

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

SKRIPSI

**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**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR ORISINILITAS SKRIPSI

RINGKASAN

KATA PENGANTARi

DAFTAR ISI.....ii

DAFTAR TABEL.....v

DAFTAR GAMBAR.....viii

DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Identifikasi Masalah3

1.3 Rumusan Masalah4

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Tujuan Penelitian4

1.6 Manfaat Penelitian..... 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Agregat..... 6

2.1.1 Gradasi Agregat..... 6

2.1.2 Berat Jenis Agregat..... 8

2.1.3 Agregat Kasar..... 8

2.1.4 Agregat Halus..... 9

2.2 Aspal..... 9

2.2.1 Klasifikasi Aspal..... 13

2.2.2 Sifat Fisik Aspal..... 17

2.3 Uji *Marshall*..... 21

2.3.1 Formula Perhitungan..... 22

2.4 Campuran Aspal Panas (*Hot Mix Asphalt*)..... 27

2.5 *Gilsonite HMA Modifier Grade* 28

2.6 Aspal Porus..... 30

2.6.1 Kelebihan dan Kekurangan Aspal Porus..... 31

2.6.2 Spesifikasi Gradasi Aspal Porus.....	32
2.6.3 Pemakaian Aspal Porus.....	38
2.7 Anova Dua Arah (<i>Two Ways Anova</i>).....	40
2.8 Hasil Studi Terdahulu.....	42

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	43
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	45
3.3 Rancangan Penelitian.....	45
3.3.1 Perlakuan Ulangan.....	46
3.3.2 Variabel Pengamatan.....	46
3.3.3 Hipotesis Penelitian.....	47
3.4 Bahan - bahan Penelitian.....	47
3.5 Peralatan Penelitian.....	48
3.6 Prosedur Pengambilan Data.....	50
3.6.1 Pekerjaan Persiapan.....	50
3.6.2 Estimasi Kadar Aspal.....	50
3.6.3 Pemeriksaan Material.....	51
3.6.4 Benda Uji.....	51
3.6.5 Jumlah Benda Uji.....	53
3.6.6 Proses Pembuatan Benda Uji.....	54
3.6.7 Pengujian Permeabilitas.....	56
3.6.8 Pengujian <i>Marshall</i> Standar.....	57
3.7 Pengolahan Data.....	58
3.7.1 Analisis Data.....	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Material.....	59
4.1.1 Pengujian Karakteristik Aspal.....	59
4.1.2 Pengujian Karakteristik Agregat.....	60
4.2 Pembuatan Benda Uji.....	61
4.2.1 Pengujian Permeabilitas.....	62
4.2.2 Pengujian <i>Marshall</i>	63
4.2.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	66
4.3 Pengujian Permeabilitas Benda Uji KAO dengan Penambahan % <i>Gilsonite</i> ..	69
4.4 Benda Uji dengan Variasi Kadar <i>Gilsonite</i> dan Variasi Suhu Waterbath.....	71

4.4.1	Penentuan Kadar Gilsonite Optimum Benda Uji dengan Variasi	
	Kadar <i>Gilsonite</i> dan Variasi Suhu Waterbath.....	75
4.4.2	Pengaruh Suhu Waterbath pada Benda Uji dengan Variasi	
	Kadar <i>Gilsonite</i>	81
4.5	Analisa Statistik Pengaruh <i>Additive Gilsonite HMA Modifier Grade</i> dan	
	Variasi Suhu Terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	92
4.5.1	Analisis Stabilitas.....	93
4.5.2	Analisis MQ.....	93
4.5.3	Analisis <i>Flow</i>	94
4.5.4	Analisis VIM.....	95
4.6	Benda Uji dengan Variasi Kadar <i>Gilsonite</i> dan Variasi Suhu Pencampuran	
	<i>Gilsonite</i> dengan Aspal.....	96
4.6.1	Analisis Statistik Pengaruh <i>Additif Gilsonite HMA Modifier</i>	
	<i>Grade</i> dan Variasi Suhu terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	99
4.6.1.1	Analisis Stabilitas.....	100
4.6.1.2	Analisis MQ.....	101
4.6.1.3	Analisis <i>Flow</i>	102
4.6.1.4	Analisis VIM.....	103
4.7	Pembahasan dan Diskusi.....	105
4.7.1	Pengaruh Kadar <i>Gilsonite</i> Terhadap Nilai Karakteristik <i>Marshall</i>	105
4.7.2	Pengaruh Suhu Waterbath Terhadap Stabilitas Aspal Porus	
	Dengan Menggunakan <i>Gilsonite</i>	106
4.7.3	Pengaruh Suhu Pencampuran <i>Gilsonite</i> Terhadap Karakteristik	
	<i>Marshall</i>	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	108
5.2	Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....		110
LAMPIRAN.....		112

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Ukuran Butir Agregat	7
Tabel 2.2	Persyaratan Agregat Kasar	9
Tabel 2.3	Persyaratan Agregat Halus	9
Tabel 2.4	Komposisi Kimia yang Tergantung pada Aspal	10
Tabel 2.5	Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70	12
Tabel 2.6	Klasifikasi Aspal Keras	13
Tabel 2.7	Klasifikasi Aspal Berdasarkan Viskotitas	16
Tabel 2.8	Klasifikasi Aspal Keras Berdasarkan RTFOT	16
Tabel 2.9	Klasifikasi Aspal Berdasarkan Penetrasi	17
Tabel 2.10	Ketentuan Sifat Campuran Laston	22
Tabel 2.11	Sifat Fisik <i>Gilsonite HMA Modifier Grade</i>	29
Tabel 2.12	Pengurangan Polutan pada Aspal Porus	31
Tabel 2.13	Gradasi Agregat Aspal Porus	32
Tabel 2.14	Gradasi Porus Aspal Standar California	33
Tabel 2.15	Gradasi Aspal Porus dengan Standar Australia	35
Tabel 2.16	Gradasi Agregat Standar British	36
Tabel 2.17	Tabel Gradasi Aspal Porus	38
Tabel 3.1	Jumlah Benda Uji dengan Variasi Kadar Aspal pada Campuran Aspal Porus	45
Tabel 3.2	Jumlah Benda Uji dengan Variasi Kadar <i>Gilsonite HMA Modifier Grade</i> pada Campuran Aspal Porus	46
Tabel 3.3	Rancangan Gradasi Aspal Porus Standar British	52
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70	59
Tabel 4.2	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Pen 60/70 dengan Menggunakan Peresentase Kadar <i>Gilsonite</i>	60
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Aspal	60
Tabel 4.4	Komposisi Agregat Kasar Spesifikasi Direktorat Jendral Bina Marga	60
Tabel 4.5	Gradasi Agregat Standar British	61
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus	61
Tabel 4.7	Rancangan Pembuatan Benda Uji	62

Tabel 4.8	Hasil Pengujian Permeabilitas	62
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Permeabilitas Debit dengan Variasi Kadar Aspal	63
Tabel 4.10	Data Pengujian <i>Marshall</i> Standar British	64
Tabel 4.11	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Standar British	65
Tabel 4.12	Hasil Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> British dengan KAO 5.75%	69
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Permeabilitas Debit dengan Variasi Zat <i>Additive</i>	69
Tabel 4.14	Tabel Debit Rata-Rata	70
Tabel 4.15	Jumlah Benda Uji dengan Kadar <i>Gilsonite HMA Modifier Grade</i> pada Camuran Aspal Porus	71
Tabel 4.16	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Stabilitas	72
Tabel 4.17	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Flow	72
Tabel 4.18	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> VIM	73
Tabel 4.19	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> MQ	73
Tabel 4.20	Rekapitulasi Grafik Pita dengan <i>Check List Table</i>	74
Tabel 4.21	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum Stabilitas	76
Tabel 4.22	Nilai Perhitungan Karakteristik <i>Marshall</i> Stabilitas dengan Metode Iterasi	76
Tabel 4.23	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum Flow	77
Tabel 4.24	Nilai Perhitungan Karakteristik Flow dengan Metode Iterasi	78
Tabel 4.25	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum VIM	79
Tabel 4.26	Hasil Perhitungan Karakteristik <i>Marshall</i> VIM dengan Metode Iterasi	79
Tabel 4.27	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum MQ	80
Tabel 4.28	Nilai Perhitungan Karakteristik <i>Marshall</i> MQ dengan Metode Iterasi	81
Tabel 4.29	Rekap Nilai Perhitungan Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Metode Iterasi	81
Tabel 4.30	Rekap Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> pada Kadar <i>Gilsonite</i> Optimum 9%	84
Tabel 4.31	Rekap Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> pada Kadar <i>Gilsonite</i> 8%	87
Tabel 4.32	Rekap Hasil Karakteristik <i>Marshall</i>	87
Tabel 4.33	Penotasian dan Jumlah Perlakuan dalam Uji Anova	92

Tabel 4.34	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada Stabilitas berdasarkan respon variabel	92
Tabel 4.35	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada MQ berdasarkan respon variabel	93
Tabel 4.36	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada Flow berdasarkan respon variabel	94
Tabel 4.37	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada VIM berdasarkan respon variabel	95
Tabel 4.38	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Stabilitas pada Perlakuan suhu	96
Tabel 4.39	Hasil Pengujian <i>Marshall MQ</i> Pada Perlakuan Suhu	96
Tabel 4.40	Hasil Pengujian <i>Marshall VIM</i> padaPerlakuan Suhu	96
Tabel 4.41	Hasil Pengujian <i>Marshall Flow</i> pada Perlakuan Suhu	96
Tabel 4.42	Penotasian dan Jumlah Perlakuan Dalam Uji Anova Pada Perlakuan Suhu	99
Tabel 4.43	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada Stabilitas berdasarkan respon variabel	100
Tabel 4.44	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada MQ berdasarkan respon variabel	101
Tabel 4.45	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada <i>Flow</i> berdasarkan respon variabel	102
Tabel 4.47	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) pada VIM berdasarkan respon variabel	103

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Foto Gradasi Agregat	7
Gambar 2.2	Skema Volume Butir Agregat	8
Gambar 2.3	Aspal Minyak Bumi	11
Gambar 2.4	Aspal Buton	11
Gambar 2.5	Contoh Grafik Hubungan Viskositas dan Temperatur	14
Gambar 2.6	Hubungan Perubahan Viskositas Aspal dengan Sifat Durabilitas	18
Gambar 2.7	Perubahan Penetrasi Akibat Temperatur	19
Gambar 2.8	Perubahan Viskositas Aspal Akibat Temperatur	20
Gambar 2.9	<i>Gilsonite HMA Modifier Grade</i>	30
Gambar 2.10	Keuntungan Aspal Porus dibanding Perkerasan Konvensional	31
Gambar 2.11	Spesifikasi Gradasi Aspal Porus Standar California	33
Gambar 2.12	Bentuk Struktur Aspal Porus	34
Gambar 2.13	Spesifikasi Gradasi Aspal Porus Standar Australia untuk Ukuran Maks.10 mm	35
Gambar 2.14	Spesifikasi Gradasi Aspal Porus Standar Australia untuk Ukuran Maks.14 mm	36
Gambar 2.15	Spesifikasi Gradasi Agregat Aspal Porus Menggunakan Standar British	37
Gambar 2.16	Spesifikasi Gradasi Agregat Aspal Porus Berdasarkan Standar California, Australia dan British	37
Gambar 2.17	Gradasi Aspal Porus	38
Gambar 2.18	Konstruksi Aspal Porus pada Lapangan Parkir di Hackessin, Delaware	39
Gambar 2.19	Konstruksi Aspal Porus Pada Jalan Perumahan di Macon, Georgia	39
Gambar 2.20	Konstruksi Aspal Porus Pada Lapangan Parkir di Roswell, Georgia	39
Gambar 2.21	Konsep Ikatan Antar Butiran Agregat pada Campuran Aspal (Georgia Department of Transportation).	40
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 3.2	Foto <i>Automatic Asphalt Compactor</i>	49
Gambar 3.3	Foto Alat Marshall	49
Gambar 3.4	Foto Bak Perendam (Waterbath)	50

Gambar 3.5	Spesifikasi Gradasi Agregat Aspal Porus Menggunakan Standar British	52
Gambar 3.6	Skema Percobaan <i>Falling Head</i>	56
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Prosentase Aspal Terhadap VIM	66
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Prosentase Aspal Terhadap Stabilitas	66
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Prosentase Aspal Terhadap <i>Flow</i>	67
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Prosentase Aspal Terhadap MQ	67
Gambar 4.5	Grafik Pita Campuran Aspal Porus Standar British	67
Gambar 4.6	Garfik Hubungan Stabilitas dengan kadai <i>Gilsonite</i> dan suhu Waterbath	75
Gambar 4.7	Garfik Hubungan Flow dengan kadai <i>Gilsonite</i> dan suhu Waterbath	77
Gambar 4.8	Garfik Hubungan VIM dengan kadai <i>Gilsonite</i> dan suhu Waterbath	78
Gambar 4.9	Garfik Hubungan MQ dengan kadai <i>Gilsonite</i> dan suhu Waterbath	80
Gambar 4.10	Grafik hubungan VIM dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 55°C	82
Gambar 4.11	Grafik hubungan Stabilitas dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 55°C	82
Gambar 4.12	Grafik hubungan <i>Flow</i> dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 55°C	83
Gambar 4.13	Grafik hubungan MQ dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 55°C	83
Gambar 4.14	Grafik Pita pada Suhu Waterbath 55°C	84
Gambar 4.15	Grafik hubungan VIM dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 60°C	85
Gambar 4.16	Grafik hubungan Stabilitas dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 60°C	85
Gambar 4.17	Grafik hubungan <i>Flow</i> dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 60°C	85
Gambar 4.18	Grafik hubungan MQ dan kadar <i>Gilsonite</i> pada Suhu Waterbath 60°C	86

Gambar 4.19	Grafik Pita pada Suhu 60°C	82
Gambar 4.20	Grafik Hubungan Stabilitas dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 6%	88
Gambar 4.21	Grafik Hubungan VIM dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 6%	88
Gambar 4.22	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 6%	89
Gambar 4.23	Grafik Hubungan MQ dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 6%	89
Gambar 4.24	Grafik Hubungan Stabilitas dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 7%	90
Gambar 4.25	Grafik Hubungan VIM dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 7%	90
Gambar 4.26	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 7%	90
Gambar 4.27	Grafik Hubungan Stabilitas dan Suhu Waterbath pada Kadar <i>Gilsonite</i> 7%	91
Gambar 4.28	Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar <i>Gilsonite</i>	97
Gambar 4.29	Grafik Hubungan MQ dan Kadar <i>Gilsonite</i>	97
Gambar 4.30	Grafik Hubungan VIM dan Kadar <i>Gilsonite</i>	98
Gambar 4.31	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dan Kadar <i>Gilsonite</i>	98

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Pengujian Karakteristik Aspal	112
Lampiran 2	Pengujian Karakteristik Agregat	115
Lampiran 3	Data Benda Uji dan Pembacaan Marshall	118
Lampiran 4	Pengujian Marshall (Stabilitas, Flow, MQ, VIM dan Permeabilitas)	123
Lampiran 4.1	Perhitungan <i>Marshall Standart Test</i>	123
Lampiran 4.2	Tabel Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall Standard</i> Kadar Aspal Optimum + Variasi Kadar Gilsonite pada Variasi Suhu Waterbath	128
Lampiran 4.3	Rekap Hasil Pengujian Permeabilitas Debit dan <i>Marshall Standard</i> Kadar Aspal Optimum + Variasi Kadar <i>Gilsonite</i> pada Variasi Suhu Waterbath	136
Lampiran 4.4	Penentuan Kadar <i>Gilsonite</i> Optimum Benda Uji dengan Variasi Kadar <i>Gilsonite</i> dan Variasi Suhu Waterbath	139
Lampiran 4.5	Pengaruh Suhu Waterbath pada Benda Uji dengan Variasi Kadar <i>Gilsonite</i>	145
Lampiran 4.6	Tabel Perhitungan Karakteristik Marshall dengan Metode Iterasi	149
Lampiran 5	Dokumentasi Penelitian	153