

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Pernyataan .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Prakata .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Lampiran .....	xiv
Daftar Notasi dan Singkatan .....	xvi
Intisari .....	xix
Abstract .....	xx
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
1. Perumusan masalah .....	1
2. Keaslian penelitian .....	2
3. Manfaat penelitian .....	4
B. Lingkup Penelitian .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i> .....	6
B. Bahan Susun Campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i> .....	7
1. Aspal .....	7
2. Agregat .....	19
3. Bahan Pengisi ( <i>filler</i> ) .....	22
C. Durabilitas (Daya Tahan Lama) .....	23

D. Penuaan Campuran Aspal .....	24
E. Desaiian Campuran Metode Marshall .....	27
<b>III. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>28</b>
A. Proses Penuaan ( <i>Ageing</i> ) .....	28
1. <i>Short-Term Oven Ageing</i> (STOA) .....	28
2. <i>Long-Term Oven Ageing</i> (LTOA) .....	28
B. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Campuran .....	29
C. Parameter Pengujian Marshall .....	29
1. Karakteristik Marshall .....	30
2. <i>Volumetric Properties</i> .....	32
3. Pengujian Berat Jenis Agregat .....	36
D. <i>Immersion Test</i> .....	38
E. <i>Cantabro Test</i> .....	40
<b>IV. HIPOTESIS .....</b>	<b>42</b>
<b>V. CARA PENELITIAN .....</b>	<b>43</b>
A. Bahan Penelitian .....	43
1. Jenis dan sumber bahan .....	43
2. Pengujian bahan .....	43
3. Gradasi agregat .....	44
B. Peralatan Penelitian .....	45
1. Alat uji pemeriksaan agregat .....	45
2. Alat uji pemeriksaan aspal .....	46
3. Peralatan pembuatan benda uji Marshall .....	46
4. Peralatan uji <i>Marshall</i> .....	46
C. Lokasi Penelitian .....	48
D. Proses Kerja Penelitian .....	48
1. Tahap persiapan .....	50
2. Tahap pemeriksaan bahan .....	50

3. Tahap perancangan benda uji .....	50
a. Rancangan benda uji .....	50
b. Pembuatan benda uji .....	51
1. Benda uji Kontrol ( Kadar Aspal Optimum) .....	51
2. Benda uji STOA ( <i>Short Term Oven Ageing</i> ) .....	51
3. Benda uji LTOA ( <i>Long Term Oven Ageing</i> ) .....	53
4. Pengujian benda Uji .....	54
a. Pengujian Marshall .....	54
b. Pengujian <i>Immersion</i> .....	55
c. Pengujian Cantabro .....	56
E. Analisis hasil penelitian .....	57
<b>VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>59</b>
A. Hasil Penelitian .....	59
1. Data Sekunder .....	59
a. Hasil Pengujian Bahan .....	60
b. Hasil Pengujian Marshall untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum .....	60
c. Hasil Pengujian pada Kadar Aspal Optimum .....	61
1. <i>Marshall Properties</i> .....	61
2. Pengaruh Durabilitas ( <i>Immersion</i> ) .....	61
3. Pengujian Cantabro .....	62
2. Data Primer .....	63
a. Hasil Pengujian Marshall .....	63
b. Hasil Pengujian Durabilitas ( <i>Immersion</i> ) .....	64
c. Hasil Pengujian Cantabro .....	65
B. Pembahasan .....	68
1. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Proses Penuaan ( <i>ageing</i> ) pada Sifat-sifat Campuran .....	68
2. Pengaruh Air terhadap Penambahan Aspal setelah mengalami Proses <i>Ageing</i> .....	80

3. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Pengujian	
Abrasi .....	88
4. Rangkuman Pembahasan Pengaruh Penambahan Aspal	
terhadap Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> .....	92
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	95
A. Kesimpulan .....	95
B. Saran.....	96

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai Stabilitas dan Kelelehan untuk Campuran HRA.....	7
Tabel 2.2.	Pesyaratan Aspal Keras Pen 60/70.....	19
Tabel 2.3.	Komposisi Agregat Campuran HRA Type 35/14.....	22
Tabel 5.1.	Jenis Pengujian Bahan.....	44
Tabel 5.2.	Gradasi Agregat Bahan susun HRA Type C 35/14.....	45
Tabel 5.3.	Rancangan Benda Uji.....	50
Tabel 6.1.	Hasil Pengujian Bahan.....	60
Tabel 6.2.	Hasil Pengujian <i>Marshall Properties</i> kondisi <i>STOA</i> dan <i>LTOA</i> .....	61
Tabel 6.3.	Hasil Pengujian <i>Immersion</i> .....	62
Tabel 6.4.	Hasil pengujian pengujian <i>Cantabro</i> .....	63
Tabel 6.5.	Hasil Pengujian Marshall pada kondisi <i>STOA</i> dan <i>LTOA</i> .....	64
Tabel 6.6.	Hasil Pengujian <i>Immersion</i> .....	65
Tabel 6.7.	Hasil Pengujian Cantabro dengan Penambahan Aspal 0,25 % dari KAO (sebesar 6,54 %) untuk Benda Uji <i>STOA</i> dan <i>LTOA</i> .....	66
Tabel 6.8.	Hasil Pengujian Cantabro dengan Penambahan Aspal 0,50 % dari KAO (sebesar 6,54 %) untuk Benda Uji <i>STOA</i> dan <i>LTOA</i> .....	67
Tabel 6.9.	Hasil Pengujian Cantabro dengan Penambahan Aspal 1,00 % dari KAO (sebesar 6,54 %) untuk Benda Uji <i>STOA</i> dan <i>LTOA</i> .....	67
Tabel 6.10.	Matrik Peningkatan dan Penurunan Kualitas <i>STOA</i> dan <i>LTOA</i> akibat Penambahan Aspal .....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Penuaan pada Aspal selama Masa Pencampuran, Penghamparan serta Masa Pelayan (Whiteoak, 1990) .....	25
Gambar 3.1.	Repsentasi Volume Campuran Agregat Aspal dalam Kondisi Padat .....	36
Gambar 5.1.	Gradasi Bahan Susun Campuran HRA Type C 35/14 .....	45
Gambar 5.2.	Alat Uji <i>Marshall</i> .....	47
Gambar 5.3.	Bak Perendaman ( <i>Water Bath</i> ).....	47
Gambar 5.4.	Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian.....	49
Gambar 5.5.	Alat Oven untuk Proses Penuaan STOA dan LTOA.....	53
Gambar 5.6.	Alat <i>Vacuuming</i> .....	56
Gambar 5.7.	Mesin Los Angeles Uji Cantabro.....	57
Gambar 6.1.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai <i>Density</i> .....	69
Gambar 6.2.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai <i>VMA</i> .....	71
Gambar 6.3.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai <i>VFWA</i> .....	73
Gambar 6.4.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai <i>VITM</i> .....	75
Gambar 6.5.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai Stabilitas.....	76
Gambar 6.6.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai <i>Flow</i> .....	78
Gambar 6.7.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i> .....	79
Gambar 6.8.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai Stabilitas – Immersion pada Kondisi STOA.....	81
Gambar 6.9.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai Stabilitas Sisa pada Kondisi STOA.....	81
Gambar 6.10.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai Stabilitas – Immersion pada Kondisi LTOA.....	83
Gambar 6.11.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Nilai Stabilitas Sisa pada Kondisi LTOA.....	83
Gambar 6.12.	Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Kelelehan ( <i>flow</i> ) – Immersion pada Kondisi STOA.....	84

Gambar 6.13. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Kelelahan ( <i>flow</i> ) – <i>Immersion</i> pada Kondisi LTOA.....	85
Gambar 6.14. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap MQ – <i>Immersion</i> pada Kondisi STOA.....	87
Gambar 6.15. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap MQ – <i>Immersion</i> pada Kondisi LTOA.....	88
Gambar 6.16. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Massa yang Hilang ( <i>Cantabro</i> ) pada Kondisi STOA.....	89
Gambar 6.17. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Massa yang Hilang ( <i>Cantabro</i> ) pada Kondisi STOA.....	90
Gambar 6.18. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Massa yang Hilang ( <i>Cantabro</i> ) pada Kondisi LTOA.....	91
Gambar 6.19. Pengaruh Penambahan Aspal terhadap Massa yang Hilang ( <i>Cantabro</i> ) pada Kondisi LTOA.....	91

## DAFTAR LAMPIRAN

### **Lampiran A : Daftar Angka Koreksi**

Lampiran A - 1 : Kalibrasi Proving Ring Kapasitas 9800 lbs

Lampiran A - 2 : Daftar Angka Koreksi Stabilitas

### **Lampiran B : Data Sekunder**

Lampiran B - 1 : Resume Hasil Pemeriksaan Fisik Bahan

Lampiran B - 2 : Pemeriksaan Penetrasi, Titik Lembek dan Titik Nyala

Lampiran B - 3 : Pemeriksaan Daktalitas, Kehilangan Berat dan Kelarutan dalam CCL<sub>4</sub> (*Solubility*)

Lampiran B - 4 : Pemeriksaan Penetrasi setelah Kehilangan Berat, Berat Jenis Aspal dan Keausan Agregat (Abrasi).

Lampiran B - 5 : Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal, Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar dan Halus

Lampiran B - 6 : Pemeriksaan Berat Jenis Abu Batu, *Sand Equivalent* dan Keawetan (*Soundness Test*)

Lampiran B - 7 : Rancangan Bahan Susun Campuran HRA dengan Kadar Aspal 6,0 %, 6,5 % dan 7,0 % untuk mencari KAO

Lampiran B - 8 : Rancangan Bahan Susun Campuran HRA dengan Kadar Aspal 7,5 % dan 8,5 % untuk mencari KAO serta 6,54 % dengan KAO

Lampiran B - 9 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall dengan Variasi Kadar Aspal untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum

Lampiran B - 10 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji STOA dan LTOA dengan Kadar Aspal Optimum

Lampiran B - 11 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji STOA dan LTOA dengan Kadar Aspal Optimum

**Lampiran C : Rancang Bahan Susun dengan Penambahan Aspal**

Lampiran C - 1 : Rancangan Bahan Susun Campuran (HRA) Type C untuk Benda Uji dengan Penambahan Aspal 0,25 %

Lampiran C - 2 : Rancangan Bahan Susun Campuran (HRA) Type C untuk Benda Uji dengan Penambahan Aspal 0,50 %

Lampiran C - 3 : Rancangan Bahan Susun Campuran (HRA) Type C untuk Benda Uji dengan Penambahan Aspal 1,00 %

**Lampiran D : Hasil Pengujian Marshall, Durabilitas dengan Penambahan Aspal**

Lampiran D - 1 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji STOA dengan Kadar Aspal 6,79 % terhadap Total Campuran

Lampiran D - 2 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji STOA dengan Kadar Aspal 7,04 % terhadap Total Campuran

Lampiran D - 3 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji STOA dengan Kadar Aspal 7,54 % terhadap Total Campuran

Lampiran D - 4 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji LTOA dengan Kadar Aspal Optimum 6,79 % terhadap Total Campuran

Lampiran D - 5 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji LTOA dengan Kadar Aspal Optimum 7,04 % terhadap Total Campuran

Lampiran D - 6 : Sifat Campuran Agregat Aspal – Metode Marshall Benda Uji LTOA dengan Kadar Aspal Optimum 7,54 % terhadap Total Campuran

**Lampiran E : Hasil Pengujian Cantabro dengan Penambahan Aspal**

Lampiran E - 1 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji STOA dengan Los Angeles Machine pada Kadar Aspal 6,79 %

- Lampiran E - 2 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji STOA dengan Los Angeles Machine pada Kadar Aspal 7,04 %
- Lampiran E - 3 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji STOA dengan Los Angeles Machine pada Kadar Aspal 7,54 %
- Lampiran E - 4 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji LTOA dengan Los Angeles Machine pada Kadar Aspal 6,79 %
- Lampiran E - 5 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji LTOA dengan Los Angeles Machine pada Kadar Aspal 7,04 %
- Lampiran E - 6 : Perhitungan Cantabro Test Benda Uji LTOA dengan Los Angeles Machine pada Kadar Aspal 7,54 %

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation
ASTM	American Society for Testing and Material
BU	Benda Uji
BSI	British Standard Institute
C	Coarse
CAD	Compacted Aggregate Density
cc	Centimeter cubik
CCl <sub>4</sub>	Carbon Tetaclorida
cm	Centimeter
D	Diameter
F	Fine
FT UGM	Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
Gb	Berat jenis aspal
Gmb	Berat jenis bulk campuran padat
Gmm	Berat jenis maksimum teoritis campuran
gr	Gram
Gse	Berat jenis efektif agregat
H	Hydrogen
HRA	Hot Rolled Asphalt
JTS	Jurusan Teknik Sipil
KAO	Kadar Aspal Optimum
kg	Kilogram
lb	Pound
LTOA	Long Term Oven Ageing
m	Meter
max	Maksimum
min	Minimum
mm	Milimeter
MS	Manual Series

MSTT	Magister Teknik Sistem Transportasi
MQ	Marshall Quotient
PA	Pemeriksaan aspal (metode Bina Marga)
PB	Pemeriksaan batuan (metode Bina Marga)
Pb	Kandungan aspal, % dari berat total campuran
Pba	Aspal yang diserap, % dari berat agregat
Pbe	kandungan aspal efektif, % dari berat total campuran
PC	Portland Cement
Ps	kandungan agregat, % dari berat campuran
SHRP	Strategic Highway Research Program
SNI	Satandar Nasional Indonesia
STOA	Short Term Oven Ageing
SSD	Saturated Surface Dry
Va	Volume of air voids
Vb	Volume of Asphalt
Vba	Volume of absorbed asphalt
VFWA	Voids Filled with Asphalt
VITM	Voids In The Mix
VMA	Voids In Mineral Aggregate
Vmb	Bulk volume of Compacted Mix
Vmm	Voidless Volume of Paving Mix
Vsb	Volume of Mineral aggregate (by bulk specific gravity)
Vsc	Volume of Mineral Aggregate (by effective specific gravity)
° C	Derajat Celcius
%	Prosentase