

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ALAMI LATEKS (GETAH  
KARET) TERHADAP KINERJA MARSHALL ASPAL PORUS**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Disusun oleh :**

**RIKY PRADANA T.**

**NIM. 0910610086-61**

**PRAYUDA KRISNA S.**

**NIM. 0910613009-61**

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

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Aspal.....	8
2.1.1 Klasifikasi Aspal.....	11
2.1.2 Sifat Fisik Aspal.....	16
2.2 Gradasi Agregat.....	20
2.2.1 Klasifikasi Agregat.....	20
2.2.1 Bentuk dan Tekstur Agregat.....	24
2.3 Lateks (Getah Karet).....	26
2.4 Campuran Aspal Panas (HMA).....	27
2.5 Aspal Porus.....	28
2.5.1 Kelebihan dan kekurangan Aspal Porus.....	29
2.5.2 Spesifikasi Gradasi Aspal Porus.....	30

2.5.3 Pemakaian Porus Asphalt Pavement.....	36
2.6 Permeabilitas.....	38
2.6 Annova Dua Arah.....	39
2.7 Pengujian Marshall.....	41
2.7.1 Formula Perhitungan.....	42
2.7.2 Pengujian Marshall Immersion.....	48
2.8 Penelitian Terdahulu.....	48

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Pengerjaan Penelitian.....	51
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	53
3.3 Rancangan Penelitian.....	53
3.3.1 Perlakuan Ulangan.....	55
3.3.2 Variabel Pengamatan.....	55
3.3.3 Hipotesis Peneitian.....	56
3.4 Persiapan Penyediaan Material.....	56
3.5 Peralatan Penelitian.....	57
3.6 Prosedur Pengambilan Data.....	59
3.6.1 Pekerjaan Persiapan.....	59
3.6.2 Estimasi Kadar Aspal.....	60
3.6.3 Pemeriksaan Material.....	60
3.6.4 Benda Uji.....	61
3.6.5 Proses Pembuatan Benda Uji.....	62
3.6.7 Pengujian Marshall Standar.....	63
3.6.8 PengujianPermeabilitas.....	64
3.7 Pengolahan Data.....	65
3.7.1 Analisis Data.....	65

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian Material.....	66
4.1.1 Pengujian Karakteristik Aspal.....	66
4.1.2 Pengujian Karakteristik Agregat.....	67
4.2 Pembuatan benda uji.....	70
4.2.1 Pengujian Permeabilitas.....	70

4.2.2	Pengujian Marshall.....	71
4.2.3	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	75
4.2.4	Benda Uji Variasi Kadar Lateks.....	79
4.2.5	Evaluasi Karakteristik Marshall Pada Masing-Masing Standart Berdasarkan Variasi Kadar Lateks.....	84
4.2.6	Pengujian KAO Benda Uji dengan Variasi Kadar Lateks.....	89
4.2.7	Evaluasi Karakteristik Marshall pada masing-masing Standart Berdasarkan Variasi Kadar Aspal.....	92
4.3	Evaluasi Karakteristik Marshall Optimum pada masing-masing Standart Berdasarkan Variasi Kadar Aspal Optimum.....	96
4.4	Evaluasi Perbandingan Karakteristik Marshall dengan Marshall Immersion pada masing-masing Standart Berdasarkan Variasi Kadar Aspal Optimum.....	100
4.5	Penentuan Kadar Aspal Optimum dan Lateks Optimum dengan Menggunakan Grafik 3D.....	102
4.6	Evaluasi Pengujian Permeabilitas.....	117
4.7	Analisis Statistik Pengaruh Additive Lateks Terhadap Karakteristik Marshall dengan Metode Anova.....	119
4.7.1	Analisis Stabilitas.....	120
4.7.2	Analisis MQ.....	121
4.7.3	Analisis Flow.....	122
4.7.4	Analisis VIM.....	124
4.8	Penjelasan dan Diskusi.....	125

## **BAB V Penutup dan Saran**

5.1	Kesimpulan.....	134
5.2	Saran.....	134

## DAFTAR TABEL

iv

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Kimia yang Terkandung Pada Aspal .....	8
Tabel 2.2	Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70 .....	10
Tabel 2.3	Klasifikasi Aspal Keras .....	11
Tabel 2.4	Klasifikasi Aspal Keras Berdasarkan Viskositas.....	14
Tabel 2.5	Klasifikasi Aspal Keras Berdasarkan RTFOT .....	15
Tabel 2.6	Klasifikasi Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi.....	15
Tabel 2.7	Komposisi Agregat Kasar .....	21
Tabel 2.8	Ketentuan Agregat Kasar.....	21
Tabel 2.9	Komposisi Agregat Halus .....	22
Tabel 2.10	Ketentuan Agregat Halus.....	22
Tabel 2.11	Komposisi Agregat Halus (ASSHTO 29-70) .....	22
Tabel 2.12	Persyaratan Agregat Kasar .....	23
Tabel 2.13	Gradasi Filler .....	24
Tabel 2.14	Pengurangan Polutan Pada Aspal Porus .....	29
Tabel 2.15	Gradasi Agregat Aspal Porus.....	30
Tabel 2.16	Gradasi Aspal Porus Standart California .....	31
Tabel 2.17	Gradasi Aspal Porus Standart Australia .....	32
Tabel 2.18	Gradasi Aspal Porus Standart British .....	34
Tabel 2.19	Tabel Kecepatan Infiltrasi Pada Beberapa Material Perkerasan Jalan .....	39
Tabel 2.20	Ketentuan Sifat Campuran Laston.....	41
Tabel 3.1	Jumlah Benda Uji dengan Variasi Kadar Aspal dan Kadar Lateks pada Campuran Aspal Porus .....	54
Tabel 3.2	Pembuatan Benda Uji untuk Tes Marshall Immersion.....	55
Tabel 3.3	Rancangan Gradasi Aspal Porus Standart British .....	61
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70.....	66
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	67
Tabel 4.3	Komposisi Agregat Kasar.....	67
Tabel 4.4	Gradasi Agrpas Standart British.....	68

Tabel 4.5	Standarisasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar Standar Bina Marga Untuk Agregat Pada Campuran Aspal Beton Panas .....	68
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus.....	68
Tabel 4.7	Komposisi Agregat Halus. $v$ .....	69
Tabel 4.8	Gradasi Agregat Standart British.....	69
Tabel 4.9	Standarisasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus Standar Bina Marga untuk Agregat pada Campuran Aspal Beton Panas. ....	69
Tabel 4.10	Rancangan Pembuatan Benda Uji.....	70
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Permeabilitas .....	70
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Stabilitas.....	72
Tabel 4.13	Hasil Pengolahan Data untuk Karakteristik Marshall.....	73
Tabel 4.14	Rekap Hasil Nilai Karakteristik Marshall Pada KAO 5,73% .....	78
Tabel 4.15	Jumlah Benda Uji dengan Variasi Kadar Lateks pada Campuran Aspal Porus .....	79
Tabel 4.16	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Stabilitas .....	80
Tabel 4.17	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Flow.....	80
Tabel 4.18	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall VIM.....	81
Tabel 4.19	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall MQ.....	81
Tabel 4.20	Hasil Pengujian Permeabilitas .....	82
Tabel 4.21	Tabel Check List Pengujian Karakteristik Marshall.....	83
Tabel 4.22	Rekap Hasil Nilai Karakteristik Marshall pada KAO 4,4% .....	87
Tabel 4.23	Hasil Rekap Perhitungan Evaluasi Karakteristik Marshall pada masing masing Standart Berdasarkan Variasi Kadar Lateks .....	88
Tabel 4.24	Hasil Rekap Perhitungan KAO per Kadar pada Evaluasi Karakteristik Marshall Terhadap Masing-masing Standart Berdasarkan Variasi Kadar Lateks.....	88
Tabel 4.25	Rancangan Percobaan Pembuatan Benda Uji KAO per Kadar .....	89
Tabel 4.26	Rekap Hasil Karakteristik Marshall pada KAO 4,55% .....	92
Tabel 4.27	Rekap Hasil Karakteristik Marshall pada KAO 3,28% .....	95
Tabel 4.28	Rangkaian Percobaan Pembuatan Benda Uji untuk Pengujian Marshall Immersion.....	96
Tabel 4.29	Rekap Hasil Nilai Karakteristik Marshall pada KAO 4,5% .....	100
Tabel 4.30	Perbandingan Pengujian Marshall Standart dengan Pengujian Marshall Immersion Pada Variasi Kadar Aspal Optimum .....	101

Tabel 4.31	Nilai Karakteristik Marshall Sesuai Standart yang Diisyaratkan .....	103
Tabel 4.32	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum Stabilitas .....	105
Tabel 4.33	Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall Dengan Metode Iterasi .....	105
Tabel 4.34	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum VIM.....	107
Tabel 4.35	Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall VIM Dengan Metode Iterasi...	107
Tabel 4.36	Hasil Iterasi Grafik 3D Flow .....	109
Tabel 4.37	Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall Flow Dengan Metode Iterasi ..	109
Tabel 4.38	Hasil Iterasi Grafik 3D Optimum MQ.....	111
Tabel 4.39	Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall MQ Dengan Metode Iterasi....	112
Tabel 4.40	Rekap Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall Dengan Metode Iterasi	112
Tabel 4.41	Rekap Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall Dengan Metode Iterasi (Pembanding 1).....	113
Tabel 4.42	Nilai Perhitungan Karakteristik Marshall Dengan Metode Grafik 3D (Pembanding 2) .....	113
Tabel 4.43	Hasil Pengujian Permeabilitas Debit dengan Variasi Zat Additif .....	118
Tabel 4.44	Penotasian dan Jumlah Perlakuan dalam Uji ANOVA .....	119
Tabel 4.45	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) Terhadap Stabilitas Berdasarkan Respon Variabel .....	120
Tabel 4.46	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) Terhadap MQ Berdasarkan Respon Variabel .....	122
Tabel 4.47	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) Terhadap Flow Berdasarkan Respon Variabel .....	123
Tabel 4.46	Tabel Analisis Ragam (ANOVA) Terhadap VIM Berdasarkan Respon Variabel .....	124

vii  
DAFTAR GAMBAR

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Asbuton .....	10
Gambar 2.2	Contoh Grafik Hubungan Viskositas dan Temperatur .....	13
Gambar 2.3	Hubungan Perubahan Viskositas Aspal dengan Sifat Durabilitas .....	17
Gambar 2.4	Perubahan Penetrasi Akibat Temperatur .....	18
Gambar 2.5	Perubahan Viskositas Aspal Akibat Temperatur .....	18
Gambar 2.6	Bentuk dan Tekstur Agregat .....	24
Gambar 2.7	Keuntungan Aspal Porus Dibanding Perkerasan Konvensional .....	29
Gambar 2.8	Spesifikasi Gradasi Aspal Porus Standart California.....	31
Gambar 2.9	Bentuk Struktural Aspal Porus.....	32
Gambar 2.10	Spesifikasi Gradasi Aspal Porus Standart Australia untuk Ukuran Maksimum 10 mm.....	33
Gambar 2.11	Spesifikasi Gradasi Aspal Porus Standart Australia untuk Ukuran Maksimum 14 mm.....	34
Gambar 2.12	Spesifikasi Gradasi Agregat Aspal Porus Menggunakan Standart British	35
Gambar 2.13	Spesifikasi Gradasi Agregat Aspal Porus Berdasarkan Standart California, Australia dan British.....	35
Gambar 2.14	Konstruksi Aspal Porus Pada Lapangan Parkir di Hackessin Delaware ..	36
Gambar 2.15	Konstruksi Aspal Porus Pada Jalan Perumahan di Macon Georgia.....	36
Gambar 2.16	Konstruksi Aspal Porus Pada Lapangan Parkir di Roswell Georgia .....	37
Gambar 2.17	Konsep Ikatan Antar Butiran Agregat Pada Campuran Aspal.....	37
Gambar 2.18	Foto Alat Pengujian Marshall .....	47
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	51
Gambar 3.2	Foto Automatic Asphalt Compactor .....	58
Gambar 3.3	Foto <i>Alat Uji Marshall</i> .....	59
Gambar 3.4	Foto Bak Perendaman ( <i>Water Bath</i> ) .....	59
Gambar 3.5	Spesifikasi Gradasi Agregat Aspal Porus Menggunakan Standart British	62



Gambar 3.6	Skema Percobaan <i>Falling Head</i> .....	64
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Aspal Terhadap VIM Pada Kadar Lateks 0% .....	75
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Aspal Terhadap VMA Pada Kadar Lateks 0% .....	76
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Aspal Terhadap Stabilitas Pada Kadar Lateks 0% .....	76
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Aspal Terhadap Flow Pada Kadar Lateks 0% .....	76
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Aspal Terhadap MQ Pada Kadar Lateks 0% .....	77
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Aspal Terhadap Permeabilitas Pada Kadar Lateks 0% .....	77
Gambar 4.7	Gambar Grafik Pita Campuran Aspal Porus Standart British.....	78
Gambar 4.8	Grafik Hubungan VIM dan Kadar Aspal Pada Kadar Lateks 2% .....	84
Gambar 4.9	Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal Pada Kadar Lateks 2% .....	84
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal Pada Kadar Lateks 2% .....	85
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Flow dan Kadar Aspal Pada Kadar Lateks 2% .....	85
Gambar 4.12	Grafik Hubungan MQ dan Kadar Aspal Pada Kadar Lateks 2% .....	85
Gambar 4.13	Grafik Pita Campuran Aspal Porus Standart British dengan Campuran Lateks 2% .....	86
Gambar 4.14	Grafik Hubungan VIM dan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks.....	89
Gambar 4.15	Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks.....	90
Gambar 4.16	Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks.....	90
Gambar 4.17	Grafik Hubungan Flow dan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks.....	90
Gambar 4.18	Grafik Hubungan MQ dan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks.....	91
Gambar 4.19	Grafik Hubungan Permeabilitas dan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks.....	91
Gambar 4.20	Penentuan KAO dengan Menggunakan Grafik Pita .....	91
Gambar 4.21	Grafik Hubungan VIM dan Kadar Lateks Pada Kadar Aspal 4% .....	93
Gambar 4.22	Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Lateks Pada Kadar Aspal 4% .....	93
Gambar 4.23	Grafik Hubungan MQ dan Kadar Lateks Pada Kadar Aspal 4% .....	93
Gambar 4.24	Grafik Hubungan Flow dan Kadar Lateks Pada Kadar Aspal 4% .....	94
Gambar 4.25	Grafik Pita Pada Kadar Aspal 4% .....	94

Gambar 4.26 Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks dengan Pengujian Marshall Immersion .....	97
Gambar 4.27 Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks dengan Pengujian Marshall Immersion.....	97
Gambar 4.28 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks dengan Pengujian Marshall Immersion.....	98
Gambar 4.29 Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks dengan Pengujian Marshall Immersion .....	98
Gambar 4.30 Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks dengan Pengujian Marshall Immersion .....	98
Gambar 4.31 Grafik Hubungan Permeabilitas dengan Kadar Aspal Optimum Pada Variasi Kadar Lateks dengan Pengujian Marshall Immersion .....	99
Gambar 4.32 Grafik Pita Penentuan KAO dengan Variasi Kadar Lateks untuk Pengujian Marshall Immersion.....	99
Gambar 4.33 Grafik 3D untuk Penentuan Stabilitas Optimum .....	104
Gambar 4.34 Grafik 3D untuk Penentuan VIM Optimum .....	106
Gambar 4.35 Grafik 3D untuk Penentuan Flow Optimum.....	108
Gambar 4.36 Grafik 3D untuk Penentuan MQ Optimum.....	114
Gambar 4.37 Grafik 3D Penentuan Stabilitas Optimum .....	115
Gambar 4.38 Grafik 3D Penentuan Kadar Lateks optimum yang Memenuhi Standart	105

## DAFTAR LAMPIRAN

x

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
	Lampiran 1 Pemeriksaan Aspal .....	135
	Lampiran 2 Data Benda Uji dan Pembacaan Marshall.....	138
	Lampiran 3 Pengujian Marshall (Stabilitas, Flow, MQ, VIM dan VMA).....	142
	Lampiran 4 Grafik Pengaruh Variasi Kadar Aspal dan Kadar Lateks.....	160
	Lampiran 5 Grafik Pita dan Rekap Hasil Pengujian Marshall Pada KAO .....	173
	Lampiran 6 Grafik 3D Hasil Karakteristik Marshall .....	180