

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>v</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Penelitian .....	2
1.4 Lokasi Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Self Healing Material</i> .....	5
2.1.1 <i>Induction Heating</i> .....	5
2.1.2 <i>Nanoparticles</i> .....	6
2.1.3 <i>Binder Healing Agents</i> .....	7
2.2 Agregat.....	9
2.2.1 Asal Agregat .....	10
2.2.2 Agregat Campuran Perkerasan .....	11

2.2.3 Gradasi Agregat .....	12
2.2.4 Agregat Kasar .....	13
2.2.5 Agregat Halus .....	14
2.2.4 Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	14
2.3 Bahan Bitumen .....	17
2.3.1 Aspal Alam .....	18
2.4 Mikrokapsul .....	19
2.4.1 Bahan Mikrokapsul.....	19
2.5 Pengujian Marshall.....	22
2.5.1 Persentase Rongga Dalam Campuran (VIM).....	23
2.5.2 Persentase Rongga Dalam Agregat (VMA).....	24
2.5.3 Persentase Rongga Terisi Aspal (VFA).....	26
2.5.4 Ketahanan (Stabilitas).....	27
2.5.5 Kelelehan ( <i>Flow</i> ) .....	27
2.5.6 Marshall Quotient (MQ) .....	28
2.5.7 Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	28
2.6 Pengujian Ekstraksi .....	29
2.6.1 Metode <i>Socket</i> .....	29
2.6.2 Metode Sentrifugal .....	30
2.6.3 Metode Analisis Saringan .....	30

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Pembuatan Mikrokapsul .....	31
3.1.1 Bahan .....	31
3.1.2 Alat.....	33
3.1.3 Bagan Alir Pembuatan Mikrokapsul.....	37
3.1.4 Langkah Pembuatan .....	38
3.2 Pembuatan Benda Uji.....	45
3.2.1 Bahan .....	46
3.2.2 Alat.....	49
3.2.3 Bagan Alir Pembuatan Mikrokapsul.....	53

3.2.4 Langkah Pembuatan .....	54
3.3 Pengujian Marshall.....	58
3.3.1 Bahan .....	58
3.3.2 Alat.....	59
3.3.3 Bagan Alir Pengujian Marshall.....	61
3.3.4 Langkah Pengujian.....	62
3.3.5 Analisis Hasil .....	65
3.4 Pengujian Ekstraksi.....	66
3.4.1 Bahan .....	66
3.4.2 Alat.....	68
3.4.3 Bagan Alir Pengujian Ekstraksi .....	70
3.4.4 Langkah Pengujian.....	71
3.4.5 Analisis Hasil .....	73
 <b>BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Analisis Pengujian Marshall .....	74
4.1.1 Perhitungan Hasil Pengujian .....	74
4.1.2 Pembahasan Hasil Pengujian.....	83
4.2 Hasil Analisis & Pembahasan Saringan Uji Ekstraksi.....	84
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	88
5.2 Saran.....	89
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>90</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>91</b>

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2.1	Proses terjadinya pemanasan konduksi terhadap serat baja dalam campuran aspal .....	6
Gambar 2.2	Proses tercampurnya bahan peremaja dalam campuran aspal..	8
Gambar 2.3	Agregat .....	9
Gambar 2.4	Batu apung.....	20
Gambar 2.5	Epoxy.....	20
Gambar 2.6	Biosolar.....	21
Gambar 2.7	Alat uji Marshall.....	22
Gambar 2.8	Ilustrasi VIM .....	24
Gambar 2.9	Ilustrasi VMA.....	25
Gambar 2.10	Ilustrasi VFA .....	26

### BAB III

Gambar 3.1	Batu apung.....	31
Gambar 3.2	Epoxy.....	31
Gambar 3.3	Biosolar.....	32
Gambar 3.4	Semen .....	32
Gambar 3.5	<i>Thinner</i> .....	32
Gambar 3.6	<i>Stone crusher</i> .....	33
Gambar 3.7	Saringan no 12&20.....	33
Gambar 3.8	Oven .....	34
Gambar 3.9	Alat <i>vacuum</i> .....	34
Gambar 3.10	<i>Mixer</i> .....	35
Gambar 3.11	Bola gotri .....	35
Gambar 3.12	Drum besi .....	35
Gambar 3.13	Silinder besi .....	36
Gambar 3.14	<i>Sieve shaker</i> .....	36
Gambar 3.15	Bagan alir pembuatan mikrokapsul .....	37

Gambar 3.16	Batu apung.....	38
Gambar 3.17	Proses penghancuran batu apung.....	39
Gambar 3.18	Mengayak batu apung.....	39
Gambar 3.19	Memasukan batu apung kedalam oven.....	40
Gambar 3.20	Proses perendaman batu apung .....	40
Gambar 3.21	Proses memvakum batu apung .....	41
Gambar 3.22	Pencampuran <i>resin</i> dan <i>hardener</i> .....	41
Gambar 3.23	Pencampuran batu apung dan epoxy .....	42
Gambar 3.24	Pencampuran semen dengan batu apung-epoxy.....	43
Gambar 3.25	Proses pengetaran menggunakan <i>sieve shaker</i> .....	43
Gambar 3.26	Mengayak campuran semen dengan batu apung-epoxy.....	44
Gambar 3.27	Mikroenkapsul dengan perbandingan yang salah.....	44
Gambar 3.28	Hasil akhir mikroenkapsul .....	45
Gambar 3.29	Cairan aspal .....	47
Gambar 3.30	Agregat kasar.....	47
Gambar 3.31	Agregat halus.....	48
Gambar 3.32	<i>Filler</i> semen.....	48
Gambar 3.33	Cetakan benda uji .....	49
Gambar 3.34	Alat ekstruder .....	49
Gambar 3.35	Alat penumbuk .....	50
Gambar 3.36	Saringan.....	50
Gambar 3.37	Kompor.....	51
Gambar 3.38	Wajan.....	51
Gambar 3.39	Sarung tangan .....	52
Gambar 3.40	Termometer .....	52
Gambar 3.41	Bagan alir pembuatan benda uji .....	53
Gambar 3.42	Gradasi agregat.....	54
Gambar 3.43	Pemanasan cetakan benda uji .....	54
Gambar 3.44	Memanaskan bitumen dan agregat .....	55
Gambar 3.45	Penambahan bitumen dengan agregat di atas neraca .....	55
Gambar 3.46	Memasukan campuran ke dalam cetakan .....	56

Gambar 3.47	Alat penumbuk .....	57
Gambar 3.48	Mengeluarkan benda uji .....	57
Gambar 3.49	Hasil cetakan benda uji.....	58
Gambar 3.50	Benda uji.....	59
Gambar 3.51	Alat Marshall .....	59
Gambar 3.52	<i>Waterbath</i> .....	60
Gambar 3.53	Neraca digital.....	60
Gambar 3.54	Jangka sorong .....	61
Gambar 3.55	Bagan alir pengujian Marshall.....	61
Gambar 3.56	Pengukuran berat kering.....	62
Gambar 3.57	Pengukuran berat basah.....	63
Gambar 3.58	Perendaman benda uji pada <i>waterbath</i> .....	63
Gambar 3.59	Pemasangan benda uji pada alat Marshall.....	64
Gambar 3.60	Benda uji hasil pengujian Marshall .....	66
Gambar 3.61	Bensin premium.....	67
Gambar 3.62	Kertas filter.....	67
Gambar 3.63	Alat ekstraksi .....	68
Gambar 3.64	Oven .....	68
Gambar 3.65	Satu set saringan .....	69
Gambar 3.66	Neraca digital.....	69
Gambar 3.67	Bagan alir pengujian ekstraksi.....	70
Gambar 3.68	Memasukkan benda uji kedalam alat ekstraksi .....	71
Gambar 3.69	Memasang kertas filter .....	71
Gambar 3.70	Menuangkan bensin pada alat ekstraksi .....	72
Gambar 3.71	Perbandingan bensin hasil pencucian benda uji .....	72
Gambar 3.72	Memasukkan agregat hasil ekstraksi ke dalam oven.....	73

## DAFTAR TABEL

### **BAB II**

Tabel 2.1	Gradasi agregat .....	13
-----------	-----------------------	----

### **BAB III**

Tabel 3.1	Tabel batas gradasi agregat .....	46
-----------	-----------------------------------	----

### **BAB IV**

Tabel 4.1	Data pengujian Marshall benda uji mikrokapsul 1:1 .....	74
Tabel 4.2	Data pengujian Marshall benda uji mikrokapsul 2:1 .....	75
Tabel 4.3	Karakteristik Marshall benda uji mikrokapsul 1:1.....	83
Tabel 4.4	Karakteristik Marshall benda uji mikrokapsul 2:1.....	84
Tabel 4.5	Gradasi agregat penelitian.....	85
Tabel 4.6	Berat agregat tertahan saringan no.30 mikrokapsul 1:1.....	85
Tabel 4.7	Berat agregat tertahan saringan no.30 mikrokapsul 2:1.....	86
Tabel 4.8	Persentase berat agregat sesuai batas spek lolos saringan .....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

Foto Benda Uji Mikrokapsul 1:1.....	91
Foto Benda Uji Mikrokapsul 2:1.....	93
Grafik hubungan Pengujian Marshall Benda Uji Mikrokapsul 1:1.....	95
Grafik hubungan Pengujian Marshall Benda Uji Mikrokapsul 2:1.....	98