

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS TERHADAP SIFAT MEKANIS ASPAL MODIFIKASI POLIMER MENGGUNAKAN UJI *SEMI CIRCULAR BENDING*” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Pelita Harapan.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari bulan Agustus 2020 hingga Desember 2020. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk lebih mengenal parameter dari sifat mekanis aspal pada campuran beton aspal (AC-WC), khususnya dalam penggunaan *polymer modified asphalt*.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat bimbingan, dukungan, dan doa dari banyak pihak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan bisa diselesaikan dengan baik dan tepat waktu tanpa kehadiran mereka. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menyertai, menuntun, dan mendukung kehidupan penulis, khususnya pada masa perkuliahan dari awal hingga penulisan skripsi ini selesai.
2. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Teknologi.
3. Ibu Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi.

5. Bapak Sadvent M. Purba, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan dan Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan masukan dan arahan selama penulisan skripsi ini.
7. Bapak Christian Gerald Daniel, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah mengajarkan serta selalu memberikan saran-saran kepada penulis dari awal penulisan skripsi hingga selesai.
8. Bapak Johannes Alexander Gerung selaku Dosen Pembimbing Akademik (2017-2019) dan dosen mata kuliah di bidang hidrologi.
9. Para dosen dan asisten dosen yang selama ini telah sabar mengajar penulis dari awal perkuliahan, sehingga wawasan penulis dapat bertambah terhadap materi secara menyeluruh.
10. Para laboran yang telah sabar mengajarkan, membimbing serta mengarahkan dalam melakukan prosedur laboratorium dari awal perkuliahan hingga skripsi ini
11. Orang tua penulis, mulai dari awal studi khususnya saat masuk bangku perkuliahan, yang selalu mendoakan, mengingatkan, dan mendukung penulis agar dapat menyelesaikan studi dengan baik dan tepat waktu.
12. Martelia Indi Azrena, selaku sahabat dan rekan sepenanggungannya yang selalu sabar dan mendukung penulis dalam penelitian dan pengujian yang dilakukan selama masa skripsi di kala pandemi ini terjadi.
13. Calvin Setyawan, Christian Felix, Erik Surya Setyawan, Febriani Marianingrum, Felix Nathanael, Gabby Eliana, Hadryan Audric, Michael William, Ni Ketut Kristyaningsih, Vanessa Verind Ciaves dan Yonatan Burhan sebagai sahabat yang selalu mendukung dan setia menemani dari awal perkuliahan hingga masa skripsi selesai.
14. Teman-teman angkatan 2017 dan senior yang telah membantu penulisan selama perkuliahan, baik dalam kelas maupun pada praktikum.

15. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara menyeluruh oleh penulis yang telah membantu, mendukung, dan membimbing penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu proses penyempurnaan laporan skripsi ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Jakarta, 9 Februari 2021

(Intan Otto)



DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batas Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Campuran Aspal	7
2.2. Bahan Campuran Aspal.....	12
2.2.1. Aspal.....	12
2.2.2. Agregat	15
2.2.3. Polimer.....	18
2.2.4. Zat Aditif	19
2.3. Aspal Polimer	22
2.4. Karakteristik Campuran.....	25
2.4.1. Stabilitas	26
2.4.2. Fleksibilitas atau Kelenturan	26
2.4.3. Durabilitas	26
2.4.4. <i>Impermeability (Moisture Resistance)</i>	27
2.4.5. Tahanan Geser (<i>Skid Resistance</i>).....	27
2.4.6. Kuat Tarik.....	28
2.4.7. <i>Workability</i>	28
2.5. Parameter Pengujian Pada Campuran Aspal	28
2.5.1. Perhitungan Kadar Aspal Optimum Rencana.....	28
2.5.2. Volumetrik Campuran Aspal Beton	29
2.5.3. Parameter Pengujian <i>Marshall</i>	34
2.6. <i>Semi Circular Bending Test (SCB)</i>	36

2.6.1. Konfigurasi Pengujian SCB.....	40
2.6.2. Parameter Pengujian SCB	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Skema Penelitian	50
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	51
3.3. Variabel Penelitian	51
3.4. Tahapan Penelitian	52
3.5. Material yang Digunakan Dalam Penelitian.....	52
3.5.1. Agregat Kasar	53
3.5.2. Agregat Halus	53
3.5.3. <i>Filler</i>	53
3.5.4. Aspal	53
3.5.5. Polimer.....	54
3.5.6. Zat Aditif	55
3.6. Peralatan	56
3.7. Pengujian Karakteristik Material untuk Campuran Aspal.....	56
3.7.1. Berat Jenis Material	57
3.7.2. Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus.....	59
3.7.3. Karakteristik Bitumen.....	60
3.8. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	62
3.8.1. Perencanaan Campuran	62
3.8.2. Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i>	64
3.8.3. Pengujian Nilai Rongga pada Benda Uji	66
3.8.4. Pengujian <i>Marshall</i>	66
3.9. Uji SCB	67
3.9.1. Perencanaan Campuran	68
3.9.2. Pembuatan Benda Uji SCB.....	69
3.9.3. Pengujian Nilai Rongga pada Benda Uji	70
3.9.4. Pelaksanaan Uji SCB.....	71
3.9.5. Pengolahan Data Uji SCB	72

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pendahuluan	76
4.2. Hasil dan Analisa Pengujian Karakteristik Material	76
4.2.1. Agregat Kasar, Agregat Halus, dan Semen	76
4.2.2. Aspal Pen 60/70.....	79
4.3. Perhitungan Desain Campuran Benda Uji <i>Marshall</i>	81
4.4. Hasil Pengujian dan Analisa Uji <i>Marshall</i>	82
4.4.1. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> HMA dan WMA.....	82
4.4.2. Analisa Hasil Uji <i>Marshall</i> HMA dan WMA	83
4.5. Penentuan Kadar Aspal Optimum	90
4.6. Hasil Pengujian SCB	90
4.6.1. Hasil Pengujian Densitas dan Rongga Udara	92
4.6.2. Beban Maksimum/ <i>Peak Load</i> (P_{max})	92
4.6.3. Tegangan Maksimum (σ_{max}).....	93

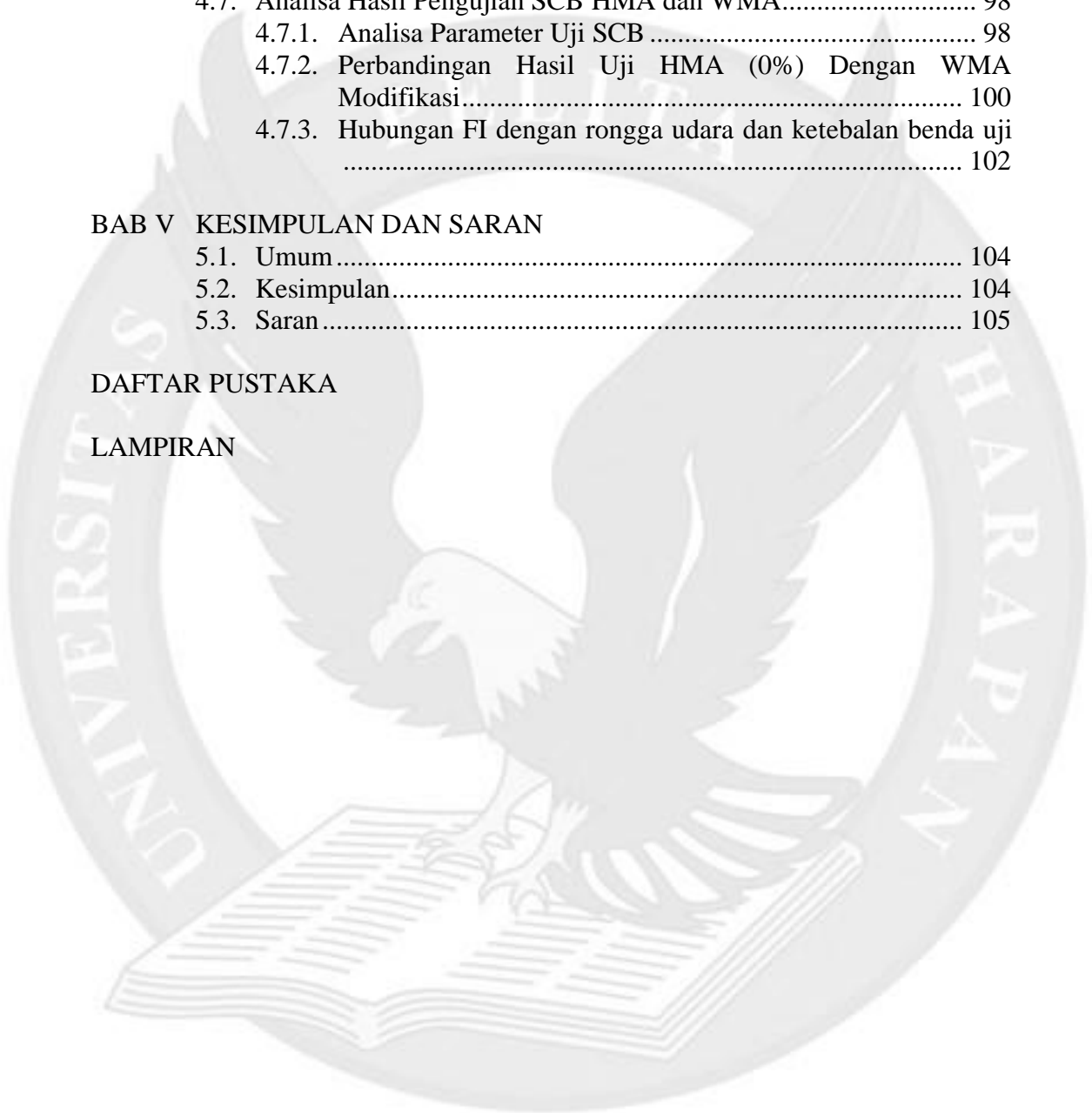
4.6.4.	Regangan Maksimum (ϵ_{\max})	94
4.6.5.	<i>Fracture Toughness</i> (K_{IC}).....	94
4.6.6.	<i>Fracture Energy</i> (G_f)	95
4.6.7.	<i>Flexibility Index</i> (FI).....	96
4.6.8.	<i>Cracking Resistance Index</i> (CRI).....	97
4.7.	Analisa Hasil Pengujian SCB HMA dan WMA.....	98
4.7.1.	Analisa Parameter Uji SCB	98
4.7.2.	Perbandingan Hasil Uji HMA (0%) Dengan WMA Modifikasi.....	100
4.7.3.	Hubungan FI dengan rongga udara dan ketebalan benda uji	102

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Umum	104
5.2.	Kesimpulan.....	104
5.3.	Saran	105

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

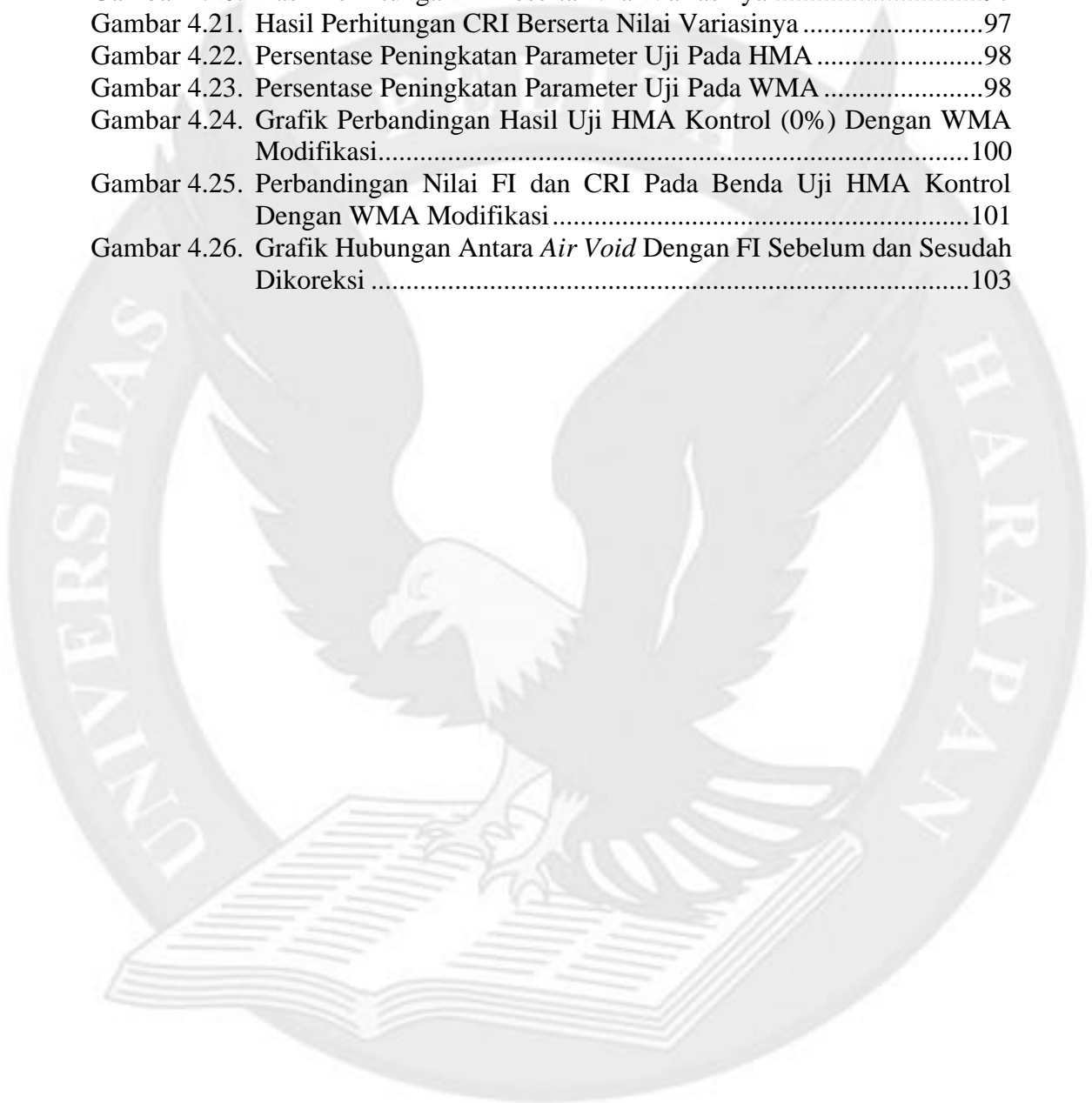


DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1.	Mekanisme Perkuatan Fibre Dalam Campuran Dilihat Melalui CT-Scan (A) Sebelum Pengujian dan (B) Setelah Pengujian.....	25
Gambar 2.2.	Representasi volume dalam campuran aspal.....	29
Gambar 2.3.	SCB Test.....	37
Gambar 2.4.	Geometri Uji <i>Single-Edge Notched Beam</i> (SEB).....	38
Gambar 2.5.	Geometri Uji <i>Disk-Shaped Compact Tension</i> (DCT).....	39
Gambar 2.6.	SCB Loading Setup.....	41
Gambar 2.7.	Konfigurasi Geometri Benda Uji SCB.....	42
Gambar 2.8.	Bentuk Umum Kurva <i>Load-Displacement</i> Pada Uji SCB.....	43
Gambar 3.1.	Skema Penelitian.....	50
Gambar 3.2.	Polimer <i>Superplast</i>	54
Gambar 3.3.	Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.....	57
Gambar 3.4.	Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	58
Gambar 3.5.	Pengujian Berat Jenis Semen <i>Portland</i>	58
Gambar 3.6.	Pengujian Berat Jenis Bitumen.....	59
Gambar 3.7.	Analisa Ayakan Agregat Kasar dan Halus.....	60
Gambar 3.8.	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	61
Gambar 3.9.	Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar.....	61
Gambar 3.10.	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	62
Gambar 3.11.	Pengaturan Suhu Pada Oven.....	64
Gambar 3.12.	Kompaksi Campuran Aspal.....	65
Gambar 3.13.	Benda Uji Setelah <i>Marshall Test</i>	67
Gambar 3.14.	Pengujian SCB.....	71
Gambar 3.15.	Contoh Data Hasil dari Mesin UTM.....	72
Gambar 3.16.	Penentuan Beban Maksimum Hasil Uji.....	73
Gambar 3.17.	Daerah <i>Work of Fracture</i>	74
Gambar 3.18.	Titik Belok dan Gradien Pada Titik Belok.....	75
Gambar 4.1.	Gradasi Rata-Rata Agregat Kasar.....	78
Gambar 4.2.	Gradasi Rata-Rata Pada Agregat Halus.....	79
Gambar 4.3.	Grafik Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....	80
Gambar 4.4.	Grafik Titik Lembek Aspal.....	80
Gambar 4.5.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan Densitas.....	84
Gambar 4.6.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM.....	85
Gambar 4.7.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA.....	86
Gambar 4.8.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA.....	87
Gambar 4.9.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas.....	88
Gambar 4.10.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan <i>Flow</i>	89
Gambar 4.11.	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan MQ.....	89
Gambar 4.12.	Hasil Pengujian SCB Pada Benda Uji HMA.....	91
Gambar 4.13.	Hasil Pengujian SCB Pada Benda Uji WMA.....	91
Gambar 4.14.	Hubungan Densitas dan Rongga Udara Dengan Kadar Polimer....	92

Gambar 4.15. Hasil <i>Peak Load</i> pada Benda Uji Serta Nilai Variasinya	92
Gambar 4.16. Hasil Perhitungan Tegangan Maksimum Serta Nilai Variasinya...	93
Gambar 4.17. Hasil Perhitungan Regangan Maksimum Serta Nilai Variasinya...	94
Gambar 4.18. Hasil Perhitungan <i>Fracture Toughness</i> Serta Nilai Variasinya	95
Gambar 4.19. Hasil Perhitungan <i>Fracture Energy</i> Serta Nilai Variasinya	95
Gambar 4.20. Hasil Perhitungan FI Beserta Nilai Variasinya	97
Gambar 4.21. Hasil Perhitungan CRI Berserta Nilai Variasinya	97
Gambar 4.22. Persentase Peningkatan Parameter Uji Pada HMA	98
Gambar 4.23. Persentase Peningkatan Parameter Uji Pada WMA	98
Gambar 4.24. Grafik Perbandingan Hasil Uji HMA Kontrol (0%) Dengan WMA Modifikasi.....	100
Gambar 4.25. Perbandingan Nilai FI dan CRI Pada Benda Uji HMA Kontrol Dengan WMA Modifikasi.....	101
Gambar 4.26. Grafik Hubungan Antara <i>Air Void</i> Dengan FI Sebelum dan Sesudah Dikoreksi	103



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Reduksi Polutan Pada Teknologi WMA.....	9
Tabel 2.2. Ketentuan Suhu untuk Pencampuran dan Pemadatan Campuran WMA	11
Tabel 2.3. Ketentuan-Ketentuan Aspal Untuk HMA.....	14
Tabel 2.4. Ketentuan-Ketentuan Aspal Untuk WMA.....	15
Tabel 2.5. Ketentuan Agregat Kasar Untuk Campuran Aspal Beton	16
Tabel 2.6. Ketentuan Agregat Halus Untuk Campuran Aspal Beton	17
Tabel 3.1. Pertamina <i>Asphalt Product Specification</i>	54
Tabel 3.2. Jumlah Benda Uji <i>Marshall</i>	63
Tabel 3.3. Jumlah Fabrikasi Benda Uji SCB	68
Tabel 3.4. Pemberian Kode Benda Uji SCB	69
Tabel 3.5. Konfigurasi Geometri Untuk Benda Uji SCB.....	70
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Terhadap Berat Jenis Agregat dan Semen.....	76
Tabel 4.2. Hasil Rata-Rata Analisa Ayakan Agregat Kasar	77
Tabel 4.3. Hasil Rata-Rata Analisa Ayakan Agregat Halus	78
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Terhadap Aspal Pen 60/70.....	79
Tabel 4.5. Perhitungan <i>bulk specific gravity</i> campuran teoritis	81
Tabel 4.6. Berat Kebutuhan Agregat untuk Masing-Masing Kadar Aspal	81
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Total Berat Benda Uji Untuk <i>Marshall</i>	82
Tabel 4.8. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran HMA	83
Tabel 4.9. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran WMA.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A	
Tabel Kalibrasi Alat <i>Marshall</i>	A-1
Tabel Angka Koreksi Stabilitas	A-2
Lampiran B	
Berat Jenis Agregat Kasar	B-1
Berat Jenis Agregat Halus	B-2
Berat Jenis Semen <i>Portland</i>	B-4
Gradasi Agregat Kasar dan Halus	B-5
Berat Jenis Aspal Pen 60/70	B-6
Lampiran C	
Ketentuan Sifat HMA	C-1
Ketentuan Sifat WMA	C-2
Lampiran D	
Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Penyerapan Air Agregat Kasar	D-1
Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Penyerapan Air Agregat Halus	D-2
Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar	D-3
Hasil Analisa Saringan Agregat Halus	D-4
Hasil Pengujian Berat Jenis Semen	D-5
Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal	D-6
Hasil Pemeriksaan Penetrasi Aspal	D-7
Hasil Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	D-8
Hasil Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	D-9
Lampiran E	
Perhitungan <i>Job Mix Formula</i> Benda Uji <i>Marshall</i>	E-1
Lampiran F	
Hasil Pengukuran dan Pengujian Benda Uji <i>Marshall</i> HMA	F-1
Hasil Pengukuran dan Pengujian Benda Uji <i>Marshall</i> WMA	F-3
Lampiran G	
<i>Job Mix Formula</i> Untuk Benda Uji SCB	G-1
Lampiran H	
Data Hasil Pengukuran Volumetrik Benda Uji SCB HMA	H-1
Data Hasil Pengujian SCB Benda Uji HMA	H-3

Data Hasil Pengukuran Volumetrik Benda Uji SCB WMA..... H-5
Data Hasil Pengujian SCB Benda Uji WMA H-7

