

## PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK TALK TERHADAP CAMPURAN BERASPAL

### *THE EFFECT OF TALCUM POWDER ADDITION TO ASPHALT MIXTURE*

Piter Octaviano Sukarno<sup>1</sup>, Jhon Gayus Mangalla<sup>2</sup>, Afni K. Tambing<sup>3</sup>, Leonardo Suryo<sup>4</sup>,  
Enma Mediawati Sebayang<sup>5</sup>

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Krida Wacana  
<sup>1</sup>piter.2014ts006@civitas.ukrida.ac.id, <sup>3</sup>afni.2014ts021@civitas.ukrida.ac.id,  
<sup>4</sup>leonardo.2013ts006@civitas.ukrida.ac.id, <sup>5</sup>enma@ukrida.ac.id

#### Abstrak

Prasarana transportasi sangat dibutuhkan untuk jalan perkotaan. Aspal merupakan bahan utama dari pembuatan perkerasan jalan. Banyak ditemukan di kota besar bahwa badan jalan sudah tidak memiliki permukaan yang rata dan bagus. Hal tersebut diakibatkan oleh beban-beban kendaraan yang melintas di badan jalan tersebut. Selain dari beban, pengaruh utama dari kerusakan tersebut adalah kekuatan dari perkerasan jalan itu sendiri. Nilai stabilitas yang tinggi dan *flow* yang rendah sangat dibutuhkan untuk perkerasan jalan aspal dengan lalu lintas kendaraan yang padat. Aspal yang campurannya ditambah oleh bubuk talk dengan kadar 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% memiliki nilai stabilitas berturut-turut sebesar 1.433,8 kg, 1.437,8 kg, 1.824,4 kg, 1.338,1 kg, dan 1.601,8 kg dengan nilai *flow* berturut-turut sebesar 6,1 mm, 6,1 mm, 4,7 mm, 6,2 mm, dan 6,6 mm. Dari hasil tersebut didapatkan nilai kadar bubuk talk optimum sebesar 6,625% dari berat total agregat.

**Kata kunci:** aspal, perkerasan, stabilitas, *flow*, bubuk talk, optimum

#### Abstract

*Transportation infrastructure is highly needed for urban roads. Asphalt is the main material for pavement. It is common in big cities to find roads whose surface are no longer flat and in a good condition. This is due to the load of the vehicles that pass through the road. In addition to the loads, the main cause of the damage is the pavement strength. Asphalt pavement for roads with heavy traffic needs high stability and low flow rates. The asphalt mixture that was added with 5%, 6%, 7%, 8% and 9% talcum powder has stability value as much as 1,433.8 kg, 1,437.8 kg, 1,824.4 kg, 1,338.1 kg and 1,601.8 kg, in which the successive flow values are 6.1 mm, 6.1 mm, 4.7 mm, 6.2 mm and 6.6 mm respectively. From the result, it is observed that the optimum powder content value is 6.625% of the total aggregate weight.*

**Keywords:** asphalt, pavement, stability, flow, talcum powder, optimum

**Tanggal Terima Naskah** : 03 Desember 2017  
**Tanggal Persetujuan Naskah** : 05 Februari 2018

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengembangan prasarana pada transportasi saat ini sangat dibutuhkan, salah satunya adalah jalan raya. Jalan raya saat ini sudah mengalami banyak perkembangan teknologi, baik dari segi metode pelaksanaannya maupun perkerasannya. Namun, masih sering ditemukan banyak kerusakan yang terjadi pada beberapa jalan utama di kota besar, seperti Jakarta, Bandung, Bekasi, dan sekitarnya [1].

Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapis Aspal Beton yang diyakini dapat menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik. Selain Bina Marga, sampai saat ini masih banyak yang melakukan penelitian untuk perkerasan jalan menggunakan berbagai jenis material maupun bahan kimia [2]. Dengan pertimbangan tersebut, diusulkanlah campuran dengan material halus berupa bubuk talk. Bubuk talk ini sering digunakan sebagai bahan pembentuk *fiberglass* agar keras dan lentur. Dengan demikian, diharapkan pencampuran bubuk talk pada campuran beraspal dapat meningkatkan mutu dan kualitas aspal baik itu stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, kedap air, kekerasan, maupun ketahanan kelelahan [3].

### 1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk talk sebagai *filler* pada campuran aspal dan agregat dengan kadar talk 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% untuk menggantikan sebagian dari bin 4 dalam campuran aspal dan agregat.

### 1.3 Lingkup Studi

Adapun lingkup studi pada penelitian ini adalah:

- Pengujian menggunakan bubuk talk sebagai bahan pengganti total agregat dengan kadar adalah 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% dari total agregat;
- Bubuk talk yang digunakan adalah fraksi tambahan yang ukuran butirannya telah teruji lolos saringan No. 200;
- Pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan bubuk talk terhadap *density*, stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA dari benda uji.

## 2. KONSEP DASAR

### 2.1 Agregat

Permukaan jalan merupakan lapisan perkerasan yang langsung menerima beban lalu lintas. Kualitas dan kekuatan dari campuran untuk lapisan perkerasan jalan tersebut sangat tergantung dari agregat dalam campuran itu sendiri, baik agregat kasar maupun agregat halus. Agregat merupakan sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (Berdasarkan SNI No. 1737-1989-F) [4]. Menurut Bina Marga, agregat dibedakan menjadi tiga berdasarkan ukuran butirannya, yaitu:

- Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm);
- Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75);
- Bahan pengisi harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) tidak kurang 75% terhadap beratnya.

### 2.2 Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Sifat-sifat penting yang harus dimiliki oleh suatu

campuran agregat adalah stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, kedap air, tahan geser, dan ketahanan kelelahan [5].

Stabilitas merupakan kemampuan campuran aspal sebagai bahan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Durabilitas adalah keawetan suatu campuran aspal akibat beban lalu lintas, air, perubahan cuaca, keausan, dan perubahan suhu [6]. Fleksibilitas adalah kemampuan campuran aspal sebagai bahan perkerasan yang menahan lendutan tanpa terjadi retak dan perubahan volume. Kedap air merupakan kemampuan permukaan perkerasan untuk menahan rembesan air ke dalam perkerasan. Tahanan Geser adalah kekasaran pada permukaan jalan agar kendaraan yang melaju di atasnya tidak mengalami *slip* akibat licin [7]. Ketahanan kelelahan adalah ketahanan suatu campuran terhadap beban lalu lintas dan berbagai faktor lingkungan (cuaca, air, dan perubahan suhu) tanpa terjadinya kelelahan atau retak. Adapun faktor yang mempengaruhi ketahanan kelelahan adalah:

- a. VIM (*Void in Mineral Mixture*) atau rongga dalam campuran kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.
- b. VMA (*Void in Mineral Agregat*) adalah rongga antar partikel agregat pada campuran padat termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, dinyatakan dalam persen volume total. VMA dihitung berdasarkan berat jenis agregat curah (*bulk*) dan dinyatakan dalam persentase dari volume curah campuran padat.
- c. VFA (*Void in Mineral Agregat*) atau rongga dalam agregat, dalam suatu campuran aspal yang telah dipadatkan, tidak termasuk aspal yang terserap agregat.

### 2.3 *Filler* (Bahan Pengisi)

Semakin banyak bahan pengisi, maka campuran akan sangat kaku dan mudah retak. Sebaliknya, jika kekurangan bahan pengisi campuran menjadi sangat lentur dan mudah terdeformasi oleh roda kendaraan sehingga menghasilkan jalan yang bergelombang [8]. *Filler* pada campuran perkerasan jalan digunakan untuk meningkatkan daya ikat aspal beton, memperbaiki stabilitas campuran, dan memperkecil kelelahan. Kadar *filler* dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penggelaran, dan pemadatan [9]. Di samping itu, kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastisitas campuran dan sensitifitas campuran. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 bahwa kadar *filler* yang ditambahkan pada campuran beraspal minimal 1% dari total agregat.

### 2.4 *Talk*

*Talk* adalah mineral lunak dengan nama kimia magnesium silikat hidrat ( $Mg_3SiO_{10}(OH)_2$ ). Pada umumnya *talk* sering ditemukan di tanah pasir atau tanah lumpur. Stabilitas *talk* memiliki struktur halus, licin, dan penghantar panas yang kurang baik [10]. *Talk* sering digunakan untuk pembuatan material komposit, seperti *fiberglass*. *Talk* berfungsi sebagai pengeras dengan tekstur agak lentur sehingga apabila ditambahkan sebagai *filler* pada campuran beraspal maka akan meningkatkan stabilitas dari campuran tersebut serta campuran tidak akan kaku (fleksibel).



Gambar 1. Contoh Produk dari *Fiberglass* dengan Campuran *Talk*

Talk memiliki ciri-ciri berbutir halus berwarna putih keabuan dan licin yang mudah menempel pada kulit [11]. Talk juga tidak larut dalam air dan tidak terbakar. Selain itu, material talk sering juga digunakan untuk industri cat, farmasi, keramik, kosmetik, kertas, dan tekstil. Adapun berat jenis talk biasanya berkisar antara 2,58 – 2,83 gr/cm<sup>3</sup>.



Gambar 2. Bubuk *Talk*

## 2.5 Aspal

Aspal adalah bahan yang sering digunakan untuk perkerasan jalan karena aspal memiliki daya lekat/adhesi [12]. Aspal berperan sebagai bahan pengikat agregat pada jalan. Ciri-ciri aspal, yaitu berwarna hitam hingga coklat tua yang bentuknya padat atau semi padat pada suhu ruang dan akan mencair jika berada pada suhu yang tinggi, namun jika suhu kembali turun maka aspal pun akan kembali menjadi padat [13].

Berdasarkan pada cara mendapatkannya, aspal dibedakan menjadi dua macam, yaitu aspal alami dan aspal buatan [14]. Aspal alami adalah aspal yang tersedia di alam yang terbentuk secara alamiah, sedangkan aspal buatan didapatkan melewati proses destilasi minyak bumi dan batu bara [15].

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Berikut ini merupakan metodologi penelitian yang digunakan:

- Pembuatan benda uji dilakukan dengan kadar aspal berbeda-beda yaitu 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.
- Pengujian menggunakan Kadar Aspal Optimum sebesar 5,3 %.
- Pengujian menggunakan bubuk talk sebagai bahan pengisi campuran aspal dilakukan dengan mengganti total agregat sebesar 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%.
- Bubuk *talk* yang digunakan telah teruji lolos saringan No. 200.
- Perhitungan berat jenis *talk* dilakukan sesuai metode pengujian berat jenis semen berdasarkan ASTM C-188.

- f. Perhitungan berat jenis dilakukan sesuai Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970:2008) dan pengujian analisa saringan agregat (SNI 03-1968-1990).
- g. Perancangan *Mix Design* dilakukan untuk memperoleh rancangan campuran yang masuk spesifikasi dari campuran. Berat tiap komposisi diperoleh setelah dilakukannya perhitungan termasuk aspal dan bubuk *talk*.
- h. Pembuatan benda uji dilakukan sebanyak 30 *sample* yang pada setiap kadarnya dibuat lima *sample* dengan berat 1200 gram per benda uji.
- i. Pembuatan dan pengujian benda uji yang dilakukan yaitu Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall (SNI 2489:2006) dan Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal (SNI 03-6893-2002).
- j. Hasil pengujian akan diperoleh kurva hubungan:
  1. Kadar campuran vs. VIM
  2. Kadar campuran vs. VMA
  3. Kadar campuran vs. VFA
  4. Kadar campuran vs. Berat Isi
  5. Kadar campuran vs. Stabilitas
  6. Kadar campuran vs. *Flow*
  7. Kadar campuran vs. *Marshall Question*
- k. Setelah dilakukan pembuatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian dan pengambilan data hasil pengujian, dilanjutkan dengan pengolahan serta analisis data. Langkah terakhir dari metode penelitian ini adalah membuat kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan.

### 3.2 Studi Literatur

Pengujian menggunakan bubuk *talk* sebagai *filler* untuk campuran aspal merupakan pengujian yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini. Adapun pertimbangannya, yaitu bubuk *talk* memiliki fungsi sebagai peneras dengan tekstur agak lentur. Selain itu, bubuk *talk* telah teruji lolos saringan No. 200 dengan berat jenis berkisar antara  $2,58 \text{ gr/cm}^2 - 2,83 \text{ gr/cm}^3$ . Dalam pengujian yang dilakukan menggunakan kadar bubuk *talk* sebesar 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%.

Bubuk *talk* (Magnesium silikat hidrat) memiliki ikatan senyawa kimia yang hampir sama dengan ikatan senyawa kapur padam, terutama untuk kadungan silikat hidrat. Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yakni pengujian pengaruh kapur padam terhadap terhadap campuran beton (oleh Ade Lisantono dan Yoseph Purnandani dari Universitas Atma Jaya Yogyakarta). Hasil yang diperoleh adalah:

- a. Penambahan kapur padam pada campuran beton dengan kadar rendah 75% : 25% (*fly ash*: kapur padam) dapat meningkatkan kuat tekan beton daripada variasi kadar yang mengandung kapur padam lebih dari 25%. Adapun angka kuat tekan maksimum yang diperoleh, yaitu sebesar 21,38 Mpa;
- b. Nilai *slump* yang diperoleh adalah sebesar 11-12 cm, artinya semakin tinggi kadar kapur padam, maka nilai *slump*-nya akan semakin tinggi sehingga akan mengakibatkan penggunaan air yang banyak saat pencampuran;
- c. Dari pengujian modulus elastisitas beton, diperoleh modulus maksimum sebesar 18535,7883 Mpa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan kapur padam dalam campuran beton akan meningkatkan kelenturan dari beton tersebut.

Dari hasil penelitian tersebut, muncullah sebuah gagasan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan bubuk *talk* yang juga mengandung silikat hidrat untuk digunakan dalam campuran aspal sebagai bahan *filler* karena ukuran butirannya yang sangat halus.

### 3.3 Persiapan dan Pengujian Bahan

Pengujian bahan yang telah dilakukan terdiri dari pengujian agregat, aspal, dan *filler*. Adapun hasil pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

a. Hasil pengujian agregat:

Tabel 1. Data pengujian Agregat

Material dan Bahan	Pengujian	Nilai	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
Agregat Halus	Berat Jenis	2,41	2,5-2,7	g/cm <sup>3</sup>	Tidak Memenuhi
	Penyerapan	4,24	<3	%	Tidak Memenuhi
Agregat Kasar	Berat Jenis	2,51	2,5-2,7	g/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
	Penyerapan	2,64	< 3	%	Memenuhi
	Keausan	17,8	< 30	%	Memenuhi
<i>Mix Design</i>	Analisa saringan	Rapat	-	-	Memenuhi

b. Hasil pengujian Aspal:

Tabel 2. Hasil pengujian Aspal Penetrasi 60/70

	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Keterangan
		Min	Maks	
Penetrasi (0,1 mm)	63	60	69	Memenuhi
Titik lembek (°C)	48	48	58	Memenuhi
Titik nyala (°C)	292	232	-	Memenuhi
Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	1,03	1,0	-	Memenuhi
Penyelimutan (%)	98	95	-	Memenuhi

c. Hasil pengujian berat jenis *filler*:

Tabel 3. Data Berat Jenis Talk

	Sample No.		
	1	2	3
Massa di Udara (gr)	64	64	64
Volume Sebelum (mL)	0,1	0,3	0,4
Volume Sesudah (mL)	21,5	21,9	22,2
Selisih Volume (mL)	21,4	21,6	21,8
Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	2,99	2,96	2,94
Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	2,96		

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis} &= \frac{\text{Massa di Udara}}{\text{Selisih Volume}} \\
 &= \frac{64}{2,99} \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2,96 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

### 3.4 Mix Design Kadar Aspal Optimum

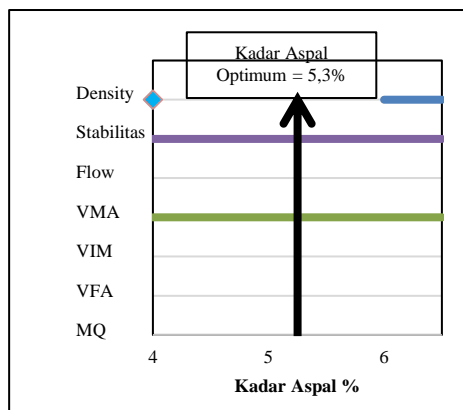
Mix design untuk mencari kadar aspal optimum dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

Tabel 4. Pemilihan Komposisi Fraksi

No. Saringan	Gradasi (%)					Terpilih (%)	Spec. (%)
	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 4	Bubuk Talk		
1/2"	11,18	100,00	100,00	100,00	100,00	89,34	80-100
3/8"	1,68	99,73	100,00	100,00	100,00	88,16	70-90
No.4	1,12	4,79	90,61	100,00	100,00	69,43	50-70
No. 8	1,11	2,71	20,35	99,76	100,00	43,01	35-50
N0.16	1,09	2,38	9,62	64,94	100,00	26,80	-
No. 30	1,08	2,31	9,28	48,34	100,00	20,85	18-28
No. 50	1,02	2,07	8,04	27,77	100,00	13,15	13-23
No. 100	0,89	1,72	6,57	19,48	100,00	9,63	8 - 16
No. 200	0,82	1,28	6,27	14,62	100,00	7,74	4-10
Bin 1						12%	
Bin 2						16%	
Bin 3						37%	
Bin 4						35%	
Bubuk Talk						0%	
Total						100%	

### 3.5 Perhitungan Kadar Aspal Optimum

Setelah pengujian *sample* dengan kadar aspal berbeda, yaitu 4%, 4,5 %, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%, diperoleh kadar aspal optimum sebesar:



Gambar 3. Grafik Kadar Aspal Optimum

Tabel 5. Kadar Aspal Optimum

Parameter	Rata-rata
Density	5,50
VMA	5,25
Stabilitas	5,25
Kadar Aspal Optimum (%)	5,3

### 3.6 Mix Design Penelitian

Setelah diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,3%, selanjutnya dibuat komposisi *mix design* dari material berupa agregat kasar dan agregat halus. Adapun agregat kasar dibagi menjadi bin 1 dan bin 2, sedangkan pada agregat halus dibagi menjadi bin 3 dan bin 4. *Mix design* yang digunakan memiliki persentase komposisi agregat campuran yang sama dengan *mix design* untuk mencari kadar aspal optimum.

Setelah *mix design* diperoleh, selanjutnya dihitung berat material campuran masing-masing kadar talk. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan Berat Material Campuran

Material	Filler 5%		Filler 6%		Filler 7%		Filler 8%		Filler 9%	
	(%)	Berat (gram)	(%)	Berat (gram)	(%)	Berat (gram)	(%)	Berat (gram)	(%)	Berat (gram)
Aspal	5,3	63,60	5,3	63,60	5,3	63,60	5,3	63,60	5,3	63,60
Bin 1	12,0	129,55	12,0	128,19	12,0	126,82	12,0	125,46	12,0	124,10
Bin 2	16,0	172,73	16,0	170,91	16,0	169,10	16,0	167,28	16,0	165,46
Bin 3	37,0	399,44	37,0	395,24	37,0	391,03	37,0	386,83	37,0	382,63
Bin 4	35,0	377,85	35,0	373,88	35,0	369,90	35,0	365,92	35,0	361,94
Bubuk Talk	5,0	56,82	6,0	68,18	7,0	79,55	8,0	90,91	9,0	102,28
TOTAL		1200		1200		1200		1200		1200

Hasil dari perencanaan campuran diperoleh persentase fraksi dan aspal, serta *talk* dalam campuran. Untuk nilai persentase aspal tiap kadar dikalikan dengan total benda uji sebesar 1.200 gram, maka akan diperoleh berat aspal yang sama dalam tiap kadar. Selanjutnya, untuk persentase bubuk talk tiap kadar itu dikalikan dengan total berat benda uji setelah dikurangi berat aspal. Untuk nilai persentase masing-masing bin dikalikan dengan total berat benda uji setelah dikurangi berat aspal dan bubuk talk. Dengan demikian diperoleh berat material campuran untuk masing-masing kadar benda uji seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

### 3.7 Persiapan Marshall Test

Untuk persiapan *Marshall Test*, dilakukan hal-hal berikut:

- Agregat dipanaskan sampai mencapai suhu 105<sup>0</sup>C – 110<sup>0</sup>C minimum selama empat jam, keluarkan dari alat pengering (oven) dan tunggu sampai beratnya tetap;
- Agregat dipisahkan ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan;
- Aspal dipanaskan sampai mencapai tingkat kekentalan (viskositas) yang disyaratkan baik untuk pekerjaan pencampuran maupun pemadatan;
- Panci pencampur beserta agregat dipanaskan dengan suhu kira-kira 28<sup>0</sup>C di atas suhu pencampuran untuk aspal padat, bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai 14<sup>0</sup>C di atas suhu pencampuran;
- Aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan yang dikehendaki kemudian dituangkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan sesuai dengan kebutuhan, selanjutnya diaduk dengan cepat pada suhu yang telah ditentukan sampai agregat terselimuti aspal secara merata. Pada saat pengadukan dilakukan, bubuk talk yang sudah ditimbang ditaburkan pada campuran tersebut. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya penggumpalan.

Pemadatan dilakukan sebagai berikut:



- a. Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara  $93,0^{\circ}\text{C}$  –  $148,9^{\circ}\text{C}$ . Cetakan diletakkan di atas landasan pematat, tahan dengan pemegang cetakan;
- b. Kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan diletakkan ke dalam dasar cetakan;
- c. Seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali tumbukan untuk lalu lintas berat dengan tinggi jatuh 457,2 mm selama pemadatan harus diperhatikan agar sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan;
- d. Pelat alas berikut leher sambung dilepas dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi;
- e. Terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalikkan ini ditumbuk dengan jumlah tumbukan yang sama. Sesudah pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini;
- f. Kemudian dengan hati-hati benda uji dikeluarkan dan diletakan di atas permukaan yang rata dan biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang;
- g. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel;
- h. Benda uji diberi tanda pengenal masing-masing;
- i. Tinggi benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm;
- j. Benda uji ditimbang;
- k. Benda uji direndam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruangan, kemudian ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi;
- l. Benda uji ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh.

### 3.8 Prosedur *Marshall Test*

Prosedur *Marshall Test* adalah sebagai berikut:

- a. Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap  $60^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) untuk benda uji yang menggunakan aspal padat;
- b. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendaman atau oven sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik;
- c. Segmen dipasang di atas benda uji dan keseluruhannya diletakkan dalam mesin penguji, arloji pengukur alir (*flow*) dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol;
- d. Pembebanan diberikan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (*stability*) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm;
- e. Nilai alir (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir dicatat pada saat pembebanan maksimum tercapai.

### 3.9 Persiapan Pengujian Berat Jenis Maksimum

Persiapan pengujian, meliputi:

- a. Contoh campuran beraspal diuraikan secara hati-hati sehingga gumpalan-gumpalan halus dari campuran tidak lebih besar dari 6.3 mm;

- b. Contoh campuran dikeringkan di dalam oven pada suhu  $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  hingga berat tetap;
- c. Benda uji didinginkan pada suhu ruang, kemudian ditimbang, seberat misalnya A gram.

### 3.10 Prosedur Pengujian Berat Jenis Maksimum

Pengujian dilakukan sebagai berikut:

- a. Contoh campuran beraspal diuraikan secara hati-hati sehingga gumpalan-gumpalan halus dari campuran tidak lebih besar dari 6,3 mm;
- b. Benda uji dimasukkan ke dalam piknometer, kemudian ditambahkan air pada suhu  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  secukupnya sehingga benda uji terendam; udara yang terperangkap di dalam benda uji dikeluarkan dengan cara diisap hingga tekanan tersisa mencapai sekurang-kurangnya 30 mmHg;
- c. Wadah dengan contoh ditimbang di dalam air. Campuran aspal setelah dicampur perlu dipastikan campuran aspal bersuhu  $25^{\circ}\text{C}$  dan ditimbang.

Dari semua data *mix design* yang diperoleh, kemudian diolah dengan menggunakan beberapa rumus berikut:

- a. Berat jenis curah gabungan agregat

Pada total agregat yang terdiri dari beberapa fraksi agregat kasar, agregat halus, dan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berlainan. Berat jenis curah gabungan agregat ditentukan sebagai berikut:

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

- $G_{sb}$  : Berat jenis curah total agregat;
- $P_1, P_2, P_n$  : Persentase dalam beban agregat 1,2,n;
- $G_1, G_2, G_n$  : Berat jenis curah agregat 1,2, n.

- b. Berat jenis efektif

Jika berdasarkan berat jenis maksimum campuran ( $G_{mm}$ ), berat jenis efektif agregat dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan:

- $G_{se}$  : Berat jenis efektif agregat;
- $P_{mm}$  : Total campuran lepas, persen dari berat total campuran;
- $P_b$  : Aspal, persen dari berat total campuran;
- $G_{mm}$  : Berat jenis maksimum campuran (tidak ada rongga udara);
- $G_b$  : Berat jenis aspal.

- c. Berat jenis maksimum

Pada perencanaan campuran dengan suatu agregat tertentu, berat jenis maksimum  $G_{mm}$  untuk kadar aspal yang berbeda diperlukan untuk menghitung persentase rongga udara masing-masing kadar aspal. Berat jenis maksimum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots (3)$$

keterangan :

- $G_{mm}$  : Berat jenis maksimum campuran (tidak ada rongga udara);
- $P_{mm}$  : Campuran lepas total, persentase dari berat total campuran ;
- $P_s$  : Agregat, persen berat total campuran;
- $P_b$  : Aspal, persen berat total campuran;
- $G_{se}$  : Berat jenis efektif agregat;
- $G_b$  : Berat jenis aspal.

d. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal tidak dinyatakan dalam persentase berat total campuran tetapi dinyatakan sebagai persentase berat agregat. Penyerapan aspal dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \left( \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \right) G_b \dots\dots\dots (4)$$

keterangan:

- $P_{ba}$  : Aspal yang terserap, persen berat agregat;
- $G_{se}$  : Berat jenis efektif agregat;
- $G_{sb}$  : Berat jenis curah agregat;
- $G_b$  : Berat jenis aspal.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data pengujian pada Tabel 7 merupakan berat jenis maksimum dari tiga *sample* terbaik. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa  $G_{mm}$  tertinggi diperoleh saat kadar *filler* sebesar 6% dan yang paling rendah adalah pada kadar 9%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar *filler* untuk mendapatkan nilai  $G_{mm}$  tertinggi, yaitu sebesar 6%, jika kadar *filler* lebih besar dari 6% maka nilai berat jenis maksimumnya ( $G_{mm}$ ) akan semakin kecil.

Tabel 7. Data  $G_{mm}$  dari tiga *sample* terbaik Campuran Beraspal

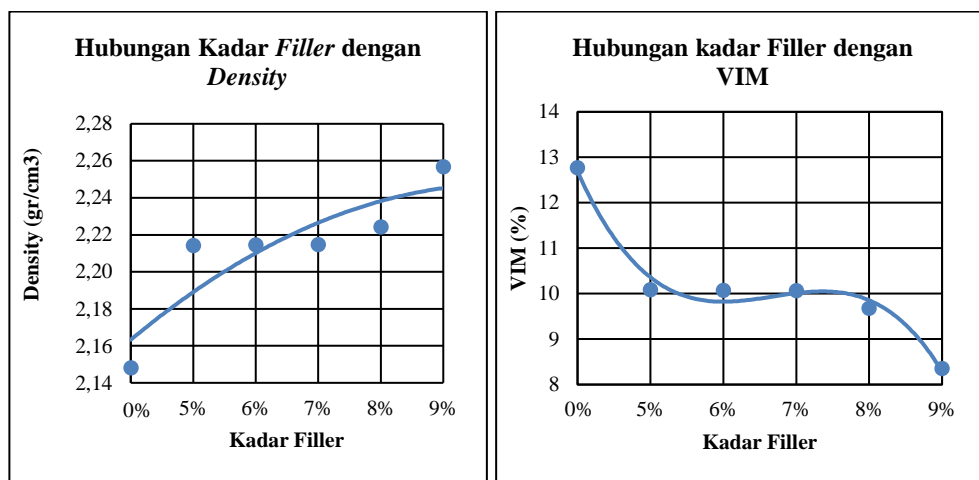
Kadar Aspal (%)	Jenis	Sample No.	Massa kering di udara (gram)	Massa wadah dengan Air (gram)	Massa wadah dengan air dan contoh (gram)	$G_{mm}$ ( <i>maximum Specific Gravity</i> ) (gram/cm <sup>3</sup> )	Average
			(A)	(D)	(E)	$A/(A+D-E)$	
5,3	0%	1	300	871	1028	2,098	2,088
		2	300	864	1020	2,083	
		3	300	858	1015	2,098	
	5%	1	300	808	971	2,190	2,188
		2	300	864	1033	2,290	
		3	300	808	964	2,083	
	6%	1	300	878	1047	2,290	2,251
		2	300	878	1041	2,190	
		3	300	878	1046	2,273	
	7%	1	300	806	970	2,206	2,218
		2	300	806	968	2,174	
		3	300	798	966	2,273	
8%	1	300	798	963	2,222	2,217	
	2	300	809	975	2,239		
	3	300	810	973	2,190		
9%	1	300	811	979	2,273	2,151	
	2	300	810	967	2,098		
	3	300	811	967	2,083		

Tabel 8. Hasil pengujian *Marshall* tiga *sample* terbaik

Kadar AC Campuran	Jenis	Sample No.	Diameter (cm)	Tebal (cm)	Massa di Udara	Massa Di Air	Massa SSD	Volume Bulk	BJ Bulk	Gmm Maks	Rongga Udara	VMA	VFA	Stability (kg)		Flow (mm)
					(gr)	(gr)	(gr)	(cm <sup>3</sup> )	(gr/cm <sup>3</sup> )	(gr/cm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	Measured	Adjusted	Measured
					(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)
5,3	0%	1	10	7	1179,0	641	1193	552	2,136	2,461	13,22	18,534	28,66	39	1052,1	5,0
		2	10	6,9	1175,5	640	1185	545	2,157		12,37	17,732	30,25	40	1079,1	6,0
		3	10	7	1166,0	631	1180	549	2,124		13,71	18,992	27,81	38	1025,2	5,0
		<b>Average</b>	<b>10</b>	<b>6,96</b>	<b>1173,5</b>	<b>637,3</b>	<b>1186</b>	<b>548,67</b>	<b>2,138</b>		<b>2,461</b>	<b>13,14</b>	<b>18,41</b>	<b>28,67</b>	<b>39</b>	<b>1079,1</b>
	5%	1	10	6,7	1195,0	663	1203	540	2,213	2,461	10,09	15,593	35,29	52	1501,9	5,3
		2	10	6,8	1193,0	673	1209	536	2,226		9,57	15,106	36,64	46	1314,0	6,6
		3	10	6,8	1190,0	665	1205	540	2,204		10,47	15,947	34,37	52	1485,4	6,4
		<b>Average</b>	<b>10</b>	<b>6,76</b>	<b>1192,6</b>	<b>667</b>	<b>1205,67</b>	<b>538,67</b>	<b>2,214</b>		<b>2,461</b>	<b>10,08</b>	<b>15,54</b>	<b>35,14</b>	<b>50</b>	<b>1433,8</b>
	6%	1	10	6,8	1165	668	1186	518	2,249	2,461	8,62	14,218	39,34	60	1713,9	7,3
		2	10	6,8	1168	664	1187	523	2,233		9,26	14,819	37,48	49	1399,7	6,4
		3	10	6,8	1152	648	1181	533	2,161		12,19	17,562	30,61	42	1199,7	4,5
		<b>Average</b>	<b>10</b>	<b>6,8</b>	<b>1162</b>	<b>660</b>	<b>1184,67</b>	<b>524,67</b>	<b>2,214</b>		<b>2,461</b>	<b>10,070</b>	<b>15,532</b>	<b>35,52</b>	<b>50,3</b>	<b>1437,8</b>
	7%	1	10	6,5	1173	666	1186	520	2,256	2,461	8,35	13,961	40,18	56	1706,3	4,3
		2	10	6,4	1177	650	1181	531	2,217		9,94	15,456	35,67	66	2052,9	3,9
		3	10	6,8	1188	654	1201	547	2,172		11,76	17,162	31,47	60	1713,9	5,9
		<b>Average</b>	<b>10</b>	<b>6,56</b>	<b>1179,3</b>	<b>656,67</b>	<b>1189,3</b>	<b>532,67</b>	<b>2,21</b>		<b>2,461</b>	<b>10,06</b>	<b>15,52</b>	<b>35,48</b>	<b>60,67</b>	<b>1824,4</b>
	8%	1	10,1	6,8	1196	679	1196	517	2,313	2,461	6,01	11,765	48,90	65	1856,7	5,3
		2	10,2	7,2	1180	667	1195	528	2,235		9,20	14,759	37,66	39	1015,0	7,9
		3	10,1	6,8	1179	631	1186	555	2,124		13,69	18,974	27,84	40	1142,6	5,3
		<b>Average</b>	<b>10</b>	<b>6,93</b>	<b>1185</b>	<b>659</b>	<b>1192</b>	<b>533</b>	<b>2,224</b>		<b>2,461</b>	<b>9,68</b>	<b>15,16</b>	<b>37,82</b>	<b>48</b>	<b>1338,1</b>
	9%	1	10,1	6,7	1159	655	1175	520	2,229	2,461	9,44	14,988	36,98	47	1357,5	5,4
		2	10,1	6,7	1177	658	1187	529	2,225		9,60	15,136	36,56	63	1819,6	7,5
		3	10,2	6,8	1193	672	1187	515	2,317		5,88	11,644	49,48	57	1628,2	7,0
		<b>Average</b>	<b>10,1</b>	<b>6,73</b>	<b>1176,3</b>	<b>661,67</b>	<b>1183</b>	<b>521,3</b>	<b>2,2567</b>		<b>2,461</b>	<b>8,35</b>	<b>13,92</b>	<b>40,67</b>	<b>55,67</b>	<b>1601,8</b>

Tabel 9. Rekapitulasi Sifat Campuran

Kadar Filler	Density (kg/mm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
0%	2,15	12,77	18,07	29,34	1097,1	5,0	219,4
5%	2,214	10,09	15,55	35,15	1433,8	6,1	235,0
6%	2,2146	10,07	15,53	35,52	1437,8	6,1	237,0
7%	2,2147	10,06	15,52	35,48	1824,4	4,7	388,2
8%	2,224	9,68	15,17	37,83	1338,1	6,2	217,0
9%	2,257	8,36	13,92	40,67	1601,8	6,6	241,5
Spesifikasi	>2,2	3,5-5,5	>15	>65	>800	3,0-4,5	>250

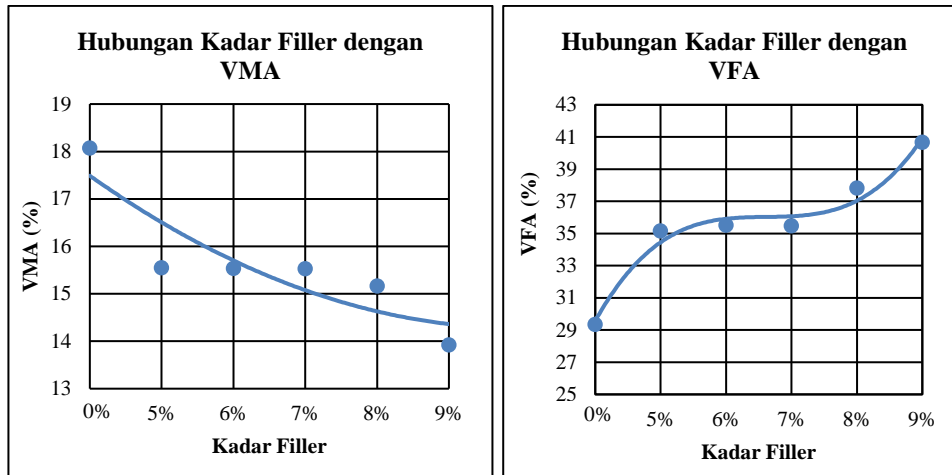


Gambar 4. Hubungan Filler dengan Density dan VIM

Campuran dengan *density* yang tinggi akan memiliki kekuatan menahan beban yang besar. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada *sample* pengujian setelah dilakukan penambahan *filler* cenderung mengalami peningkatan (semakin padat). Kadar selain 0% *filler* telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 bahwa nilai *density* minimal 2,2 gr/cm<sup>3</sup>.

Nilai rongga udara yang terlalu kecil akan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar (*bleeding*) pada saat adanya beban lalu lintas di atasnya. Namun jika nilai rongga terlalu besar maka sangat berpengaruh pada durabilitas (daya tahan) lapisan permukaan dimana lapisan menjadi tidak kedap air dan udara sehingga masuklah air dan udara ke dalam campuran yang akan mengakibatkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.

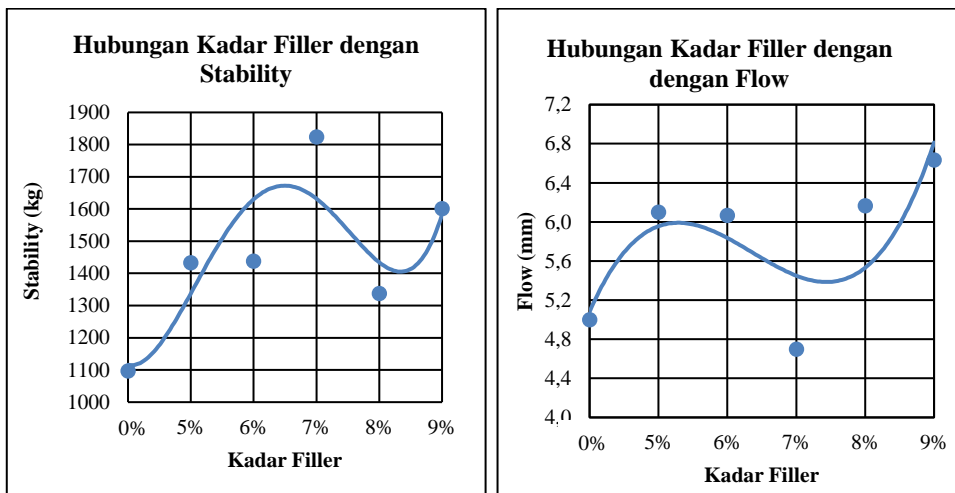
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai VIM cenderung menurun seiring penambahan kadar *filler*. Hasil yang diperoleh tersebut belum memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 Divisi 3 bahwa nilai VIM berkisar antara 3,5 – 5,5. Hal ini berarti bahwa dengan kadar bubuk talk yang telah diuji, nilai VIM masih terlalu besar sehingga dapat mengakibatkan campuran aspal mudah rapuh/getas.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar *Filler* dengan VMA dan VFA

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan penambahan bubuk *talk* membuat nilai VMA cenderung menurun dan mencapai nilainya maksimum pada kadar 7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar 9% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 karena nilai VMA kurang dari 15%. Hal ini berarti bahwa dengan penambahan bubuk *talk* berlebih (> 8%) akan mengakibatkan nilai VMA menurun.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai VFA setelah ditambahkan bubuk *talk* cenderung mengalami peningkatan. Nilai VFA maksimum diperoleh pada penambahan *talk* sebesar 9% dan VFA yang paling rendah terjadi pada kadar *talk* 5%. Hasil yang diperoleh tersebut masih sangat rendah di bawah nilai VFA yang disyaratkan, yaitu minimum 65% (Menurut spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6).

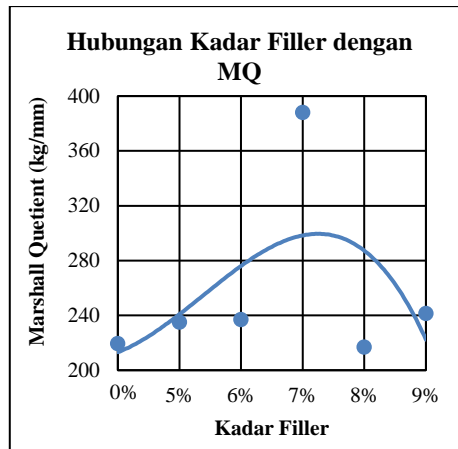


Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar *Filler* dengan *Stability* dan *Flow*

Stabilitas merupakan suatu kemampuan campuran untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Dari Gambar 6 terlihat bahwa nilai *stability* dari setiap kadar bervariasi. Stabilitas tertinggi diperoleh pada penambahan bubuk *talk* sebesar 7% sedangkan pada penambahan *talk* di atas 7% stabilitasnya cenderung turun. Hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 bahwa nilai stabilitas untuk campuran aspal minimal 800 kg.

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *filler* cenderung meningkatkan nilai *flow*. Namun dari hasil yang diperoleh seperti pada grafik menunjukkan nilai yang bervariasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan bubuk *talk*

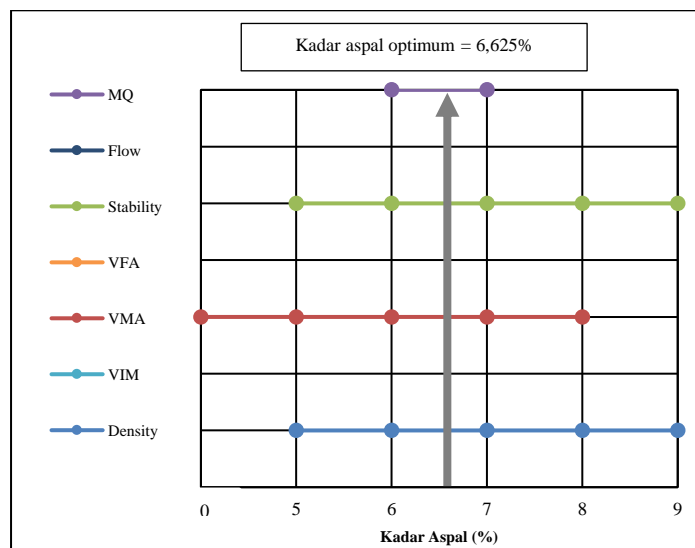
cenderung menambah nilai *flow* lebih besar dari 5 mm dan tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar *Filler* dengan MQ

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya kadar *filler*, *Marshall Quotient* juga ikut meningkat, mulai dari kadar 5% hingga maksimum pada kadar 7%. Untuk kadar *filler* di atas 7%, *Marshall Quotient*-nya mulai menurun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai MQ yang optimum diperoleh pada kadar 7%. Hasil tersebut memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga 2010 Divisi 6, yakni nilai MQ > 250 kg/mm.

Dari semua hasil yang diperoleh diketahui bahwa dengan penambahan kadar bubuk talk pada campuran beraspal akan membuat sifat campuran tersebut bervariasi. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *density*, VIM, VMA, VFA, *satability*, *flow*, dan *marshall quotient*-nya apakah memenuhi spesifikasi atau tidak. Semua nilai yang memenuhi spesifikasi kemudian di-plot ke dalam grafik untuk mengetahui berapa kadar *filler* optimum dari pengujian yang dilakukan.



Gambar 8. Kadar *Filler* Optimum

Dari Gambar 8 dapat dilihat sifat campuran yang memenuhi spesifikasi perkerasan jalan menurut Bina Marga 2010 Divisi 6. Dari grafik tersebut dapat ditentukan bahwa kadar *filler* optimum yang diperoleh dari pengujian ialah sebesar 6,625%.

## 5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bubuk talk layak dijadikan sebagai *filler* pada campuran beraspal karena dapat meningkatkan kepadatan dan stabilitas dari campuran beraspal;
- b. Kadar talk optimum yang didapatkan untuk campuran beraspal, yaitu sebesar 6,625%;
- c. Pengaruh penambahan bubuk talk pada campuran beraspal mampu meningkatkan kepadatan campuran tersebut sebesar 3% pada kadar talk optimum;
- d. Penambahan bubuk talk cenderung meningkatkan stabilitas dari campuran benda uji yang besarnya peningkatan nilai tersebut mencapai 50% dari nilai stabilitas awal;
- e. Penambahan bubuk talk pada kadar optimum dapat meningkatkan nilai *flow* sebesar 10% dari nilai *flow* awal;
- f. Penambahan bubuk talk pada campuran aspal cenderung menurunkan nilai VMA, adapun penurunannya mencapai 13% dari nilai VMA awal. Angka tersebut masih masuk ke dalam spesifikasi kelayakan campuran beraspal.

## REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Bab 012 - SNI 2003-6893-2002 - Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal.*
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 2006-2489-1991 Tentang Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall.*
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 2433-2011 Tentang Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.*
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 2434-2011 Tentang Pengujian Titik Lembek Aspal.*
- [5] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 2456-2011 Tentang Pengujian Penetrasi Aspal.*
- [6] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI-2439-2011 Tentang Pengujian Penyelimutan dan Pengelupasan Pada Campuran Agregat-Aspal.*
- [7] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI-2441-2011 Tentang Pengujian Berat Jenis Aspal Keras.*
- [8] Ir. Indra Sinaga, M. S. 1997. Pengukuran dan Pemetaan Pekerjaan Konstruksi. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- [9] Sipil, P. T. 2008. Cara Uji Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [10] Soedarsono, I. D. 1979. Kontruksi Jalasn Raya. Jakarta: Graamedia.
- [11] Sukirman, S. 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova.
- [12] Soedarsono, I. D. 1979. Kontruksi Jalan Raya. Jakarta: Graamedia.
- [13] Sipil, P. T. 2008. Cara Uji Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [14] Sukirman, S. 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova.
- [15] Soedarsono, I. D. 1979. Kontruksi Jalan Raya. Jakarta: Graamedia.