

**PENGARUH PENAMBAHAN *ADDITIVE*
GILSONITE HMA MODIFIER GRADE TERHADAP KINERJA ASPAL
PORUS**

JURNAL

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

NIZAR RAMADHAN

NIM. 0910610075-61

RACHMAD REZA B.

NIM. 0910610079-61

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
MALANG
2014**

PENGARUH PENAMBAHAN *ADDITIVE*
***GILSONITE HMA MODIFIER GRADE* TERHADAP KINERJA ASPAL**
PORUS

Nizar Ramadhan, Rachmad Reza B, Ir. Ludfi Djakfar, MSCE, Ph.D.,
Hendi Bowoputro, ST., MT
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan M.T. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur - Indonesia
E-mail: nizar.ramadhan99@yahoo.com , r.reza_wae@yahoo.co.id

ABSTRAK

Aspal Porus adalah salah satu tipe perkerasan yang dikembangkan di Amerika, Eropa dan Australia. Gradasi yang digunakan aspal porus memiliki prosentase agregat halus yang rendah dan prosentase agregat kasar tidak kurang 85% dari volume campuran. Adanya rongga/pori tersebut menyebabkan campuran memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dibanding dengan campuran aspal konvensional. Guna meningkatkan stabilitas pada Aspal Porus maka diberikan zat additive *Gilsonite HMA Modifier Grade* sehingga dapat meningkatkan daya rekat pada agregat.

Tujuan dilakukan Penelitian ini Dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *Gilsonite HMA Modifier Grade* dan suhu perendaman Waterbath. Hal ini akan ditinjau dari nilai *Marshall*. Adapun metode penelitian yang digunakan yaitu dengan menggunakan standart gradasi aspal porus British (BS) dan menggunakan variasi kadar aspal 4%-7% Dan juga digunakan variasi kadar *Gilsonite* sebesar 6%-10% dan Variasi suhu perendaman Waterbath 55°C - 75°C dengan peningkatan suhu tiap 5°C yang masing-masing variasi dibuat dalam 3 benda uji.

Hasil penelitian yang didapat pada standar gradasi British memenuhi spesifikasi *Marshall* AAPA. Untuk meningkatkan karakteristik *Marshall* penelitian ini digunakan zat additive *Gilsonite* dengan kadar 6% - 10% dari berat Kadar Aspal Optimum yang di dapat. Setelah penambahan zat additive *Gilsonite* nilai stabilitas pada campuran Aspal Porus mengalami peningkatan yang signifikan pada semua suhu perendaman Waterbath 55°C - 75°C, namun nilai VIM pada campuran Aspal Porus mengalami penurunan hingga tidak memenuhi syarat spesifikasi. Hal ini dikarenakan zat additive *Gilsonite* tidak tercampur seluruhnya dengan aspal pada suhu pencampuran 160°C sehingga fungsi zat additive *Gilsonite* berubah menjadi filler pada campuran. Untuk membuktikan hal ini maka dilakukan pembuatan benda uji dengan perlakuan suhu pencampuran *Gilsonite* dengan aspal pada suhu 200°C. Perlakuan suhu pencampuran ini menunjukkan peningkatan yang signifikan pada karakteristik *Marshall* Aspal Porus.

Kata kunci : Aspal Porus, Standar Gradasi British , Karakteristik *Marshall*, Permeabilitas, *Gilsonite*, Suhu Waterbath

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan masalah yang kini sering terjadi di kota – kota besar di Indonesia. Hal ini menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan jalan. Banjir yang sering terjadi disebabkan oleh corah hujan yang tinggi di daerah tropis.

Guna memberi solusi ketika terjadi hujan yang menimbulkan banjir, maka banyak penelitian yang mengembangkan jenis perkerasan aspal porus. Aspal porus adalah campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain. Campuran Aspal porus menggunakan gradasi seragamatau dengan kata lain aspal porus memiliki ciri komposisi agregat kasar yang lebih banyak dari pada agregat halus, Hal ini menyebabkan aspal porus memiliki rongga yang besar.

Perkerasan aspal porus memiliki fungsi khusus. Dengan memanfaatkan pori yang ada dalam campuran, dapat mengalirkan air dipermukaan jalan ke lapisan bawah sehingga tidak terjadi genangan dipermukaan jalan. Namun dengan adanya pori-pori yang lebih besar dari perkerasan konvensional, maka perkerasan aspal porus memiliki nilai stabilitas marshall yang rendah dibandingkan dengan jenis perkerasan konvensional.

Untuk meningkatkan kekuatan

Dalam upaya meningkatkan kekuatan struktur perkerasan jalan disamping perlu adanya penggunaan campuran beraspal panas dengan pemilihan jenis material yang baik dapat pula dengan memodifikasi dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan bisa meningkatkan kinerja campuran aspal khususnya pada nilai stabilitasnya. Salah satu bahan yang dapat digunakan yaitu bahan yang dapat menambah daya rekat (*Gilsonite HMA Modifier Grade*). Bahan ini memberikan banyak keuntungan dalam konstruksi perkerasan jalan, diantaranya

dapat meningkatkan daya lekat antar agregat.

Dengan semakin banyaknya daerah yang tergenang banjir saat musim hujan dan untuk meningkatkan keselamatan saat musim hujan, seperti yang telah dipaparkan diatas, melatar belakangi penulis mengadakan penelitian mengenai “PENGARUH PENAMBAHAN *ADDITIVE GILSONITE HMA MODIFIER GRADE* TERHADAP KINERJA ASPAL PORUS”.

1.2 Rumusan Masalah

Premasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

- Bagaimana pengaruh penambahan *Gilsonite HMA Modifier Grade* terhadap karakteristik *Marshall*?
- Berapa persentase kadar *Gilsonite HMA Modifier Grade* optimum yang ditambahkan pada campuran Aspal Porus?
- Bagaimana pengaruh suhu saat perendaman *Waterbath* terhadap stabilitas Aspal Porus dengan *additive Gilsonite HMA Modifier Grade*?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui pengaruh penambahan *Gilsonite HMA Modifier Grade* terhadap karakteristik *Marshall*.
- Menentukan persentase kadar *Gilsonite HMA Modifier Grade* optimum yang ditambahkan pada campuran Aspal Porus.
- Untuk mengetahui pengaruh suhu saat perendaman terhadap stabilitas Aspal Porus dengan *additive Gilsonite HMA Modifier Grade*.

II. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Brawijaya. Dilaksanakan mulai bulan April 2014 sampai dengan bulan Juli 2014. Tahapan penelitian ini meliputi:

1) Persiapan Peralatan

Peralatan disiapkan sebelum proses penelitian dengan memperhatikan efisiensi waktu penelitian.

2) Persiapan Material

Pada Persiapan material dilakukan sebelum penelitian agar tidak menghambat jalannya penelitian.

3) Penentuan Kadar Aspal Rencana

4) Jumlah Benda Uji

Pembuatan benda uji digunakan untuk mencari kadar aspal optimum dengan beberapa variasi kadar aspal, juga untuk mengetahui VIM, *Flow*, MQ dan stabilitas dari masing – masing variasi.

5) Proses Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan agregat sesuai dengan komposisi campuran yang akan digunakan.
- b. Memanaskan agregat dan aspal sampai suhu tertentu, untuk aspal dan agregat $\pm 160^{\circ}\text{C}$ sedangkan suhu pencampuran $\pm 150^{\circ}\text{C}$.
- c. Pada suhu yang telah ditentukan, agregat yang telah dipanaskan dicampur dengan aspal dengan komposisi tertentu sampai rata.
- d. Campuran dipadatkan dengan *Marshall Compaction* pada suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$, dengan jumlah pukulan sebanyak 2×50 pukulan.
- e. Setelah dipadatkan benda uji didiamkan selama 1 hari untuk dilakukan uji permeabilitas.

6) Pengujian Permeabilitas

Untuk mengukur besarnya permeabilitas dari benda uji yang dibuat maka dilakukan pengujian *Falling Head*.

$$k = 2,3 \frac{aL}{At} \times \left[\log\left(\frac{h_1}{h_2}\right) \right]$$

Dimana :

- k = Koefisien permeabilitas air (cm/s),
a = Luas potongan melintang tabung (cm²)
L = Tebal spesimen (cm),

A = Luas potongan specimen (cm²)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari h₁ ke h₂ (s)

h₁ = Tinggi batas air paling atas pada tabung (cm)

h₂ = Tinggi batas air paling bawah pada tabung (cm)

7) Pengujian Marshall Standart

Pengujian pada tahap ini untuk mendapatkan data guna penentuan kadar aspal optimum dan data durabilitas. Tahapan pengujian *Marshall Standart* adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering serta diukur tinggi dan diameternya.
- b. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam.
- c. Setelah direndam ditimbang berat SSD dan berat dalam air.
- d. Benda uji dimasukkan dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit.

Dilakukan *Marshall Test* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*).

8) Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material yang dilakukan antara lain:

- a. Agregat
Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah, dimana pengujian ini berdasarkan spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989.
- b. Aspal
Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70. Pengujian ini berdasarkan spesifikasi Revisi SNI 03-1737-1989.

9) Benda Uji

Pada penelitian ini dipakai kadar aspal sebesar 4%, 5%, 6%, 7% dari berat agregat, yaitu 900 gram. Serta digunakan variasi zat aditif *Gilsonite* sebesar 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%.

10) Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan benda uji dan analisa hasil penelitian, rancangan penelitian antara lain:

Tabel 2.1 Jumlah benda uji dengan variasi kadar aspal pada campuran Aspal Porus

Standart Perencanaan	Jumlah Benda Uji pada Setiap %				
	4%	5%	6%	7%	KAO
British Standard	3	3	3	3	3

Setelah mendapatkan kadar aspal optimum dari penelitian di atas, dilanjutkan penelitian Pemberian variasi kadar *Additive Gilsonite* berdasarkan KAO dan suhu Waterbath.

Tabel 2.2 Jumlah benda uji dengan variasi kadar *Gilsonite HMA Modifier Grade* pada campuran Aspal Porus

Suhu waterbath	Kadar Gilsonite HMA Modifer Grade dari KAO				
	6%	7%	8%	9%	10%
55°C	3	3	3	3	3
60°C	3	3	3	3	3
65°C	3	3	3	3	3
70°C	3	3	3	3	3
75°C	3	3	3	3	3

11) Analisa Data

Dalam menganalisis data digunakan pendekatan analisis varian.

II. Pembahasan

3.1 Pengujian Material

3.1.1 Pengujian Karakteristik Aspal

Tabel 3.1 Pengujian Karakteristik Aspal

No	Uraian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min.	Maks.		
1.	Penetrasi	mm	60	79	61.7 78	Memenuhi
2.	Titik Lembek	°C	48	58	49	Memenuhi

3.	Daktilitas	mm	10 0	-	>15 00	Memenuhi
4.	Titik Nyala	°C	20 0	-	320	Memenuhi
5.	Titik Bakar	°C	20 0	-	346	Memenuhi
6.	Berat Jenis		1	-	1.06 1	Memenuhi

* Standar Bina Marga Untuk Agregat Pada Campuran Aspal Beton Panas

Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Pen 60/70 Dengan Penambahan Persentase Kadar *Gilsonite*

No	Sifat-sifat	Unit	Spek Pen 60/70		% Kadar Gilsonite			
			Min.	Maks	0	2	4	6
1.	Penetrasi	0.1 mm	60	79	62	53.4	45.8	44
2.	Titik Lembek	°C	48		54	56	57	61
3.	Titik Nyala	°C	100	-	321	336	342	342

3.1.2 Pengujian Karakteristik Agregat

Tabel 3.3 Pengujian Karakteristik Agregat

No.	Uraian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
Agregat Kasar						
1	Berat Jenis Curah	-	2.5	-	2.642	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD	-	-	-	2.690	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	-	-	-	2.776	Memenuhi
4	Penyerapan Air	%	-	3	1.818	Memenuhi
5	Pengujian Los Angeles	%	-	40	12.748	Memenuhi
6	Nilai Tumbukan	%	-	30	12.186	Memenuhi

No.	Uraian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
Agregat Halus						
1	Berat Jenis Curah	-	2.5	-	2.733	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD	-	2.5	-	2.770	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	-	-	-	2.839	Memenuhi
4	Penyerapan Air	%	-	3	1.359	Memenuhi

3.2 Pembuatan Benda Uji untuk Menentukan KAO

Jumlah benda uji dengan variasi kadar aspal 4% - 7% :

Tabel 3.4 Rancangan Pembuatan Benda Uji

Standart Perencanaan	Jumlah Benda Uji pada Setiap %				
	4%	5%	6%	7%	KAO
British Standard	3	3	3	3	3

Berikut ini ditampilkan hasil perhitungan penelitian *marshall standart* pada penelitian yang telah dilakukan.

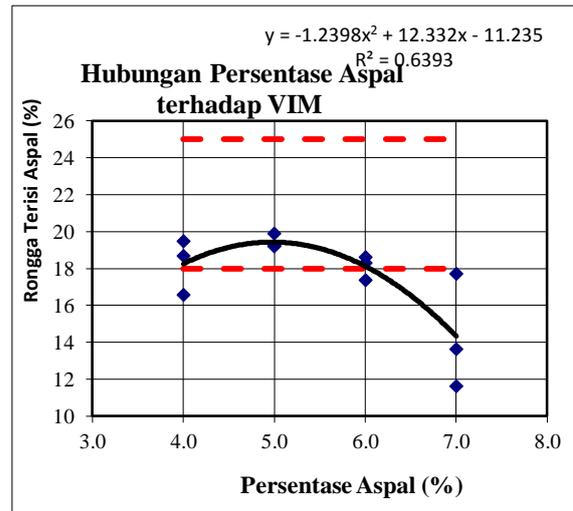
Hasil Pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal adalah :

Tabel 3.5 Hasil Pengujian *Marshall* standart British

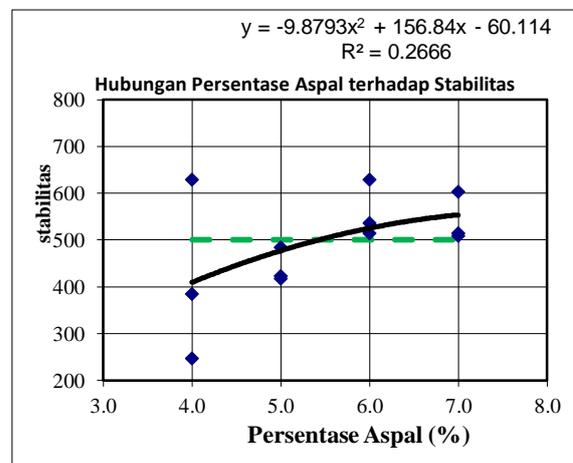
Kadar Aspal (%)	VIM (%)	Stabilitas (kg/cm ²)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4	18.68	255.06	2.50	102.02
4	16.57	631.21	2.10	300.58
4	19.50	386.79	1.00	386.79
5	19.23	425.59	2.50	170.24
5	19.90	494.90	2.80	176.75
5	19.20	418.41	2.20	190.18
6	17.39	540.64	2.26	239.22
6	18.30	524.73	1.80	291.52
6	18.62	565.28	2.10	269.18
7	17.72	614.78	2.80	219.57
7	11.65	515.85	3.10	166.40
7	13.65	511.12	2.70	189.30

3.4 Penentuan KAO

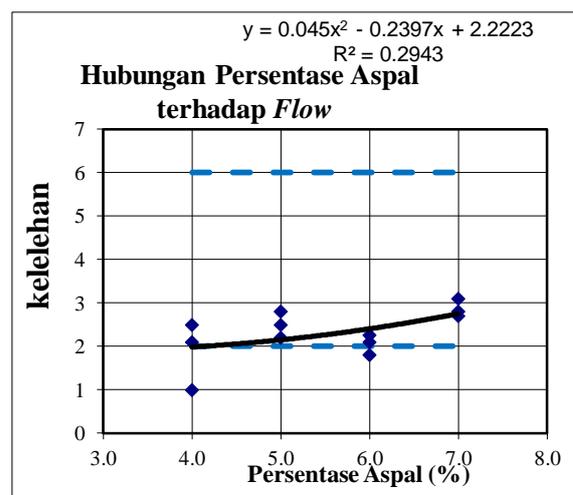
Dari hasil pengujian *Marshall* telah diketahui nilai VIM, Stabilitas, Flow, dan MQ dari campuran yang digunakan pada penelitian ini. Kadar Aspal Optimum didapat dari nilai VIM, Stabilitas, *Flow*, dan MQ yang memenuhi syarat standar untuk campuran aspal porus. Penentuan Kadar Aspal Optimum ditentukan dari perhitungan dengan metode grafik dan grafik pita.



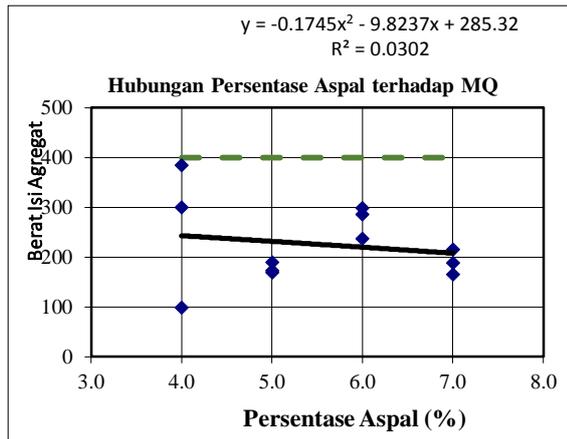
Gambar 3.1 Grafik Hubungan Prosentase Aspal terhadap VIM



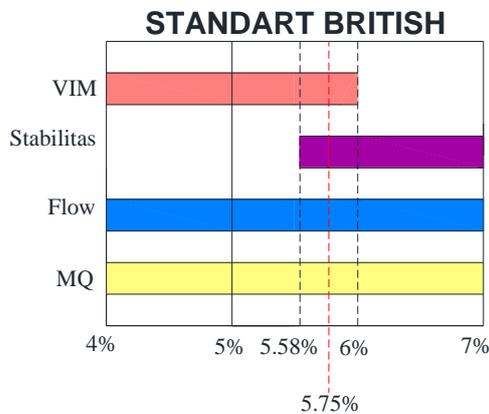
Gambar 3.2 Grafik Hubungan Prosentase Aspal terhadap Stabilitas



Gambar 3.3 Grafik Hubungan Prosentase Aspal terhadap Flow



Gambar 3.4 Grafik Hubungan Prosentase Aspal terhadap MQ



Gambar 3.5 Grafik Pita Campuran Aspal Porus Standar British

3.5 Pembuatan Benda Uji dengan Variasi Kadar Aditif

Jumlah benda uji dengan variasi kadar additive 6% - 10% dan suhu waterbath 55°C - 75°C dengan kenaikan suhu 5°C:

Tabel 3.6 Jumlah benda uji dengan variasi kadar *Gilsonite HMA Modifier Grade* pada campuran Aspal Porus

Suhu waterbath	Kadar Gilsonite HMA dari KAO				
	6%	7%	8%	9%	10%
55°C	3	3	3	3	3
60°C	3	3	3	3	3
65°C	3	3	3	3	3
70°C	3	3	3	3	3
75°C	3	3	3	3	3

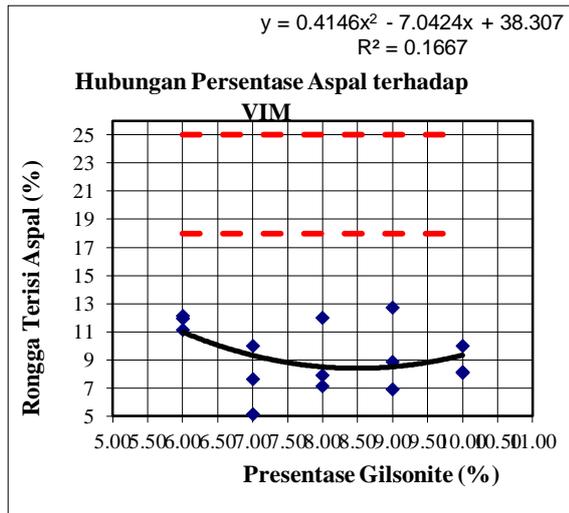
Berikut ini ditampilkan hasil perhitungan penelitian *marshall standart* pada penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 3.7 Hasil Pengujian *Marshall* standart British pada suhu Waterbath 60°C SUHU 60°C

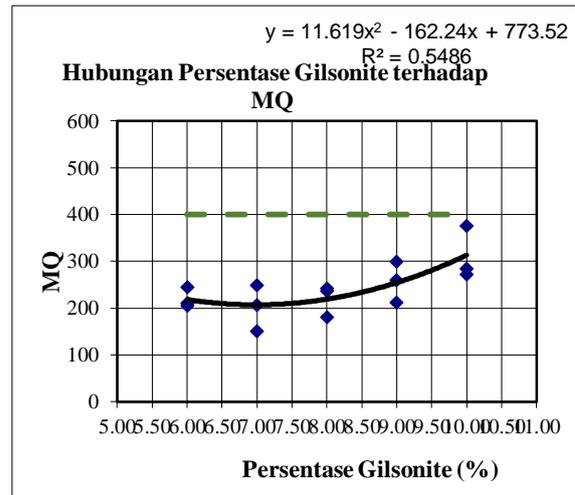
Kadar Aditif (%)	VIM (%)	Stabilitas (kg/cm ²)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
6	14.461	1032.96	2.5	413.185
6	12.968	881.429	2.4	367.262
6	12.922	884.07	2.6	340.027
7	11.787	1192.29	3.75	317.945
7	13.749	856.385	4	214.096
7	11.268	788.862	3.8	207.595
8	10.281	974.962	3.5	278.560
8	10.895	1087.33	2.1	517.776
8	11.924	858.846	2.6	330.325
9	13.862	910.555	2.5	364.222
9	13.626	1030.62	2.8	368.077
9	12.268	870.228	2.7	322.307
10	14.280	995.917	1.8	553.287
10	14.371	939.355	2.5	375.742
10	13.180	884.098	2.5	353.639

3.6 Penentuan Kadar Additive Optimum

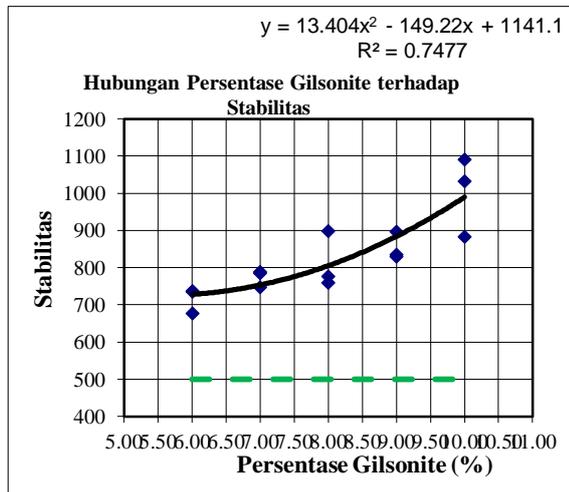
Dari hasil pengujian *Marshall* telah diketahui nilai VIM, Stabilitas, Flow, dan MQ dari campuran yang digunakan pada penelitian ini. Kadar Additive optimum didapat dari nilai VIM, Stabilitas, *Flow*, dan MQ yang memenuhi syarat standar untuk campuran aspal porus. Penentuan Kadar Additive ditentukan dari perhitungan dengan metode grafik dan grafik pita.



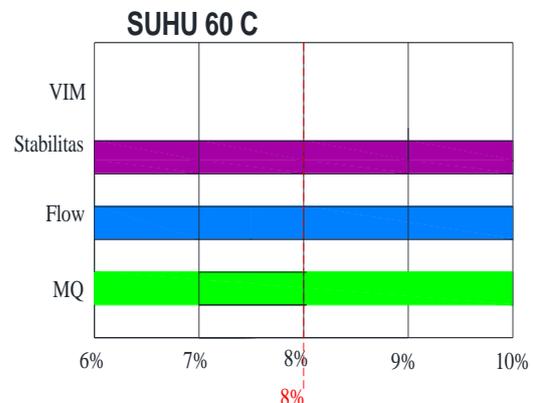
Gambar 3.6 Grafik hubungan VIM dan Kadar *Gilsonite* pada Suhu Waterbath 60°C



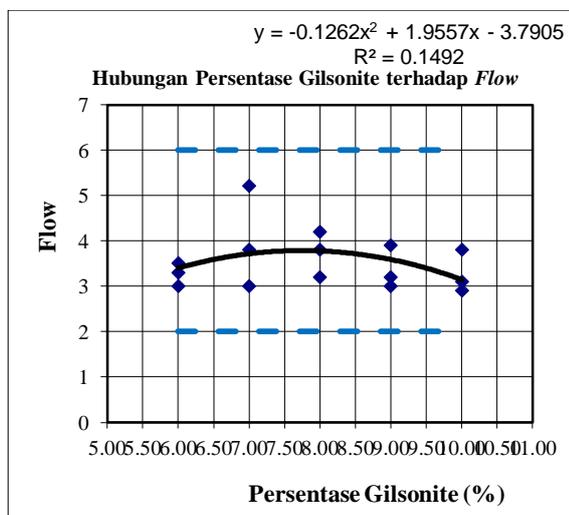
Gambar 3.9 Grafik Hubungan MQ dan Kadar *Gilsonite* pada Suhu Waterbath 60°C



Gambar 3.7 Grafik hubungan Stabilitas dan Kadar *Gilsonite* pada Suhu Waterbath 60°C



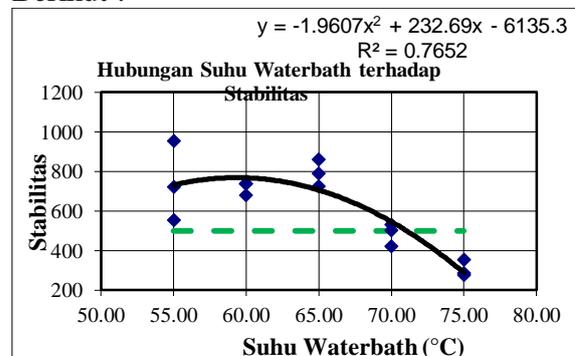
Gambar 3.10 Grafik Pita pada Suhu Waterbath 60°C



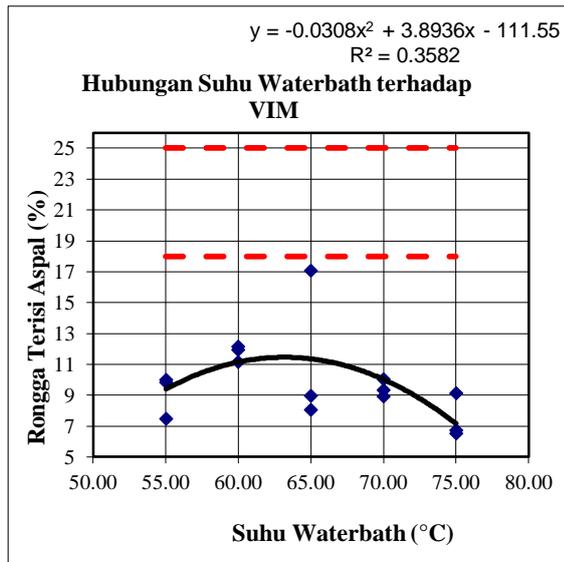
Gambar 3.8 Grafik Hubungan *Flow* dan Kadar *Gilsonite* pada Suhu Waterbath 60°C

3.7 Pengaruh Suhu Waterbath pada Benda Uji dengan Variasi Kadar *Gilsonite*

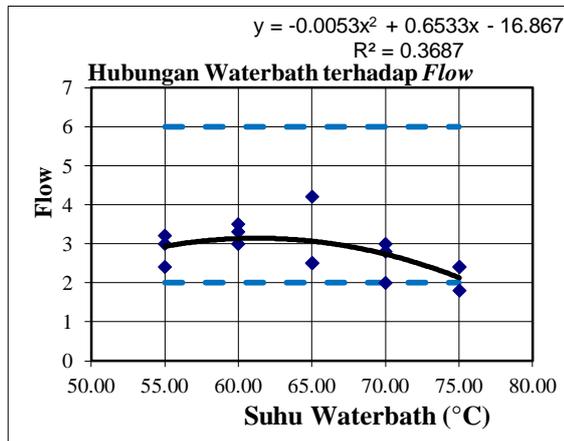
Dari hasil pengujian *Marshall* didapatkan nilai perbandingan suhu Waterbath dengan VIM, Stabilitas, *Flow*, dan MQ (*Marshall Quotient*) adalah sebagai Berikut :



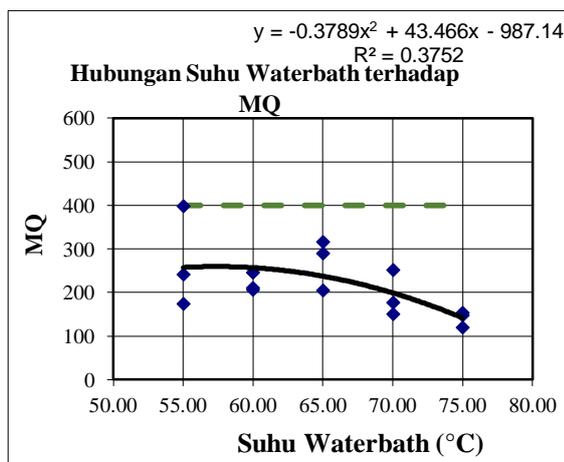
Gambar 3.11 Grafik hubungan Stabilitas dan Suhu Waterbath pada kadar *Gilsonite* 6%



Gambar 3.12 Grafik hubungan VIM dan Suhu Waterbath pada kadar *Gilsonite* 6%



Gambar 3.13 Grafik hubungan *Flow* dan Suhu Waterbath pada kadar *Gilsonite* 6%



Gambar 3.14 Grafik hubungan MQ dan Suhu Waterbath pada kadar *Gilsonite* 6%

3.8 Analisis Statistik Pengaruh Kadar Aditif *Gilsonite* dan suhu Waterbath terhadap Karakteristik Marshall.

Berdasarkan data penelitian yang didapatkan, untuk mengetahui adanya pengaruh variasi aditif dan suhu waterbath atau perbedaan dari variabel yang digunakan pada penelitian ini, maka dilakukan analisis statistik menggunakan *Two Way ANOVA*.

Tabel 3.8 Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada Stabilitas berdasarkan respon variabel

Sumber Data	Jumlah Kuadrat Tipe III	df	Rata-rata kuadrat	F	Sig.
Data Terkoreksi	3.495E6 ^a	24	145624.393	17.868	.000
Data yang diterima	3.688E7	1	3.688E7	4525.550	.000
Suhu	2835205.143	4	708801.286	86.971	.000
Kadar. <i>Additive</i>	171731.260	4	42932.815	5.268	.001
suhu * kadar <i>Additive</i> (iterasi)	488049.036	16	30503.065	3.743	.000
Error	407491.806	50	8149.836		
Total	4.078E7	75			
Total terkoreksi	3902477.244	74			

Keputusan:

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3.8 di atas, didapatkan nilai signifikansi untuk perlakuan suhu, kadar, dan interaksi antara suhu dan kadar terhadap stabilitas masing-masing adalah 0.000, 0.001, 0.000. Ketiga faktor tersebut dapat dikatakan signifikan karena memiliki nilai signifikansi kurang dari alfa (0.05) yang artinya *Hoditolak*, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh variasi suhu, kadar dan interaksi antara suhu dan kadar terhadap stabilitas.

3.9 Analisa Hasil Uji *Marshall Standart*

Analisa Marshall dari pembuatan benda uji dengan variasi kadar aspal 4% - 7% meliputi analisa hubungan karakteristik marshall dengan kadar aspal.

1) Analisa Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

Nilai stabilitas yang disyaratkan yaitu >500. Penelitian ini menggunakan standar British nilai stabilitas dengan kadar aspal 4% sampai 7% semuanya memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

2) Analisa Hubungan Flow dengan Kadar Aspal

Nilai Flow yang di syaratkan yaitu 2 -6 mm, Pada standar British yang digunakan pada penelitian nilai flow kadar aspal 4% sampai 7% semuanya memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar 2.332 mm.

3) Analisa Hubungan MQ dengan Kadar Aspal

Untuk standar British yang digunakan pada penelitian ini nilai MQ dengan kadar aspal 4% - 7% semuanya memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu maksimum 400 kg/mm,

4) Analisa Hubungan VIM dengan Kadar Aspal

Besarnya nilai VIM yang disyaratkan berdasarkan standar Australia adalah 18% - 25%. Untuk standar British semua kadar aspal yang digunakan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu dengan kadar aspal 4% - 7%.

3.10 Analisa Hubungan antara Kadar Gilsonite dan suhu Waterbath dengan Karakteristik Marshall

Dalam penelitian ini dilakukan perlakuan variasi suhu Waterbath yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan zat *additive Gilsonite* terhadap suhu yang dimana variasi suhu Waterbath yaitu 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C. Pada hasil pengujian *Marshall* didapatkan nilai stabilitas pada kadar *Gilsonite* optimum masing-masing suhu Waterbath yaitu sebesar 1043.54 kg, 805.20 kg, 825.41 kg, 563.88 kg, dan 510.22 kg, Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu Waterbath maka nilai stabilitas *Marshall* semakin menurun

3.12 Pengujian Permeabilitas

Kemampuan permeabilitas diuji untuk dapat mengetahui berapa kemampuan campuran Aspal porus dalam mengalirkan air hujan kedalam tanah tanpa menyebabkan

genangan. Pengujian permeabilitas yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan metode "*Falling Head*". Variabel yang mempengaruhi kecepatan permeabilitas antara lain tinggi benda uji, beda tekan aliran air, dan luas penampang.

Berikut ini akan ditampilkan hasil perhitungan debit (Q) berdasarkan pengujian permeabilitas dengan variasi kadar aspal :

Tabel 3.9 Hasil Pengujian Permeabilitas Debit dengan Variasi Kadar Aspal

Kadar Aspal	Suhu Waterbath	Debit Rata-Rata
	60°C	
4%	977.981	906.263
	977.981	
	762.825	
5%	977.981	987.453
	1030.845	
	953.532	
6%	762.825	698.212
	537.201	
	794.610	
7%	586.789	605.717
	615.182	
	615.182	

Berikut ini akan ditampilkan hasil perhitungan Debit (Q) berdasarkan pengujian permeabilitas dengan variasi kadar aditif *Gilsonite* :

Suhu Waterbath	Kadar Gilsonite	Debit	Debit Rata-Rata
60°C	6%	930.275	895.328
		908.125	
		847.584	
	7%	747.868	758.655
		794.610	
		733.486	
	8%	847.584	880.905
		908.125	
		887.006	
	9%	693.478	683.427
		663.326	
		693.478	
10%	693.478	702.201	
	693.478		
	719.647		

Berdasarkan table di atas didapatkan debit rata-rata yang maksimum pada kadar aditif 6% sebesar 895,328 cm³/det.

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Penambahan variasi kadar zat *additive Gilsonite HMA Modifier Grade* pada Aspal Porus standar British mempengaruhi karakteristik *Marshall VIM*, Stabilitas, *Flow*, dan MQ seperti penjelasan di bawah ini :
 - Nilai VIM mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar *Gilsonite* dalam campuran. Nilai VIM menjadi 8.141% pada kadar *Gilsonite* optimum 8%. Hal ini dapat dikarenakan kurang tingginya suhu pencampuran terhadap aspal dengan *Gilsonite*. Pada penelitian ini dilakukan pencampuran aspal dengan *Gilsonite* dengan suhu 160°C namun terlihat bahwa bahan *Gilsonite* belum terlarut secara sempurna, sehingga *Gilsonite* pada suhu pencampuran ini diindikasikan berfungsi sebagai *filler*. Hal ini menyebabkan nilai VIM menjadi turun dari 18.863% menjadi 8.141%.
 - Nilai Stabilitas mengalami peningkatan. Dari nilai stabilitas benda uji tanpa menggunakan *Gilsonite* yaitu sebesar 515.081 kg menjadi 805.196 kg setelah penambahan *Gilsonite*.
 - Nilai *flow* mengalami penurunan. Dari nilai *flow* tanpa menggunakan *Gilsonite* yaitu dari 2.332 mm menjadi 3.778 mm setelah penambahan *Gilsonite*. Nilai *flow* keseluruhan di atas persyaratan minimal 2 mm.
 - Nilai MQ pada campuran Aspal Porus dengan penambahan *Gilsonite* optimum adalah sebesar 219.216 kg/mm. Nilai keseluruhan di bawah persyaratan maksimal 400 kg/mm.
- b. Didapatkan kadar zat *additive Gilsonite HMA Modifier Grade* optimum sebesar

8% dari perhitungan grafik pita. Penambahan zat *additive* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai stabilitas perkerasan Aspal Porus. Nilai stabilitas yang dicapai pada KAO 5.75% tanpa menggunakan zat *additive* adalah 515.081 kg sedangkan nilai stabilitas pada kadar KAO 5.75% dengan zat *additive Gilsonite HMA Modifier Grade* optimum 8% adalah 805.196 kg.

- c. Pada suhu Waterbath 70°C dan 75°C karakteristik *Marshall* Stabilitas dan *Flow* mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan sifat dari zat *additive Gilsonite HMA Modifier Grade* yang kurang kuat terhadap suhu yang tinggi.

4.2 Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan untuk lebih menyempurnakan penelitian ini antara lain :

- a. Perlu diperhatikan dalam proses pencampuran aspal dengan zat *additive Gilsonite HMA Modifier Grade*.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan standar gradasi yang lain agar didapatkan karakteristik *Marshall VIM* yang lebih baik.
- c. Perlu dilakukan pengujian di lapangan untuk mendapatkan hasil yang realistis.
- d. Pemilihan gradasi yang menggunakan agregat halus lebih sedikit agar menghasilkan nilai VIM yang memenuhi persyaratan.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1976. "Manual Pemeriksaan Bahan". Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga.
- Australian Asphalt Pavement Association. 2004. *National Asphalt Specification*.
- Basuki, Rachmad dan Machsus. 2007. Penambahan *Gilsonite Resin* pada Aspal Prima 55 untuk meningkatkan Kualitas Perkerasan Hotmix. *Jurnal Aplikasi*. 3, (1), 16 – 27.

- Bina Marga. 2006. Spesifikasi Umum Campuran Berbutir Panas.
- Bruce. K.F. 2005. Porous Pavement. CRC PRESS. United States of America
- Krebs, R.D dan Walker, R.D. 1971. *Highway Materials*. McGraw-Hill Book Company. New York, USA.
- Mukhlis, Fauna Adibroto. 2006. Pengaruh Penggunaan Filler Portland Cement dalam Campuran Asphaltic Concrete (AC) Terhadap Sifat Marshall dan Nilai Struktural. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*. 2, (1), 1 – 13.
- Sarwono, D dan Astuti K. W . 2007. “Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran *Porous Asphalt*”. Media Teknik Sipil.
- Setyawan. A dan Sanusi. 2008. “Observasi Properties Aspal Porus Berbagai Gradasi Dengan Material Lokal”. Media Teknik Sipil.
- Sujono. E. R. 2012. “Pengaruh Daya Dukung dan Permeabilitas Akibat Variasi Gradasi Agregat Lapisan Pondasi Porous Pavement”. Malang.
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Granit. Jakarta.
- Suprpto, T.M. 2004. *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*. Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tanan, B. 2010. “Kajian Eksperimental Karakteristik Aspal Porus dengan Menggunakan High Bounding Asphalt (HBA 50) dan Agregat Maksimum 14 mm”. Adiwidia.
- The Asphalt Institute. 1984. *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and other Hot Mix Types*, Manual Series No 2 (MS-2). 1 st Edition, Lexington, Kentucky, USA.
- Wardoyo, Joko. 2003. Pengaruh Bahan Tambah Gilsonite pada Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC1) Terhadap Nilai Properties Marshall dan Modulus Kekakuan. Tesis Magister Universitas Diponegoro Semarang : tidak diterbitkan.
- Yamin. M. 2001. “Modifikasi Marshall Dalam Perencanaan Campuran Porus Aspal Untuk Cement Treated Asphalt Mixture (CTAM)”. Bali