

## **PENGARUH PENGGUNAAN BUBUK GYPSUM SEBAGAI FILLER DALAM CAMPURAN ASPAL**

### ***EFFECT OF GYPSUM POWDER AS A FILLER IN ASPHALT MIXTURE***

**Bethalia Adventi Auditia<sup>1</sup>, Rendih<sup>2</sup>, Debora Elnov<sup>3</sup>, Mulatua H.H.<sup>4</sup>, Rachmansyah<sup>5</sup>**

**Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,  
Universitas Kristen Krida Wacana**

**<sup>1</sup>bethalia.2014ts031@civitas.ukrida.ac.id, <sup>2</sup>rendih.2014ts007@civitas.ukrida.ac.id,  
<sup>3</sup>debora.2014ts001@civitas.ukrida.ac.id, <sup>4</sup>mulatua.2014ts014@civitas.ukrida.ac.id,  
<sup>5</sup>rachmansyah@ukrida.ac.id**

#### **Abstrak**

Pertumbuhan ekonomi mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk di jalan raya. Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi pokok dalam kegiatan masyarakat serta salah satu elemen penting dalam pembangunan negara. Salah satu layanan dasar transportasi ialah kemampuan untuk mencapai umur desain dari suatu jalan. Desain campuran beraspal sangat penting dalam memastikan campuran beraspal yang efektif dan mampu untuk mengatasi kemungkinan efek kerusakan. Dalam penelitian ini, untuk meningkatkan kekuatan aspal terkait stabilitas digunakan gypsum. Penelitian ini menggunakan metode Marshall berdasarkan SNI 2006-2489-1991 untuk pengujian campuran beraspal. Hasil pengujian campuran aspal pada variasi kadar gypsum 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%, menunjukkan bahwa penambahan gypsum sebagai pengganti bin 4 pada campuran beraspal dapat meningkatkan kualitas campuran beraspal pada kadar optimum, yaitu pada kadar gypsum 6% dengan nilai density sebesar 2,12 gr/cm<sup>3</sup>, VIM sebesar 7,70 %, VMA sebesar 18,10%, VFA sebesar 57,48%, stability sebesar 1113,40 kg, flow sebesar 4,8 mm dan QM sebesar 231,96 (kg/mm)..

**Kata Kunci:** campuran beraspal, stabilitas, kualitas, gypsum

#### **Abstract**

*Economic growth leads to increase in population mobility. Highway is one focal transportation infrastructure in community activities, as well as one of the important elements in country's development. One basic service of transportation infrastructure is able to attain the design age of a road. The design of the asphalt mixture is essential in ensuring an effective one and being able to overcome possible damage effects. In this study, to increase the strength of asphalt associated stability, gypsum is used. This research applied Marshall method based on SNI 2006-2489-1991 for testing the asphalt mixture. The level of variation 5%, 6%, 7%, 8% and 9% gypsum were observed. The test results show that the gypsum addition as a substitute of bin 4 in the asphalt mixture can improve the quality of the asphalt mixture level, to be specific when it is at the level of 6% gypsum with density of 2.12 gr / cm<sup>3</sup>, VIM of 7.70%, VMA of 18.10%, VFA of 57.48%, stability of 1113.40 kg, current 4.8 mm and QM of 231.96 kg / mm).*

**Keywords:** asphalt mixture, stability, quality, gypsum.

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

## 1. PENDAHULUAN

Air yang menggenangi atau masuk ke dalam pori perkerasan jalan merupakan salah satu faktor penyebab rusaknya jalan. Oleh sebab itu, bagian atas jalan diusahakan memiliki sifat kedap air. Sifat kedap air diperoleh dengan menggunakan bahan pengikat dan pengisi pori antar agregat, seperti aspal atau semen portland. Berdasarkan bahan pengikat yang digunakan untuk membuat lapisan atas, perkerasan jalan dibedakan menjadi perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Di samping pengelompokan tersebut, ada juga yang mengelompokkan menjadi perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan semi kaku.

Penggunaan gypsum dapat digolongkan menjadi dua, yaitu sebelum mengalami kalsinasi dan sesudah mengalami kalsinasi. Penggunaan gypsum sebelum kalsinasi untuk pembuatan semen portland sedangkan sebagian besar penggunaan gypsum sesudah kalsinasi untuk membuat bahan bangunan, bahan perekat, bahan baku kapur tulis, dan sebagainya.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menentukan pengaruh substitusi bin 4 saringan No.8 (2,36 mm) dengan bubuk gypsum terhadap kekuatan aspal terkait stabilitas, rongga udara dalam campuran (VIM), rongga pada campuran agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), kelelahan (*flow*), dan *Quitient Marshall* (QM).

## 2. KONSEP DASAR

### 2.1 Aspal

Aspal bersifat viskos atau padat yang mempunyai daya lekat, mengandung bagian-bagian utama, yaitu hidrokarbon (bitumen) yang dihasilkan oleh minyak bumi atau kejadian alami (aspal alam) dan terlarut dalam karbondisulfida. Aspal yang banyak digunakan adalah hasil dari proses destilasi minyak bumi. Aspal minyak yang digunakan pada perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, yang sering disebut aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam.

### 2.2 Agregat

Agregat merupakan partikel utama dari lapisan perkerasan jalan dan merupakan partikel butiran mineral padat yang berbentuk kasar maupun berbentuk fragmen-fragmen. Berdasarkan persentase berat, 90-95% dari lapis perkerasan jalan mengandung agregat. Jika ditinjau dari persentase volume, 75-85% dari lapis perkerasan jalan mengandung agregat. Oleh sebab itu, daya dukung serta mutu suatu lapis perkerasan jalan sebagian besar ditentukan berdasarkan sifat agregat itu sendiri dan juga hasil campuran dengan material lainnya.

Menurut Bina Marga (2007), agregat dibedakan menjadi :

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

Tabel 1. Komposisi agregat yang direncanakan

Jenis Bin	Lolos Saringan	Tertahan Saringan
Bin 1	3/4" (19,00 mm)	1/2" (12,50 mm)
Bin 2	3/8"(9,50 mm)	No. 4 (4,75 mm)
Bin 3	No. 4 (4,75 mm)	No.8 (2,36 mm)
Bin 4	No. 8 (2,36 mm)	-

### 2.3 Gypsum

Gypsum terbentuk karena pengendapan air laut dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Gypsum merupakan mineral sulfat yang terdapat dalam batuan sedimen yang tersusun dari kalsium sulfat dehydrate, yang memiliki rumus kimia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  [3]. Dalam bentuk murni, gypsum berupa kristal berwarna putih dan berwarna abu-abu, kuning, jingga, atau hitam bila kurang murni. Gypsum dibagi menjadi dua jenis, yaitu anhidrit (gypsum yang disuling dibentuk dari 29,4% zat kapur/Ca dan 23,5% belerang/S) dan dehydrate (berisi  $\text{CaSO}_4$  dan  $2\text{H}_2\text{O}$  serta air). Pada umumnya, gypsum mempunyai air yang dihubungkan dalam struktur molekular ( $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) dan kira-kira 23,3% Ca dan 18,5 % S [4].

Gypsum yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Mineral yang teruapkan seperti karbonat, borat, nitrat, dan sulfat dapat membentuk gypsum dengan mengendapkan mineral-mineral tersebut di laut, danau, gua, dan di lapisan garam [5]. Ketika air panas atau air memiliki kadar garam yang tinggi, gypsum berubah menjadi basanit ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) juga menjadi anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ). Dalam keadaan seimbang, gypsum yang berada di atas suhu  $108^\circ\text{F}$  atau  $42^\circ\text{C}$  dalam air murni akan berubah menjadi anhidrit [6].

### 2.4 Filler

*Filler* adalah suatu bahan berbutir halus yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Penggunaan *filler* dalam campuran beraspal sangat mempengaruhi karakteristik aspal tersebut, berupa peningkatan nilai stabilitas, durabilitas dan sebagainya. Pada penelitian ini digunakan bubuk gypsum sebagai bahan pengisi pada campuran aspal [7].

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik kasar, agregat halus, *filler* (bubuk gypsum), dan pengujian aspal. Pengujian ini meliputi pengujian gradasi saringan, berat jenis dan penyerapan agregat, kelekatan agregat terhadap aspal dan keausan agregat dengan menggunakan mesin abrasi los angeles. Aspal pengujian meliputi pengujian berat jenis, penetrasi, titik lembek, titik nyala dan titik bakar, serta kelekatan aspal terhadap agregat. Pengujian tersebut merujuk pada beberapa SNI yang sudah ditetapkan seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. SNI pengujian agregat dan aspal

No.	Acuan	Keterangan
1	SNI 03-1968-1990	Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar
2	SNI 1970:2008	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus
3	SNI 1969:2008	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar
4	SNI 2417:2008	Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles
5	SNI 2433:2011	Pengujian Uji Titik Nyala dan Titik Bakar
6	SNI 03-2439-1991	Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
7	SNI 2434:2011	Pengujian Titik Lembek Aspal
8	SNI 2439:2011	Pengujian Uji Penyelimutan dan Pengelupasan pada Campuran Agregat-Aspal
9	SNI 2441:2011	Pengujian Berat Jenis Aspal Keras
10	SNI 2456:2011	Cara Uji Penetrasi Aspal

### 3.2 Metode Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran pada campuran beraspal terdiri dari perencanaan komposisi agregat, kadar aspal optimum, variasi kadar campuran aspal, serta variasi kadar gypsum sebagai pengganti bin 4. Agregat yang digunakan merupakan agregat yang sudah diuji dan memenuhi spesifikasi yang telah disesuaikan. Berikut tahapan pada penelitian ini, mulai dari tahap persiapan hingga tahap pengujian.

#### 3.2.1 Persiapan dan Pengujian Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan campuran aspal ini adalah aspal, bin 1, bin 2, bin 3, bin 4, dan *gypsum*. Bin 1, bin 2, bin 3, dan bin 4 dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan lumpur yang ada pada bahan tersebut. Pengeringan bahan dilakukan secara alami, yaitu kering udara. Untuk Aspal, pengujian meliputi penetrasi, titik nyala dan titik bakar, titik lembek serta pengujian berat jenis. Selain itu, bubuk gypsum yang digunakan sebagai filler adalah yang lolos saringan No.200. Pengujian pada bubuk gypsum sebagai filler adalah dengan menguji berat jenisnya.

#### 3.2.2 Mix Design

Perhitungan *mix design* menggunakan acuan SNI 03-1737-1989. Perhitungan pertama kali *mix design* yaitu perhitungan *mix design* untuk campuran aspal normal. Setelah mendapatkan *mix design* untuk aspal normal, selanjutnya perubahan jumlah bin 4 dengan *gypsum* dihitung. Langkah selanjutnya adalah penggantian bin 4 dengan *gypsum* dengan kadar 5%, 6%,7%,8% dan 9% dari jumlah bin 4.

#### 3.2.3 Pembuatan Benda Uji

Persiapan alat dan bahan pembuatan benda uji berdasarkan kebutuhan bahan dari setiap hitungan yang dilakukan. Pembuatan aspal dilakukan dengan pembuatan aspal normal dan aspal dengan *gypsum*. Benda uji yang dibuat menggunakan silinder ukuran 10x7,6 cm. jumlah benda uji untuk masing-masing kadar sebanyak 5 buah.

#### 3.2.4 Pengujian Aspal

Pengujian karakteristik campuran beraspal menggunakan pengujian Marshall. Pengujian Marshall mengacu pada SNI 2006-2489-1991. Dari pengujian menggunakan metode Marshall diperoleh beberapa parameter seperti nilai stabilitas, VMA, VIM, VFA, *Flow*, serta QM.

## 4. HASIL PENELITIAN

### 4.1 Pengolahan Data *Mix Design*

Tabel 3. Data pengujian Material

Pengujian	Bin 1 dan 2	Bin 3 dan 4	Aspal	<i>Gypsum</i>
Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	2,38	2,515	1,043	2,75
Penyerapan (%)	3,66	2,997	-	-
Keausan (%)	19,48	19,48	-	-
Titik Nyala (°C)	-	-	318,33	-
Titik Bakar (°C)	-	-	346,33	-
Titik Lembek (°C)	-	-	47	-

Tabel 3. Data pengujian Material (Lanjutan)

Pengujian	Bin 1 dan 2	Bin 3 dan 4	Aspal	Gypsum
Penyelimutan (%)	-	-	97,33	-
Penetrasi (°C)	-	-	66,67	-

Berdasarkan data pengujian yang dilakukan, maka material dapat digunakan untuk pembuatan *sample* karena sebagian besar pengujian telah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Tabel 4. Data *Mix Design* (Kadar Aspal Optimum)

Material	Campuran KAO		Campuran KAO+Gypsum 5%		Campuran KAO+Gypsum 6%		Campuran KAO+Gypsum 7%		Campuran KAO+Gypsum 8%		Campuran KAO+Gypsum 9%	
	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)
Aspal	5,3	63,6	5,3	63,6	5,3	63,6	5,3	63,6	5,3	63,6	5,3	63,6
Bin 1	11,36	136,32	11,36	136,32	11,36	136,3	11,36	136,32	11,36	136,32	11,36	136,32
Bin 2	15,15	181,8	15,15	181,8	15,15	181,8	15,15	181,8	15,15	181,8	15,15	181,8
Bin 3	35,04	420,48	35,04	420,48	35,04	420,5	35,04	420,48	35,04	420,48	35,04	420,48
Bin 4	33,15	397,8	28,15	337,8	27,15	325,8	26,15	313,8	25,15	301,8	24,15	289,8
Gypsum	0	0	5	60	6	72	7	84	8	96	9	108
Total	100	1200	100	1200	100	1200	100	1200	100	1200	100	1200

Kadar aspal optimum yang digunakan sebesar 5,3%, nilai ini diperoleh dari pengujian campuran awal yang telah dilakukan. Variasi campuran yang digunakan, yaitu aspal normal (tanpa tambahan gypsum) serta aspal dengan tambahan gypsum dengan kadar 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%.

#### 4.2 Pengolahan Data Kadar Aspal Optimum

Tabel 5. Data Uji *Marshall* Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum (%)	Sample	Tinggi (cm)	D (cm)	Massa di udara (gr)	Massa di air (gr)	Massa SSD (gr)	Volume Bulk (gr)	Berat Jenis Bulk (gr/cm3)	Gmm Maksimal	Density (gr/cm3)
5,3	1	6,8	10	1159	636	1180	544	2,13		
	2	6,9	10	1151	627	1173	546	2,11		
	3	6,8	10	1169	633	1190	557	2,1	2,2956	2,1189
	4	6	10	1155	631	1172	541	2,13		
	5	7	10	1180	638	1194	556	2,12		

Kadar Aspal Optimum (%)	Sample	Stability (Kg)			Flow (mm)		VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	QM (kg/mm)	
		Measured	Adjusted	Average	Measured	Average					
5,3	1	34	1035,96			4					
	2	30	885,51			6					
	3	41	1249,24	1113,4		5	4,8	7,7	18,1	57,48	231,96
	4	35	1266,38			4					
	5	40	1129,9			5					

Tabel 6. Data angka korelasi Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum (%)	Sample	Tebal (cm)	Diameter (cm)	Isi Benda Uji (cm <sup>3</sup> )	Angka Korelasi
5,3	1	6,8	10	533,8	0,96
	2	6,9	10	541,65	0,93
	3	6,8	10	533,8	0,96
	4	6	10	471	1,14
	5	7	10	549,5	0,89

Tabel 7. Hasil pengujian pada Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum (%)	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,3	2,12	7,7	18,1	57,48	1113,4	4,8	231,96
Spesifikasi	≥2,2	03-05	>15	65-75	800-1000	02-05	≥300

Berdasarkan hasil pengolahan data pada kadar aspal optimum, diperoleh hasil density sebesar 2,12 gr/cm<sup>3</sup>, VIM sebesar 7,70 %, VMA sebesar 18,10%, VFA sebesar 57,48%, stability sebesar 1113,40 kg, flow sebesar 4,8 mm dan QM sebesar 231,96 (kg/mm).

Diketahui terdapat beberapa indikator yang tidak memenuhi persyaratan, dan hanya dua indikator yang memenuhi persyaratan, yaitu VMA= 18,10% dan flow= 4,8 mm.

#### 4.3 Pengolahan Data Aspal Kadar Optimum Dengan Bubuk Gypsum Sebagai Filler

Tabel 8. Hasil pengujian pada Kadar Aspal Optimum dengan bubuk Gypsum sebagai Filler

Kadar Filler (%)	Kadar Aspal Optimum (%)	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5	5,3	2,18	5,7	15,92	64,2	1092,13	5,46	200,02
6	5,3	2,14	9,77	17,37	43,73	903,22	4,72	191,36
7	5,3	2,12	12,36	17,93	31,06	1174,78	6,42	182,99
8	5,3	2,11	9,64	18,38	47,55	1251,52	7,34	170,51
9	5,3	2,04	7,8	21,18	63,16	632,74	8,76	72,23
Spesifikasi		≥2,2	03-05	>15	65-75	800-1000	02-05	≥300

Dari hasil pengolahan data pada kadar optimum dengan bubuk gypsum sebagai filler, diperoleh kadar gypsum optimum untuk memperoleh campuran aspal yang berkualitas sesuai dengan perencanaan. Kadar bubuk gypsum optimum yang digunakan pada kadar 6%, dengan nilai density 2,14 gr/cm<sup>3</sup>, VIM sebesar 9,77%, VMA 17,37%, VFA sebesar 43,73%, stability sebesar 903,22 kg, flow sebesar 4,72 mm, dan QM sebesar 191,36 kg/mm. Dari data tersebut diketahui bahwa terdapat tiga parameter yang memenuhi spesifikasi, yaitu VMA, stability, dan flow.

## 5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penggunaan bubuk gypsum pada kadar optimum mampu meningkatkan kualitas campuran aspal menjadi lebih baik.
- b. Kadar bubuk gypsum optimum yang digunakan sebagai pengganti bin 4 adalah sebesar 6% dari total keseluruhan campuran.
- c. Indikator yang terpenuhi dengan penggunaan bubuk gypsum 6%, yaitu nilai VMA, Stabilitas, dan kelelahan (*flow*) sedangkan pada campuran aspal kadar optimum hanya memenuhi indikator VMA dan *flow* saja.

## REFERENSI

- [1] Ade. A. 2008. *Bab II Tinjauan Pustaka*. Diakses pada tanggal 3 April 2016 [http://eprints.undip.ac.id/34022/6/1893\\_CHAPTER\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34022/6/1893_CHAPTER_II.pdf).
- [2] Barokah, Fadil. 2012. *Analisa Saringan Agregat Kasar*. Diperoleh (25-02-2016) dari: <https://www.google.co.uk/#q=teori+analisa+saringan+agregat+kasar+dan+halus>.
- [3] Fadly, Achmad. 2010. *Tinjauan Sifat-Sifat Agregat untuk Campuran Aspal Panas*. Diakses pada tanggal 10 Maret 2016 ([http://repository.ung.ac.id/get/simlit\\_res/1/373/Tinjauan-Sifat-Sifat-Agregat-Untuk-Campuran-Aspal-Panas-Studi-Kasus-Beberapa-Quarry-di-Gorontalo.pdf](http://repository.ung.ac.id/get/simlit_res/1/373/Tinjauan-Sifat-Sifat-Agregat-Untuk-Campuran-Aspal-Panas-Studi-Kasus-Beberapa-Quarry-di-Gorontalo.pdf)).
- [4] Prayoga, Nanda. 2011. *Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus*. Diakses pada tanggal 24 Februari 2016 [http://www.academia.edu/7604244/ANALISA\\_SARINGAN\\_AGREGAT\\_KASAR\\_DAN\\_HALUS](http://www.academia.edu/7604244/ANALISA_SARINGAN_AGREGAT_KASAR_DAN_HALUS).
- [5] Saputra. C. 2007. *Bab II Studi Pustaka*. Diperoleh (26-03-2016) dari : [http://eprints.undip.ac.id/34219/5/1756\\_chapter\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34219/5/1756_chapter_II.pdf).
- [6] Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- [7] Sukirman, Silvia. 2012. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.