

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Perkerasan Jalan	6
2.2 Pengaruh Limbah Ban Karet	7
2.3 Pengaruh Kinerja Campuran Aspal Akibat Rendaman Air Laut	8
2.4 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	10
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Perkerasan Jalan	13
3.2 Bahan Penyusun Perkerasan Lentur	16
3.2.1 Aspal/bitumen	16
3.2.2 Agregat	18
3.3 Bahan Tambah (<i>Additive</i>) Limbah Karet	20
3.4 Air Laut	21
3.5 <i>Superpave (Super Performing Asphalt Pavement)</i>	21

3.6	Modifikasi Aspal	23
3.6.1	Aspal Modifikasi	23
3.6.2	Modifikasi Aspal Dengan Limbah Ban Karet	24
3.7	Karakteristik <i>Marshall Test</i>	25
3.7.1	Stabilitas (<i>Stability</i>)	26
3.7.2	Kelelehan (<i>Flow</i>)	27
3.7.3	<i>Marshall Quotient (MQ)</i>	27
3.7.4	<i>VITM (Void in the Total Mix)</i>	28
3.7.5	<i>VFWA (Void Filled With Asphalt)</i>	29
3.7.6	<i>VMA (Void in Mineral Agregate)</i>	30
3.7.8	Kepadatan (<i>Density</i>)	31
3.8	Pengujian <i>Immersion Test (IRS)</i>	32
3.9	Pengujian <i>Indirect Tensile Strength (ITS)</i>	33
3.10	Pengujian Permeabilitas	34
3.11	Pengujian <i>Cantabro Test</i>	35
3.12	Analisis Statistik	35
BAB IV METODE PENELITIAN		37
4.1	Metode Penelitian	37
4.2	Metode Pengambilan Sampel	37
4.3	Metode Pengambilan Data	37
4.4	Langkah-Langkah Penelitian	38
4.4.1	Persiapan dan Pemeriksaan Bahan	38
4.4.2	Persiapan Alat	40
4.4.3	Perencanaan Campuran Penelitian	42
4.4.4	Langkah-Langkah Penelitian	45
4.4.5	Pembuatan Campuran Perkerasan	47
4.4.6	Pengujian <i>Marshall</i> Standar	48
4.4.7	Pengujian Perendaman <i>Marshall (Immersion Test)</i>	49
4.4.8	Pengujian Permeabilitas	49
4.4.9	Pengujian <i>Indirect Tensile Strength (ITS)</i>	49
4.4.10	Pengujian <i>Cantabro</i>	50
4.5	Analisis Data	50

4.6	Bagan Alir Penelitian	51
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		53
5.1	Hasil Penelitian	53
5.1.1	Hasil Pengujian Karakteristik Aspal AC 60/70 dan Aspal Ban Karet	53
5.1.2	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	54
5.1.3	Hasil Pengujian Air Laut	54
5.1.4	Hasil Pengujian Campuran <i>Superpave</i> untuk Menentukan Nilai Kadar Aspal Optimum	55
5.1.5	Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal Optimum	56
5.1.6	Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Kondisi KAO Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut	57
5.1.7	Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> Kondisi KAO Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut	58
5.1.8	Hasil Pengujian Permeabilitas Pada Kondisi KAO Pada Berbagai Variasi Kadar Persentase Ban Karet	59
5.1.9	Hasil Pengujian <i>Indirect Tensile Strength</i> Kondisi KAO Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut	59
5.1.10	Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> pada Kondisi KAO dengan Variasi Persentasi Kadar Ban Karet	60
5.2	Pembahasan	62
5.2.1	Karakteristik Bahan	62
5.2.2	Karakteristik <i>Marshall</i> untuk Mencari Kadar Aspal Optimum	68
5.2.3	Karakteristik <i>Marshall Standard</i> Kondisi KAO dengan Berbagai Varian Kadar Ban Karet dan Durasi Perendaman Air Laut	74
5.2.4	Permeabilitas	84
5.2.5	Karakteristik <i>Marshall Immersion</i> dengan Berbagai Varian Kadar Ban Karet dan Durasi Perendaman Air Laut	85
5.2.6	Karakteristik <i>Indirect Tensile Strength</i> pada Kondisi KAO terhadap Varian Aspal Ban Karet dan Varian Durasi Perendaman Air Laut.	87
5.2.7	Nilai <i>Cantabro</i> Terhadap Varian Kadar Aspal Ban Karet dan Varian Durasi Rendaman.	89

5.2.8 Pembahasan Secara Keseluruhan	90
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	92
6.1 Kesimpulan	92
6.2 Saran	93
PENUTUP	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian ini dengan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3.1	Persyaratan Aspal Keras AC 60/70	18
Tabel 3.2	Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar	20
Tabel 3.3	Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus	20
Tabel 3.4	Spesifikasi Gradasi Campuran <i>Superpave</i>	22
Tabel 3.5	Batas Daerah Larangan Campuran <i>Superpave</i>	22
Tabel 3.6	Persyaratan Aspal Modifikasi	25
Tabel 3.7	Persyaratan Aspal Modifikasi	34
Tabel 4.1	Batas Gradasi Agregat Campuran <i>Superpave</i> Ukuran 19 mm	42
Tabel 4.2	Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5%	43
Tabel 4.3	Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5,5%	43
Tabel 4.4	Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6%	44
Tabel 4.5	Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6,5%	44
Tabel 4.6	Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 7%	44
Tabel 4.7	Jumlah Benda Uji untuk Mencari Kadar Aspal Optimum(KAO)	45
Tabel 4.8	Jumlah Benda Uji untuk Setiap Pengujian KAO	46
Tabel 5.1	Hasil Pengujian AC 60/70	53
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Aspal Ban Karet (Modifikasi) Karet 10%	53
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Agregat Kasar	54
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Agregat Halus	54
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Air Laut	55
Tabel 5.6	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran <i>Superpave</i> dengan Bahan Ikat Aspal 60/70	55
Tabel 5.7	Kebutuhan Jumlah Agregat Campuran dengan Kadar Aspal 6,3%	56
Tabel 5.8	Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Menggunakan Bahan Tambah Limbah Ban Karet Dengan Variasi Durasi Rendaman Air Laut	57
Tabel 5.9	Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Setelah <i>Immersion</i> Menggunakan Bahan Tambah Limbah Ban Karet	58
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Permeabilitas Pada Berbagai Kadar Ban Karet	59

Tabel 5.11	Hasil Pengujian <i>ITS</i> Pada Berbagai Kadar Ban Karet dan Varian Rendaman Air Laut	60
Tabel 5.12	Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Pada Berbagai Kadar Ban Karet dan Varian Rendaman Air Laut	60
Tabel 5.13	Hasil Rekapitulasi Data Uji Statistika t-test untuk Pengujian Sifat Fisik Aspal Pen 60/70 Dengan Aspal Karet 10%	61
Tabel 5.14	Hasil Rekapitulasi Data Uji Statistika <i>Anova</i> untuk Pengaruh Rendaman Air Laut terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	61
Tabel 5.15	Hasil Rekapitulasi Data Uji Statistika <i>Anova</i> untuk Pengaruh Rendaman Air Laut terhadap <i>IRS</i> , <i>ITS</i> dan <i>Cantabro</i>	61
Tabel 5.16	Hasil Rekapitulasi Data Uji Statistika <i>Anova</i> untuk Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Bahan Tambah Serbuk Ban Karet	62
Tabel 5.17	Hasil Rekapitulasi Data Uji Statistika <i>Anova</i> terhadap <i>IRS</i> , <i>ITS</i> , Permeabilitas dan <i>Cantabro</i> dengan Bahan Tambah Serbuk Ban Karet	62
Tabel 5.18	Indeks Penetrasi Aspal Pen 60/70 dan Aspal Karet 10%	65
Tabel 5.19	Rangkuman Hasil Penelitian.	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Penyebaran Beban Roda Melalui Lapis Perkerasan Jalan	14
Gambar 3.2	Spesifikasi Titik Kontrol dan Daerah Larangan Gradasi <i>Superpave</i> untuk Gradasi Agregat Ukuran 19 mm	23
Gambar 3.3	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>Stability</i>	26
Gambar 3.4	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>Flow</i>	27
Gambar 3.5	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>MQ</i>	28
Gambar 3.6	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>VITM</i>	29
Gambar 3.7	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>VFWA</i>	30
Gambar 3.8	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>VMA</i>	31
Gambar 3.9	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>Density</i>	32
Gambar 4.1	Grafik Rencana Gradasi Agregat <i>Superpave</i> Ukuran 19 mm	42
Gambar 4.2	Bagan Alir Proses Peneliti	52
Gambar 5.1	Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran <i>Superpave</i> dengan Bahan Ikat Pen 60/70	56
Gambar 5.2	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai Stabilitas	68
Gambar 5.3	Grafik Hubungan antar Kadar Aspal dan Nilai <i>Flow</i>	69
Gambar 5.4	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>Marshall Quotient</i>	70
Gambar 5.5	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>VITM</i>	71
Gambar 5.6	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>VFWA</i>	72
Gambar 5.7	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>VMA</i>	73
Gambar 5.8	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai <i>Density</i>	73
Gambar 5.9	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Stabilitas Kondisi KAO	74
Gambar 5.10	Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman Air Laut dan Nilai Stabilitas Kondisi KAO	75
Gambar 5.11	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>Flow</i> Kondisi KAO	76

Gambar 5.12	Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman Air Laut dan Nilai <i>Flow</i> Kondisi KAO	77
Gambar 5.13.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>Marshall Quotient</i> Kondisi KAO	78
Gambar 5.14.	Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman Air Laut dan Nilai <i>Marshall Quotient</i> Kondisi KAO	79
Gambar 5.15.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>VITM</i> Kondisi KAO	80
Gambar 5.16.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>VFWA</i> Kondisi KAO	81
Gambar 5.17.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>VMA</i> Kondisi KAO	82
Gambar 5.18.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>Density</i> Kondisi KAO	83
Gambar 5.19.	Grafik Hubungan antara Campuran Berbahan Ikat Aspal Karet dengan Koefisien Permeabilitas	84
Gambar 5.20.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Stabilitas <i>Marshall Standard</i> an <i>Marshall 24 JAM</i> Campuran <i>Superpave</i> yang Menggunakan Aspal Berbahan Tambah Ban Karet	85
Gambar 5.21.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>Index of Retained</i> Kondisi KAO	86
Gambar 5.22.	Grafik Hubungan antara Lama Rendaman dan Nilai <i>Index of Retained</i> Kondisi KAO	86
Gambar 5.23.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>ITS</i> pada Aspal Berbahan Kondisi KAO	87
Gambar 5.24.	Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman dan Nilai <i>ITS</i> Kondisi KAO	88
Gambar 5.25.	Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai <i>Cantabro</i> Kondisi KAO	89
Gambar 5.26.	Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman dan Nilai <i>Cantabro</i> Kondisi KAO	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemeriksaan Penetrasi Aspal	101
Lampiran 2. Pemeriksaan Penetrasi Aspal Modifikasi	102
Lampiran 3. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	103
Lampiran 4. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Modifikasi	104
Lampiran 5. Pemeriksaan Daktilitas	105
Lampiran 6. Pemeriksaan Daktilitas Modifikasi	106
Lampiran 7. Pemeriksaan Titik Nyala & Titik Bakar Aspal	107
Lampiran 8. Pemeriksaan Titik Nyala & Titik Bakar Aspal Modifikasi	118
Lampiran 9. Pemeriksaan Kelarutan Aspal Dalam CCL4	109
Lampiran 10. Pemeriksaan Kelarutan Aspal Dalam CCL4 Modifikasi	110
Lampiran 11. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	111
Lampiran 12. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Modifikasi	112
Lampiran 13. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	113
Lampiran 14. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	114
Lampiran 15. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	115
Lampiran 16. Pemeriksaan Keausan Agregat	116
Lampiran 17. Tabel Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dalam Mencari KAO Campuran Beraspal Pen 60/70	117
Lampiran 18. Grafik Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Beraspal Pen 60/70	118
Lampiran 19. Tabel Hasil Pengujian <i>Marshall Standar</i> Kondisi KAO Campuran Modifikasi Aspal Ban Karet	119
Lampiran 20. Grafik Hasil Pengujian <i>Marshall Standar</i> Kondisi KAO Campuran Modifikasi Aspal Ban Karet	121
Lampiran 21. Grafik Hasil Perbandingan Pengujian <i>Marshall Standar</i> Kondisi KAO dengan Durasi Rendaman	122
Lampiran 22. Grafik Hasil Perbandingan Pengujian <i>Marshall Standar</i> Kondisi KAO dengan Kadar Ban Karet	123

Lampiran 23. Tabel Hasil Pengujian <i>Marshall 24 Jam</i> Kondisi KAO Campuran Modifikasi Aspal Ban Karet	124
Lampiran 24. Grafik Hasil Pengujian <i>Marshall 24 Jam</i> Kondisi KAO Campuran Modifikasi Aspal Ban Karet	126
Lampiran 25. Tabel Hasil Pengujian <i>Indirect Tensile Strength</i> Campuran Modifikasi Aspal Ban Karet	127
Lampiran 26. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Campuran Apal Modifikasi	128
Lampiran 27. Hasil Pengujian Permeabilitas Campuran Apal Modifikasi	129
Lampiran 28. Tabel Konstanta A0 <i>ITS</i>	130
Lampiran 29. Hasil Analisis Kadar Aspal Modifikasi dengan Bahan Tambah Ban Karet 10% dengan <i>Anova</i>	131
Lampiran 30. Hasil Analisis pada Kadar Penambahan Ban Karet <i>Anova</i>	132
Lampiran 31. Hasil Analisis Akibat Rendaman Air Laut <i>Anova</i>	133
Lampiran 32. Gambar Alat Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	134
Lampiran 33. Gambar Alat Pemeriksaan Penetrasi Aspal	135
Lampiran 34. Gambar Alat Pemeriksaan Daktilitas Aspal	136
Lampiran 35. Gambar Alat Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	137
Lampiran 36. Gambar Alat Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam TCE	138
Lampiran 37. Gambar Alat Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	139
Lampiran 38. Gambar Alat Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	140
Lampiran 39. Gambar Alat Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	141
Lampiran 40. Gambar Alat Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal	142
Lampiran 41. Gambar Alat Pemeriksaan Keausan Agregat	143
Lampiran 42. Gambar Alat Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	144
Lampiran 43. Gambar Alat Analisis Saringan	145
Lampiran 44. Gambar Alat Pembuatan Sampel	146
Lampiran 45. Gambar Alat Pengujian <i>Marshall</i> dan <i>Immersion</i>	147
Lampiran 46. Gambar Alat Pengujian <i>ITS</i>	148
Lampiran 47. Gambar Alat Pengujian Permeabilitas	149
Lampiran 48. Gambar Bahan Tambah dan Air Laut	150
Lampiran 49. Gambar Benda Uji Penelitian	151

Lampiran 50. Hasil Pengujian Air Laut	152
Lampiran 51. Hasil Uji Labortorium Permeabilitas di UGM	153
Lampiran 52. Surat Selesai Laboratorium Trasportasi FTSP UII	154

DAFTAR NOTASI SINGKATAN

- a = Persentase aspal terhadap batuan (%)
- b = Persentase aspal terhadap campuran (%)
- c = Berat kering sebelum direndam (gr)
- d = Berat benda uji jenuh SSD (gr)
- e = Berat benda uji didalam air (gr)
- f = Volume benda uji (cc)
- g = Berat isi sampel (gr/cc)
- h = Berat jenis maksimum teoritis campuran
- i = Persen aspal terhadap campuran dikalikan berat jenis benda uji dibagi berat jenis aspal (%)
- j = Persentase hasil pengurangan 100 dengan persentase aspal terhadap campuran dikalikan berat jenis isi benda uji dibagi berat jenis agregat (%)
- k = Jumlah kandungan rongga (%)
- l = Rongga terhadap agregat (*VMA*) (%)
- m = Rongga terhadap isi aspal (*VFWA*) (%)
- n = Rongga dalam campuran (*VITM*) (%)
- o = Nilai pembacaan arloji stabilitas
- p = Nilai pembacaan arloji dikalikan dengan kalibrasi proving ring
- q = Angka koreksi
- r = Stabilitas dikalikan dengan angka koreksi (Kg)
- s = *Flow* (mm)
- t = *Marshall Quotien* (Kg/mm)
- P = Beban puncak (Kg)
- H = Tinggi sampel (cm)
- A₀ = Konstanta (tabel A₀ terlampir pada lampiran)
- K = Koefisien permeabilitas (cm/detik)
- V = Volume rembesan (cm³)
- L = Panjang atau tinggi sampel (cm)

- T = Lama waktu rembesan (detik)
P = Tekanan air (kg/cm^2)
A = Luas penampang sampel (cm^2)
L = Persentase kehilangan berat (%)