu Lintas Ringan	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Stabilitas (kg)	800	-	650	-	460	-
Kelelahan (mm)	2	4	2	4,5	2	5
Marshall Quotient	200	350	200	350	200	30
VIM (%)	3	5	3	5	3	5
VMA (%)	15	-	15	-	15	-
VFA (%)	63	-	63	-	63	-
Jumlah Tumbukan	2×75	-	2×50	-	2×35	-

Sumber: SNI 03-1737-1989

## 2.2. Agregat Kasar

Fungsi agregat adalah untuk memberikan kekuatan pada campuran. Bentuk serta permukaan agregat yang diinginkan adalah yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan penguncian yang baik dengan material yang lain. Agregat kasar adalah agregat/butiran yang tertahan pada saringan No. 8 atau 2,38 mm. Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet dan bebas dari bahan lain yang mengganggu serta harus memenuhi persyaratan seperti yang terdapat pada Tabel 2. Dalam penelitian ini pengujian terhadap agregat kasar yang dilakukan meliputi menguji keausan dengan Mesin *Los Angeles*, Penyerapan Air, dan Berat Jenis (*bulk & semu*). Banyaknya agregat kasar yang digunakan

dalam penelitian ini sekitar 5kg.

Tabel 2. Persyaratan mutu agregat

Sifat Agregat	Sifat Agregat
Keausan dengan Mesin Los Angeles	< 40%
Kelekatan terhadap aspal	> 95%
Jumlah bidang pecah	2
Indeks kepipihan	< 25%
Penyerapan air	< 3%
Berat Jenis ( <i>bulk</i> & semu)	> 2,5
Bagian yang lunak	< 5%

Sumber: SKBI – 2.4.26/1987

### 2.3. Agregat Halus

Agregat halus berfungsi mengisi ruang antar butir agregat kasar, agregat halus dapat meningkatkan stabilitas campuran melalui saling penguncian (*interlocking*) atas butiran. Bahan ini terdiri dari butir-butir batu pecah atau pasir alam atau pasir terak atau campuran dari keduanya. Kekasaran butir sangat mempengaruhi stabilitas campuran. Persyaratan agregat halus sesuai dengan SNI dapat dilihat pada Tabel 3. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisa saringan yang lolos saringan no. 200, Penyerapan air, dan Berat jenis *bulk*. Banyaknya agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini sekitar 1000 gram.

Tabel 3. Persyaratan mutu agregat

Sifat Agregat	Sifat Agregat
Nilai setara pasir	min 45%
Lolos saringan no.200 ( 0,075 )	maks 8%
Angularitas	min 45%
Penyerapan air	maks 3%
Berat jenis bulk	min 2,5%

Sumber: SKBI – 2.4.26/1987

### 2.4. Bahan Pengisi (*Filler*)

*Filler* sebagai bahan pengisi harus mampu mengisi bagian-bagian kosong (rongga-rongga atau celah yang terdapat pada sela-sela agregat) pada susunan aspal beton tersebut. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lainnya yang dapat mengganggu. Dalam penelitian ini menggunakan bahan pengisi dari batu kapur (*limestone*) yang mengandung *kalsium karbonat* ( $\text{CaCO}_3$ ) mencapai 95%, serta *silica*, *alumina*, dan *magnesium* serta beberapa senyawa lainnya namun dalam jumlah yang lebih kecil. Kapur mula-mula dibersihkan dari kotoran yang terbawa dengan cara di cuci kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Kemudian kapur yang telah kering tadi di bakar dengan temperature tinggi. Proses pengabuan dilakukan dengan pemanasan dalam oven pada suhu antara 900°C-1500°C selama  $\pm 3$  hari, setelah kemudian disiram dengan air sehingga berbentuk serbuk. Abu kapur yang dihasilkan kemudian dihancurkan dengan mesin *Los Angeles* agar menjadi debu. Abu kapur yang telah halus kemudian diayak dengan saringan halus (no.200) sehingga diperoleh serbuk abu yang lebih halus lolos saringan no.200.

## 2.5. Aspal Keras (AC)

Aspal keras/panas adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Pengelompokan aspal keras dapat dilakukan berdasarkan penetrasi pada temperatur 25° ataupun berdasarkan nilai viskositasnya. Pada penelitian ini dipergunakan aspal beton dengan penetrasi 60/70. Persyaratan aspal keras seperti tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Persyaratan Aspal Keras (AC)

Jenis Pemeriksaan	Pen 40/50		Pen 60/70		Pen 80/100		Satuan
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	
Penetrasi 25°C, 100 gr, 5 detik	40	59	60	79	80	99	0,1mm
Titik lembek	51	63	48	58	46	54	°C
Titik Nyala	232	-	232	-	232	-	°C
Kehilangan berat	-	0.4	-	0.4	-	0.4	% berat
Kelarutan	99	-	99	-	99	-	% berat
Daktilitas	100	-	100	-	100	-	cm
Penetrasi setelah kehilangan	75	-	75	-	75	-	% semula
Berat jenis 25°C	1	-	1	-	1	-	gr/cm <sup>3</sup>

Sumber: SNI No. 1737- 1987 – F

## 2.6. Polivinil Asetat (PVAc)

Polivinil asetat adalah suatu polimer karet sintesis dimana proses hidrolisis sempurna atau sebagian dari senyawa ini akan menghasilkan *polivinil alkohol* (PVOH). Rasio hasil hidrolisis ini berkisar antara 87% - 99%.

## 2.7. Perencanaan Campuran

Pada penelitian ini, campuran aspal yang digunakan adalah campuran lapis aspal beton (laston). Campuran aspal antara agregat dengan aspal harus dicampur dalam keadaan panas pada suhu tertentu (*hot mix*). Tahapan dalam pencampuran adalah sebagai berikut:

- Kadar aspal optimum di dapat yaitu 6% untuk campuran bahan tambah polivinil asetat yaitu 3% sesuai penelitian yang dilakukan sebelumnya
- Proporsi agregat kasar, agregat halus, bahan tambah pengikat campuran aspal (polivinil asetat), dan filler (abu batu dan kapur) sesuai strandar
- Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi menerus. Gradasi menerus adalah suatu komposisi yang menunjukkan pembagian butiran yang merata mulai dari ukuran butiran besar sampai yang terkecil.
- Cetakan benda uji yang digunakan berdiameter 9,7 cm dan tinggi 7,4 cm lengkap dengan pelat atas dan leher sambung
- Penumbuk yang digunakan mempunyai permukaan tumbuk rata-rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm
- Oven dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampia ( $200 \pm 3$ )°C
- Bak perendam (water bath) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C
- Untuk tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $6.25 \text{ cm} \pm 0.125 \text{ cm}$ .

- i) Agregat serta panci pencampur dipanaskan  $+28^{\circ}\text{C}$  di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai merata kemudian panaskan aspal sampai suhu pencampuran ( $150^{\circ}\text{C}$ )

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Agregat

Benda uji yang dibuat adalah 12 benda uji, masing-masing variasi dibuat 3 sampel. Sedangkan pada campuran aspal beton dengan perendaman juga menggunakan karakteristik campuran aspal beton yang sama. Benda uji yang dibuat pada perendaman adalah 8 benda uji, masing-masing variasi dibuat 2 sampel. Hasil pengujian terhadap agregat dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat

Jenis Pengujian	Hasil	Standar Persyaratan	Persyaratan	Keterangan
Berat Jenis Agregat Kasar	2.7 gr/ml	SNI 03-1969-1990	$\geq 2.5$	Memenuhi
Berat Jenis Agregat Halus	2.56 gr/ml	SNI 03-1970-1990	$\geq 2.5$	Memenuhi
Penyerapan Agregat Kasar	2.54%	SNI 03-1969-1990	$\leq 3\%$	Memenuhi
Penyerapan Agregat Halus	2.04 %	SNI 03-1970-1991	$\leq 3\%$	Memenuhi
Abrasi dengan Mesin Los Angeles	37 %	SNI 03-2417-1991	$\leq 40\%$	Memenuhi

#### 3.2. Pengujian Aspal

Hasil pengujian terhadap agregat dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut

Tabel 6. Hasil Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Hasil	Standar Persyaratan	Persyaratan	Keterangan
Berat Jenis Aspal	1.09 gr/ml	SNI 06-2441-1991	$\geq 1$	Memenuhi
Penetrasi Aspal	67	SNI 06-2456-1991	60 - 79	Memenuhi
Daktilitas Aspal	119 cm	SNI 06-2432-1991	$\geq 100$	Memenuhi
Titik Lembek Aspal	53	SNI 06-2434-1991	48 -58	Memenuhi
Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	278	SNI 06-2433-1991	$\geq 200$	Memenuhi

#### 3.2. Pengujian Marshal

Hasil pengujian di laboratorium didapatkan nilai volumetrik (VMA, VIM, dan VFA), nilai stabilitas Marshall, nilai kelelahan Marshall, dan nilai Marshall Quotient (MQ) tanpa perendaman dan dengan perendaman seperti terlihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshal Tanpa Perendaman dengan PVAC 3%

Filler	Hasil Uji Marshal Tanpa Perendaman					
	Kapur (%)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelahan (mm)
0	20,96	3,61	58,81	1848,55	3,45	536,41
25	20,74	3,34	59,50	1927,01	3,52	546,97
50	20,55	3,12	60,27	1973,30	3,58	551,73
75	23,06	6,20	51,87	1891,19	3,51	539,30

Dari Tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas Marshall tertinggi tanpa perendaman yaitu 1973,30 kg pada filler Kapur 50% serta PVAC 3%, dengan nilai VFA tertinggi yaitu 60,27%, nilai kelelehan tertinggi yaitu 3,58 mm dan nilai Marshall Quotient tertinggi yaitu 551,73 kg/mm. Sedangkan hasil pengujian di laboratorium didapatkan nilai volumetrik (VMA, VIM, dan VFA), nilai stabilitas Marshall, nilai kelelehan Marshall, dan nilai Marshall Quotient (MQ) seperti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Marshal Dengan Perendaman dengan PVAC 3%

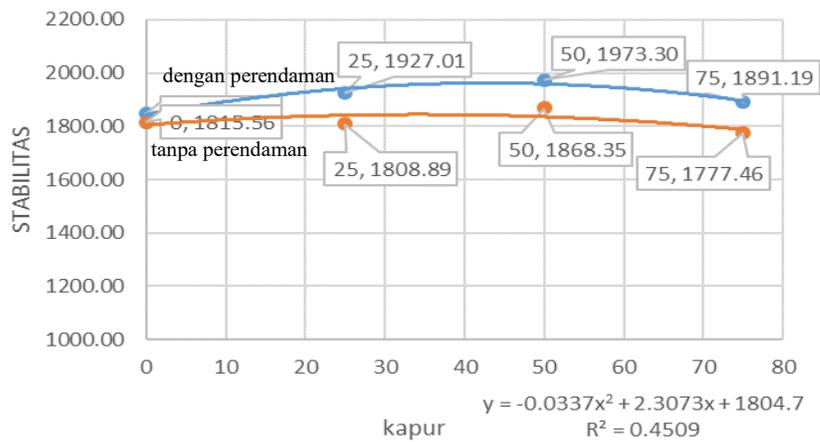
Filler Kapur (%)	Hasil Uji Marshal Dengan Perendaman					
	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Kelelehan (mm)	MQ (kg/mm)
0	20,45	3,00	62,25	1815,56	3,63	500,96
25	19,91	2,33	64,39	1808,89	3,59	504,74
50	21,81	4,66	57,35	1868,35	3,60	519,03
75	21,49	4,26	58,47	1777,46	3,58	497,26

Sehingga perbandingan hasil pengujian tanpa perendaman dan dengan perendaman sesuai persyaratan dari Bina Marga dapat terlihat pada Tabel 9, Gambar 2 serta Gambar 3.

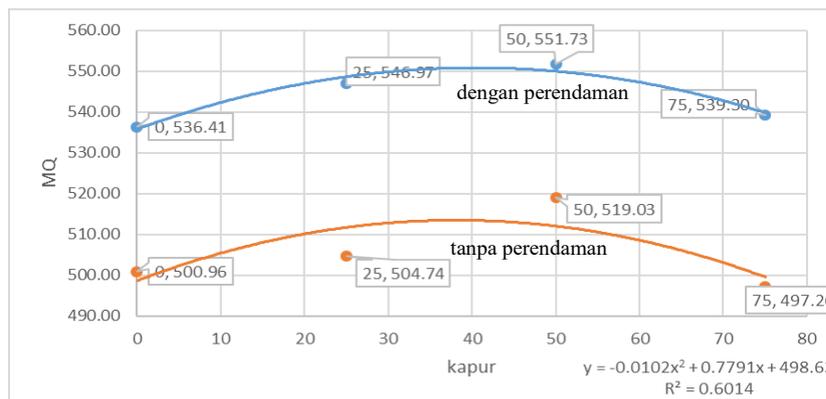
Tabel 9. Persyaratan parameter perkerasan jalan yang akan diuji

Sifat-Sifat Campuran	Filler Kapur	
	Kapur	Abu Batu
VMA (min. 15 %)	Memenuhi	Memenuhi
VIM (3.5 – 5.5 %)	Memenuhi	Tidak Memenuhi
VFA (min. 65 %)	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Stabilitas (>800 kg)	Memenuhi	Tidak Memenuhi
Kelelehan (3 - 5 mm)	Memenuhi	Memenuhi
Marshall Quotient (>200 kg/mm)	Memenuhi	Tidak Memenuhi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan gradasi Bina Marga No.IV dengan Kadar Aspal Optimum sebesar 6% di modifikasi Polivinil Asetat sebesar 3% dan variasi kadar Kapur 0%, 25%, 50%, 75% didapatkan nilai stabilitas tertinggi pada kadar 3% + 50% sebesar 1973,30 kg dan untuk nilai MQ tertinggi terdapat pada kadar 3% + 50% sebesar 551,73 kg/mm.



Gambar 2. Perbandingan Stabilitas dengan dan tanpa Rendaman



Gambar 3. Perbandingan MQ dengan dan tanpa Rendaman

Hasil pengujian perendaman pada penelitian ini dilihat dari hasil yang baik atau kecil penurunan nilai stabilitasnya didapatkan kadar Polivinil Asetat + Kapur adalah sebesar 3% + 0%. Dapat dilihat bahwa pada kadar Kapur 50% memiliki nilai stabilitas tertinggi namun semakin tinggi kadar kapur nilai stabilitas mulai terjadi penurunan. Hal yang sama terjadi terhadap nilai MQ, pada kadar filler kapur 50% memiliki nilai MQ tertinggi namun pada kadar filler kapur 75% terjadi penurunan. Jadi untuk perbandingan antara kapur dan abu batu tetap yang terbaik adalah kapur karena dari persyaratan Bina Marga filler kapur hanya tidak memenuhi 1 saja yaitu VFA seperti terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan uji Marshall menggunakan Filler Kapur atau Abu Batu

Syarat Bina Marga	Polivinil Asetat (3%) + Filler Kapur (50%)		Keterangan
	(Tanpa Perendaman)	(Dengan Perendaman)	
VMA (min. 15 %)	20,55	21,81	Meningkat 6,13%
VIM (3.5 – 5.5 %)	3,12	4,66	Meningkat 49,36%
VFA (min. 65 %)	60,27	57,35	Menurun 4,84%
Stabilitas (>800 kg)	1973,30	1868,35	Menurun 5,32%
Kelelehan (3 - 5 mm)	3,58	3,60	Meningkat 0,56%
Marshall Quotient	551,73	519,03	Menurun

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan Analisa akhir pada uji *Marshall* dengan menggunakan bahan modifikasi *Polivinil Asetat* terhadap *filler* kapur dengan perbandingan persentase *filler* yang berbeda, yaitu 0%, 25 %, 50 %, 75 % untuk *filler* kapur dengan spesifikasi Bina Marga No. IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Secara keseluruhan perbandingan filler kapur sebagai pengganti filler abu batu dapat disimpulkan bahwa campuran dengan pengganti filler abu batu sebesar 50 % adalah campuran yang ideal namun belum memenuhi spesifikasi agregat jika memakai ketentuan laston dikarenakan nilai VFA yang terlalu kecil dari syarat Bina Marga
- b) Dari hasil uji Marshall berdasarkan penelitian terdahulu, didapat pada kadar filler kapur 0% dan kadar Polivinil Asetat 0% nilai stabilitas 1125,44 kg. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pada kadar filler kapur 50% dan menggunakan aspal modifikasi Polivinil Asetat lebih baik dari segi nilai stabilitas 1973,30 kg.
- c) Dari hasil nilai stabilitas kadar filler kapur 0% tanpa perendaman dengan perendaman mendapatkan hasil penurunan terkecil sebesar 1.78% dan nilai MQ kadar filler kapur 50% memiliki hasil penurunan terkecil sebesar 5.92%
- d) Bila dari hasil MQ dari penelitian terdahulu, jika dibandingkan dengan hasil terbaik dari penelitian yang dilakukan oleh penulis maka dapat disimpulkan bahwa pada kadar filler kapur 50 % dan menggunakan aspal modifikasi Polivinil Asetat lebih baik dari segi nilai MQ 551,73 kg/mm dibanding dengan aspal beton normal yang dilakukan
- e) Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dari nilai stabilitas dan MQ variasi Polivinil Asetat 3% kapur 50% dapat menjadi rekomendasi terbaik pada penelitian ini untuk dilakukan uji coba pada perkerasan jalan

#### 6. REFERENCES

- Al Nageim, H., Al-Busaltan, S. F., Atherton, W., & Sharples, G. (2012). A Comparative Study for Improving the Mechanical Properties of Cold Bituminous Emulsion Mixtures with Cement and Waste Materials. *Construction and Building Materials*, 36, 743-748.
- Cardarelli, F. (2018). *Materials Handbook* (P. 2254). London: Springer.
- Chávez-Valencia, L. E., Alonso, E., Manzano, A., Pérez, J., Contreras, M. E., & Signoret, C. (2007). Improving The Compressive Strengths of Cold-Mix Asphalt Using Asphalt Emulsion Modified by Polyvinyl Acetate. *Construction and Building Materials*, 21(3), 583-589.
- Indonesia, S. N. (1990). *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus*. Sni 03-1970-2008. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Jason, I., & Widiyarta, I. M. (2019). Studi Pengaruh Temperatur Terhadap Penambahan 10% Polivinil Asetat Pada Limbah Tinta Sebagai Bahan Baku Pembuatan Perekat. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika Vol*, 8(4), 761-765.
- Jurnal, R. T. (2018). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Durabilitas Dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC). In *Jurnal Forum Mekanika* (Vol. 7, No. 2, Pp. 87-92).
- Meng, Y., Changduo, L., Yang, G., & Shubai, Z. (2013). Study On Influence Factors of PVAc Emulsion Viscosity [J]. *China Adhesives*, 3.
- Rosyad, F., Prastyo, N., & Kasmuri, M. (2017). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Durabilitas Dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC). *Jurnal Tekno*, 14(2), 23-31.
- Sriyanti, I., & Marlina, L. (2014). Pengaruh Polyvinyl Acetate (PVAc) Terhadap Kuat Tekan Material Nanokomposit Dari Tandan Kelapa Sawit. *Ejournal Unsri*, 1(1), 69-73.

- Subono, V. P. (2011). Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete (Ac) Dengan Bahan Pengisi (Filler) Abu Vulkanik Gunung Merapi.
- Sukarman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Yayasan Obor Indonesia.
- Suparma, B. L., & Laos, D. S. (2015). Pengaruh Penggunaan Aspal Modifikasi Eva (Eva-Ma) Pada Perancangan Campuran Beton Aspal. In *The 18th Fstpt International Symposium, Unila, Bandar Lampung* (Vol. 28).
- Umum, D. P. (1991). SNI-06-2441-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat. *Pustran. Balit. Bang, Bandung*.
- Umum, D. P. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar SNI 03-1969-1990. *Jakarta: Badan Pekerjaan Umum*.
- Umum, P., & Al SPM, B. K. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.