

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN *STYRENE-BUTADIENE-STYRENE* DAN *ETHYLENE-VINYL-ACETATE* TERHADAP *FLEXIBLE PAVEMENT* LASTON AC-WC DAN LATASTON HRS-WC MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL IMMERSION* DAN *CANTABRO*



M. ALIEF AKBAR

03011381621132

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN *STYRENE-BUTADIENE-STYRENE* DAN *ETHYLENE-VINYL-ACETATE* TERHADAP *FLEXIBLE PAVEMENT* LASTON AC-WC DAN LATASTON HRS-WC MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL IMMERSION* DAN *CANTABRO*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



M. ALIEF AKBAR

03011381621132

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN *STYRENE-BUTADIENE-STYRENE* DAN *ETHYLENE-VINYL-ACETATE* TERHADAP *FLEXIBLE PAVEMENT* LASTON AC-WC DAN LATASTON HRS-WC MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL IMMERSION* DAN *CANTABRO*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

M. ALIEF AKBAR

03011381621132

Palembang, 27 Agustus 2020

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



Mirka Pataras, S.T., M.T.

NIP. 198111202008121001

Dosen Pembimbing II,



Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

NIP. 197311032008121003

Mengetahui/Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

KATA PENGANTAR

Puji dan rasa syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah, karunia, kasih sayang, dan pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Styrene-Butadiene-Styrene* dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* Terhadap *Flexible Pavement* Laston AC-WC dan Laston HRS-WC Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*” dengan baik dan tepat waktu. Pada proses penyelesaian laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Bapak M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat dalam proses penyelesaian tugas akhir.
6. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan.
7. Seluruh Staf laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V untuk izin penggunaan laboratorium sebagai tempat penelitian.
8. Keluarga besar yang selalu memberikan doa, nasihat, dan motivasi.
9. Rekan satu tim tugas akhir untuk kerja sama dan bantuannya, sehingga terselesaikan laporan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan teknik sipil angkatan 2016 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu atas dukungan dan doanya selama pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca, khususnya bagi penulis pribadi dan bagi civitas Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2020

M. Alief Akbar

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
HALAMAN RINGKASAN	xv
HALAMAN <i>SUMMARY</i>	xvi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xvii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xviii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xix
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xx
HASIL SEMINAR LAPORAN TUGAS AKHIR	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Perkerasan Jalan	7
2.3. Jenis Campuran Beraspal	9
2.4. Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)	9
2.5. Lapis Aspal Beton (Laston)	11
2.6. Material Penyusun Perkerasan Jalan	13

2.6.1. Aspal	13
2.6.2. Agregat Kasar	16
2.6.3. Agregat Halus	17
2.6.4. Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	17
2.7. Gradasi Agregat Gabungan	17
2.8. <i>Styrene-Butadiene-Styrene</i> (SBS)	18
2.9. <i>Ethylene-Vinyl-Acetate</i> (EVA)	20
2.10. <i>Design Mix Formula</i> (DMF)	22
2.11. <i>Job Mix Formula</i> (JMF)	23
2.12. Pengujian <i>Marshall Immersion</i>	23
2.13. Pengujian <i>Cantabro</i>	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1. Umum	26
3.2. Studi Literatur	27
3.3. Persiapan Alat dan Bahan	27
3.4. Pengujian Material	29
3.5. Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer SBS dan Polimer EVA dengan Variasi Tertentu	30
3.6. Pengujian Aspal Modifikasi Polimer SBS dan Polimer EVA dengan Variasi Tertentu	31
3.7. Penentuan Variasi Terbaik Aspal Modifikasi	32
3.8. <i>Design Mix Formula</i> (DMF)	32
3.9. <i>Job Mix Formula</i> (JMF)	32
3.10. Pembuatan Benda Uji Kadar Aspal Rencana	32
3.11. Pengujian <i>Marshall</i> pada Benda Uji Kadar Aspal Rencana	33
3.12. Penentuan Kadar Aspal Optimum	33
3.13. Pembuatan Benda Uji Kadar Aspal Optimum	33
3.14. Pengujian <i>Marshall Immersion</i>	35
3.15. Pengujian <i>Cantabro</i>	36
3.16. Analisis Pengujian	36
3.17. Kesimpulan dan Saran	37

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	38
4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Aditif	41
4.3. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	41
4.4. Komposisi Campuran Lapisan AC-WC	51
4.5. Komposisi Campuran Lapisan HRS-WC	55
4.6. Kadar Aspal Rencana	60
4.7. Kadar Aspal Rencana Lapisan AC-WC	60
4.8. Kadar Aspal Rencana Lapisan HRS-WC	61
4.9. Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> (Kadar Aspal Rencana)	62
4.9.1. Hasil Pengujian <i>Marshall Laston</i> AC-WC	62
4.9.2. Hasil Pengujian <i>Marshall Lataston</i> HRS-WC	62
4.10. Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> (Kadar Aspal Optimum)	63
4.10.1. Hasil Pengujian <i>Marshall Laston</i> AC-WC	63
4.10.2. Hasil Pengujian <i>Marshall Lataston</i> HRS-WC	69
4.11. Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> (Kadar Aspal Optimum)	74
4.11.1. Hasil Pengujian <i>Marshall Laston</i> AC-WC	74
4.11.2. Hasil Pengujian <i>Marshall Lataston</i> HRS-WC	79
4.12. Analisa Indeks Kekuatan Sisa (<i>Index of Retained Strength</i>)	84
4.12.1. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa <i>Marshall Laston</i> AC-WC ...	84
4.12.2. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa <i>Marshall Lataston</i> HRS-WC	85
4.13. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i>	86
4.13.1. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Lapisan AC-WC	87
4.13.2. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Lapisan HRS-WC	88
4.14. Pembahasan	89
 BAB 5 PENUTUP	 91
5.1. Kesimpulan	91
5.2. Saran	92

DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Lapisan Perkerasan Kaku	8
2.2. Lapisan Perkerasan Lentur	8
2.3. Lapisan Perkerasan Komposit	8
2.4. Struktur Lapis Tipis Aspal Beton (Lastaston)	10
2.5. Struktur Lapis Aspal Beton (Laston)	11
2.6. <i>Styrene-Butadiene-Styrene</i> (SBS)	20
2.7. <i>Ethylene-Vinyl-Acetate</i> (EVA)	22
2.8. <i>Alat Marshall Test</i>	24
2.9. Mesin <i>Los Angeles</i> pada Pengujian <i>Cantabro</i>	25
3.1. Diagram Alir Penelitian	26
4.1. Grafik Perbandingan Nilai Penetrasi Aspal Modifikasi SBS	45
4.2. Grafik Perbandingan Nilai Daktilitas Aspal Modifikasi SBS	45
4.3. Grafik Perbandingan Nilai Titik Nyala Aspal Modifikasi SBS	46
4.4. Grafik Perbandingan Nilai Titik Bakar Aspal Modifikasi SBS	46
4.5. Grafik Perbandingan Nilai Titik Lembek Aspal Modifikasi SBS	47
4.6. Grafik Perbandingan Nilai Berat Jenis Aspal Modifikasi SBS	47
4.7. Grafik Perbandingan Nilai Penetrasi Aspal Modifikasi EVA	48
4.8. Grafik Perbandingan Nilai Daktilitas Aspal Modifikasi EVA	48
4.9. Grafik Perbandingan Nilai Titik Nyala Aspal Modifikasi EVA	49
4.10. Grafik Perbandingan Nilai Titik Bakar Aspal Modifikasi EVA	49
4.11. Grafik Perbandingan Nilai Titik Lembek Aspal Modifikasi EVA	50
4.12. Grafik Perbandingan Nilai Berat Jenis Aspal Modifikasi EVA	50
4.13. Grafik Titik Kontrol Gradasi Agregat Pada Campuran Laston AC-WC	55
4.14. Grafik Titik Kontrol Gradasi Agregat Pada Campuran Lastaston HRS-WC.....	59
4.15. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai VIM	65
4.16. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai VMA	66
4.17. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai VFA	66

4.18. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai Stabilitas	67
4.19. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai Kelelehan	68
4.20. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai MQ	68
4.21. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai VIM	70
4.22. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai VMA	71
4.23. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai VFA	71
4.24. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai Stabilitas	72
4.25. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai Kelelehan.....	73
4.26. Hasil Parameter <i>Marshall Standart</i> Untuk Nilai MQ	73
4.27. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai VIM	76
4.28. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai VMA	76
4.29. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai VFA	77
4.30. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai Stabilitas	78
4.31. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai Kelelehan	78
4.32. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai MQ	79
4.33. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai VIM	81
4.34. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai VMA	81
4.35. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai VFA	82
4.36. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai Stabilitas	83
4.37. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai Kelelehan	83
4.38. Hasil Parameter <i>Marshall Immersion</i> Untuk Nilai MQ	84
4.39. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa Laston AC-WC	85
4.40. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa Lataston HRS-WC	86
4.41. Perbandingan Hasil Uji <i>Cantabro</i> Lapisan AC-WC	87
4.42. Perbandingan Hasil Uji <i>Cantabro</i> Lapisan HRS-WC	89

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston	10
2.2. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)	12
2.3. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston Modifikasi (AC Mod)	12
2.4. Ketentuan Untuk Aspal Keras	14
2.5. Ketentuan Agregat Kasar	16
2.6. Ketentuan Agregat Halus	17
2.7. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal	18
2.8. Contoh Batas-Batas ‘Bahan Bergradasi Senjang’	18
2.9. <i>Properties</i> Polimer EVA	21
3.1. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran Standar) untuk <i>Marshall</i> <i>Standart</i>	34
3.2. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran SBS) untuk <i>Marshall</i> <i>Standart</i>	34
3.3. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran EVA) untuk <i>Marshall</i> <i>Standart</i>	34
3.4. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran Standar) untuk <i>Marshall</i> <i>Immersion</i>	34
3.5. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran SBS) untuk <i>Marshall</i> <i>Immersion</i>	35
3.6. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran EVA) untuk <i>Marshall</i> <i>Immersion</i>	35
3.7. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran Standar) untuk <i>Cantabro Test</i>	35
3.8. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran SBS) untuk <i>Cantabro Test</i>	35
3.9. Jumlah Sampel Benda Uji (Campuran EVA) untuk <i>Cantabro Test</i>	36
4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Batu Pecah 1-2	38
4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Batu Pecah 1-1	39
4.3. Hasil Pengujian Karakteristik Abu Batu	39
4.4. Hasil Pengujian Karakteristik Pasir	40
4.5. Hasil Pengujian Karakteristik <i>Filler</i> (Semen)	40

4.6. Hasil Pengujian Karakteristik Polimer SBS	41
4.7. Hasil Pengujian Karakteristik Polimer EVA	41
4.8. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Minyak (Aspal Pen. 60/70)	42
4.9. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Minyak (Aspal Pen. 60/70) Dengan Penambahan SBS 0,5%, 1%, 2%	42
4.10. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Minyak (Aspal Pen. 60/70) Dengan Penambahan EVA 0,5%, 1%, 2%	43
4.11. Data Awal Komposisi Gradasi Lolos Saringan	51
4.12. Komposisi Gradasi Lolos Saringan yang Digunakan Untuk Perhitungan Matriks Identitas <i>Gauss Jordan</i>	52
4.13. Rekapitulasi Persen Komposisi Pada Campuran Laston AC-WC Per Fraksi Agregat	54
4.14. Komposisi Gradasi Lolos Saringan yang Digunakan Untuk Perhitungan Matriks Identitas <i>Gauss Jordan</i>	56
4.15. Rekapitulasi Persen Komposisi Pada Campuran Laston AC-WC Per Fraksi Agregat	58
4.16. Perhitungan Rentang Kadar Aspal Rencana Lapis AC-WC	61
4.17. Perhitungan Rentang Kadar Aspal Rencana Lapis HRS-WC	61
4.18. Daftar Nilai KAO Laston AC-WC Tiap Jenis Aspal	62
4.19. Daftar Nilai KAO Lataston HRS-WC Tiap Jenis Aspal	63
4.20. Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Campuran Laston Aspal Standar Pada Lapis AC-WC	64
4.21. Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Campuran Laston Aspal Modifikasi Pada Lapis AC-WC	64
4.22. Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Campuran Laston Aspal Standar Pada Lapis HRS-WC	69
4.23. Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> Campuran Lataston Aspal Modifikasi Pada Lapis HRS-WC	74
4.24. Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> Campuran Laston Aspal Modifikasi Pada Lapis AC-WC	75
4.25. Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> Campuran Lataston Aspal Modifikasi Pada Lapis HRS-WC	80

4.26. Rekapitulasi Nilai Indeks Kekuatan Sisa Laston AC-WC	85
4.27. Rekapitulasi Nilai Indeks Kekuatan Sisa Lataston HRS-WC	86
4.28. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Lapisan AC-WC	87
4.29. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Lapisan HRS-WC	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penjabaran Perhitungan Matriks <i>Gauss Jordan</i>	95
2. Penjabaran Perhitungan Kadar Aspal Rencana Lapisan AC-WC dan HRS-WC	96
3. Dokumentasi Material, Peralatan, Proses Pengujian Agregat dan Aspal, Proses Pembuatan Benda Uji, dan Proses Pengujian Campuran Aspal	97
4. Hasil Pengujian Agregat, Aspal, dan Campuran Beraspal	98

RINGKASAN

PENGARUH PENGGUNAAN *STYRENE-BUTADIENE-STYRENE* DAN *ETHYLENE-VINYL-ACETATE* TERHADAP *FLEXIBLE PAVEMENT* LASTON AC-WC DAN LATASTON HRS-WC MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL IMMERSION* DAN *CANTABRO*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 27 Agustus 2020

M. Alief Akbar; Dibimbing oleh Mirka Pataras, S.T., M.T. dan Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxi + 196 halaman, 52 gambar, 47 tabel, 4 lampiran

Kebutuhan alat transportasi semakin meningkat setiap tahunnya mengingat perkembangan jumlah penduduk Indonesia yang semakin pesat. Alat transportasi membutuhkan suatu sarana berupa infrastruktur jalan dalam operasinya. Oleh karena itu, perkerasan jalan yang merupakan salah satu struktur utama pada suatu konstruksi jalan menjadi suatu hal yang sangat penting untuk difikirkan. Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau sintesis dengan aspal. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) telah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Penelitian ini menggunakan kadar persen polimer 0,5%, 1%, 2% SBS dan 0,5%, 1%, 2% EVA dalam campuran Laston AC-WC dan Lataston HRS-WC. Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *marshall immersion* dan *cantabro*. Hasil indeks kekuatan sisa dari pengujian *marshall immersion* pada laston AC-WC untuk campuran aspal standar sebesar 92,37%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 93,33%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 92,74%, sedangkan pada lataston HRS-WC untuk campuran aspal standar sebesar 90,25%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 91,48%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 90,58%. Hasil pengujian *marshall immersion* telah memenuhi persyaratan lebih besar dari 90%. Sementara itu, hasil keausan dari pengujian *cantabro* pada laston AC-WC untuk campuran aspal standar sebesar 4,04%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 3,14%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 3,57% sedangkan pada lataston HRS-WC untuk campuran aspal standar sebesar 3,91%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 2,86%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 3,34%. Hasil pengujian *cantabro* telah memenuhi persyaratan kurang dari 20%. Berdasarkan kedua pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa campuran aspal modifikasi SBS lebih baik dibandingkan dengan campuran aspal standar dan campuran aspal modifikasi EVA.

Kata kunci: AC-WC, HRS-WC, SBS, EVA, *marshall immersion*, *cantabro*

SUMMARY

THE EFFECT OF THE USE OF STYRENE-BUTADIENE-STYRENE AND ETHYLENE-VINYL-ACETATE ON FLEXIBLE PAVEMENT ASPHALT CONCRETE AC-WC AND HOT ROLL SHEET HRS-WC USING MARSHALL IMMERSION AND CANTABRO METHODS

Scientific papers in the form of Final Projects, August 27, 2020

M. Alief Akbar; Guided by Mirka Pataras, S.T., M.T. and Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xxi + 196 pages, 52 images, 47 tables, 4 attachments

The need for transportation equipment is increasing every year given the rapidly increasing population of Indonesia. Transportation requires a means of road infrastructure in its operation. Therefore, road pavement which is one of the main structures in a road construction is very important to think about. Polymer asphalt is a material resulting from modification of natural or synthetic polymers with asphalt. Generally, a small addition of polymer material (usually around 2-6%) has been able to increase the yield for better resistance to deformation, overcome cracks and increase wear resistance from damage due to age resulting in a more durable road construction and can also reduce maintenance costs or roadworks. This study used polymer percent content of 0.5%, 1%, 2% SBS and 0.5%, 1%, 2% EVA in a mixture of AC-WC and HRS-WC. Tests performed using the marshall immersion and Cantabro methods. The results of the index of retained strength from the marshall immersion test on the AC-WC for standard asphalt mixtures were 92.37%, SBS modified asphalt mixtures were 93.33%, and EVA modified asphalt mixtures were 92.74%, while for HRS-WC for standard asphalt mixture of 90.25%, SBS modified asphalt mixture of 91.48%, and EVA modified asphalt mixture of 90.58%. The results of the marshall immersion test have met the requirements greater than 90%. Meanwhile, the wear results from the cantabro test on AC-WC for standard asphalt mixtures were 4.04%, SBS modified asphalt mixtures were 3.14%, and EVA modified asphalt mixtures were 3.57% while for HRS-WC for the standard asphalt mixture of 3.91%, SBS modified asphalt mixture of 2.86%, and EVA modified asphalt mixture of 3.34%. Cantabro test results have met the requirements of less than 20%. Based on the two tests that have been done, it can be concluded that the SBS modified asphalt mixture is better than the standard asphalt mixture and the EVA modified asphalt mixture.

Keywords: AC-WC, HRS-WC, SBS, EVA, marshall immersion, cantabro

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Alief Akbar

NIM : 03011381621132

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan *Styrene-Butadiene-Styrene* dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* Terhadap *Flexible Pavement* Laston AC-WC dan Laston HRS-WC Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 21 September 2020



M. Alief Akbar

NIM. 03011381621132

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Styrene-Butadiene-Styrene* dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* Terhadap *Flexible Pavement* Laston AC-WC dan Laston HRS-WC Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*” yang disusun oleh M. Alief Akbar, NIM. 03011381621132 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2020.

Palembang, 7 Agustus 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir,

Ketua :

1. Mirka Pataras, S.T., M.T.
NIP. 198111202008121001

()

2. Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.
NIP. 197311032008121003

()

Anggota :

3. Prof. Ir. Hj. Erika Buchari, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196010301987032003

()

4. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002

()

5. Dr. Melawaty Agustien, S.Si., M.T.
NIP. 197408151999032003

()

6. Aztri Yuli Kurnia, S.T., M.Eng.
NIP. 198807132012122003

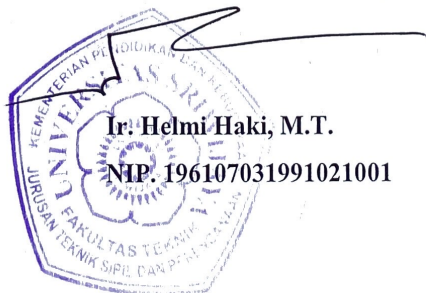
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001



PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Alief Akbar
NIM : 03011381621132
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan *Styrene-Butadiene-Styrene* dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* Terhadap *Flexible Pavement* Laston AC-WC dan Laston HRS-WC Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*

Memberikan izin kepada dosen pembimbing saya dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik. Apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya tulis ini, maka saya setuju menempatkan dosen pembimbing saya sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

Indralaya, 21 September 2020



M. Alief Akbar

NIM. 03011381621132

**PENGARUH PENGGUNAAN *STYRENE-BUTADIENE-STYRENE* DAN
ETHYLENE-VINYL-ACETATE TERHADAP *FLEXIBLE PAVEMENT*
LASTON AC-WC DAN LATASTON HRS-WC MENGGUNAKAN
METODE *MARSHALL IMMERSION* DAN *CANTABRO***

M. Alief Akbar^{1*}, Mirka Pataras², Edi Kadarsa³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: m.aliefakbar98@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan alat transportasi semakin meningkat setiap tahunnya mengingat perkembangan jumlah penduduk Indonesia yang semakin pesat. Alat transportasi membutuhkan suatu sarana berupa infrastruktur jalan dalam operasinya. Oleh karena itu, perkerasan jalan yang merupakan salah satu struktur utama pada suatu konstruksi jalan menjadi suatu hal yang sangat penting untuk difikirkan. Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau sintesis dengan aspal. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) telah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Penelitian ini menggunakan kadar persen polimer 0,5%, 1%, 2% SBS dan 0,5%, 1%, 2% EVA dalam campuran Laston AC-WC dan Lataston HRS-WC. Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *marshall immersion* dan *cantabro*. Hasil indeks kekuatan sisa dari pengujian *marshall immersion* pada laston AC-WC untuk campuran aspal standar sebesar 92,37%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 93,33%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 92,74%, sedangkan pada lataston HRS-WC untuk campuran aspal standar sebesar 90,25%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 91,48%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 90,58%. Hasil pengujian *marshall immersion* telah memenuhi persyaratan lebih besar dari 90%. Sementara itu, hasil keausan dari pengujian *cantabro* pada laston AC-WC untuk campuran aspal standar sebesar 4,04%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 3,14%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 3,57% sedangkan pada lataston HRS-WC untuk campuran aspal standar sebesar 3,91%, campuran aspal modifikasi SBS sebesar 2,86%, dan campuran aspal modifikasi EVA sebesar 3,34%. Hasil pengujian *cantabro* telah memenuhi persyaratan kurang dari 20%. Berdasarkan kedua pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa campuran aspal modifikasi SBS lebih baik dibandingkan dengan campuran aspal standar dan campuran aspal modifikasi EVA.

Kata kunci: AC-WC, HRS-WC, SBS, EVA, *marshall immersion*, *cantabro*

Palembang, 27 Agustus 2020

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



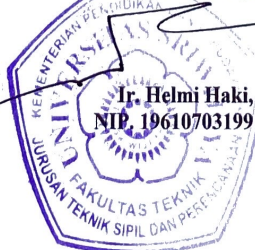
Mirka Pataras, S.T., M.T.
NIP. 198111202008121001

Dosen Pembimbing II,



Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.
NIP. 197311032008121003

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan alat transportasi semakin meningkat setiap tahunnya mengingat perkembangan jumlah penduduk Indonesia yang semakin pesat. Alat transportasi membutuhkan suatu sarana berupa infrastruktur jalan dalam operasinya. Oleh karena itu, perkerasan jalan yang merupakan salah satu struktur utama pada suatu konstruksi jalan menjadi suatu hal yang sangat penting untuk difikirkan. Perkerasan jalan didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari beberapa lapisan perkerasan dan dibangun di atas tanah dasar yang mampu mendistribusikan beban roda kendaraan ke setiap lapisan sampai ke tanah dasar.

Campuran beraspal panas adalah campuran yang paling sering ditemui saat ini. Campuran tersebut tersusun atas agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas, yang bertujuan agar diperoleh mutu campuran yang baik. Pada proses pemanasan tersebut, dibutuhkan bahan bakar yang cukup banyak untuk meningkatkan suhu agregat dan aspal. *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* sebagai jenis campuran aspal yang dikenal dengan sebutan lapis aspal beton lapis aus yang memiliki tebal perkerasan minimum 4 cm dan *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dengan sebutan lapis tipis aspal beton lapis aus yang memiliki tebal perkerasan minimum 3 cm, memiliki sifat kedap air untuk menahan beban maksimum lalu lintas yang melewatinya. Dalam upaya peningkatan kinerja campuran aspal agar dapat terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh meningkatnya beban lalu lintas, maka dilakukan modifikasi aspal dengan menambahkan suatu bahan polimer.

Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau sintetis dengan aspal. Modifikasi aspal polimer atau biasa disingkat dengan PMA telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) telah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat

umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan (Polacco, 2005). Bahan polimer yang umum digunakan untuk aspal modifikasi adalah *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA).

Styrene-Butadiene-Styrene (SBS) merupakan jenis polimer yang memiliki karakteristik respon elastis tinggi sehingga tahan terhadap deformasi yang disebabkan oleh tarikan dan segera kembali ke bentuk asalnya jika beban signifikan (Pradani, 2011). Polimer *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA) mudah digunakan dan juga mempunyai kemampuan yang baik untuk bersatu dengan aspal, suhunya yang stabil pada normal *mixing* serta temperaturnya yang mudah dikendalikan (Whiteoak, 1991).

Beda penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penelitian ini membandingkan aspal standar pen 60/70, aspal modifikasi SBS dan aspal modifikasi EVA terhadap dua lapisan. Laston lapis aus (AC-WC) dan laston lapis aus (HRS-WC). Sedangkan penelitian terdahulu hanya membandingkan terhadap satu bahan polimer SBS maupun EVA yang memiliki variasi persen penambahan yang berbeda-beda.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka akan dilaksanakan penelitian yang merupakan lanjutan dari penelitian terdahulu mahasiswa dan mahasiswi teknik sipil Universitas Sriwijaya mengenai pengujian *marshall* campuran laston lapis aus (AC-WC) dan laston lapis aus (HRS-WC) dengan penggunaan polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA). Pengujian penelitian ini mengenai karakteristik nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat dan dilakukan pengujian menggunakan metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam penggunaan *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA) pada perkerasan jalan di Indonesia yang di uji dengan *Marshall Immersion* dan *Cantabro*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai indeks kekuatan sisa pada campuran laston lapis aus (AC-WC) dan laston lapis aus (HRS-WC) yang menggunakan aspal modifikasi polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) setelah dilakukan pengujian *Marshall Immersion*?
2. Bagaimana nilai keausan pada campuran laston lapis aus (AC-WC) dan laston lapis aus (HRS-WC) yang menggunakan aspal modifikasi polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) setelah dilakukan pengujian *Cantabro*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, tujuan penelitian yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Membandingkan dan menganalisis nilai indeks kekuatan sisa pada campuran laston lapis aus (AC-WC) dan laston lapis aus (HRS-WC) yang menggunakan aspal modifikasi polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA) setelah dilakukan pengujian *Marshall Immersion*.
2. Membandingkan dan menganalisis nilai keausan pada campuran laston lapis aus (AC-WC) dan laston lapis aus (HRS-WC) yang menggunakan aspal modifikasi polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA) setelah dilakukan pengujian *Cantabro*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini dilaksanakan dalam skala laboratorium.
2. Bahan pengikat menggunakan aspal shell penetrasi 60/70.
3. Bahan aditif yang digunakan adalah polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA).
4. Standar yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 1 Seksi 6.3.

5. Kadar Aspal Optimum yang digunakan mengacu pada penelitian Yondhika Pratama mengenai campuran laston lapis aus (AC-WC) dan Shara Khairunnisa mengenai laston lapis aus (HRS-WC) yang menggunakan aspal modifikasi polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS) dan *Ethylene-Vinyl-Acetate* (EVA).
6. Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Marshall Immersion* dan *Cantabro*.

1.5. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan yang dilakukan pada penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang studi literatur yang berisikan informasi teori-teori dasar yang berhubungan dengan penelitian seperti material penyusun perkerasan jalan, kriteria campuran aspal modifikasi polimer berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 1, prosedur pengujian di laboratorium, dan rencana pengujian *Marshall Immersion* dan pengujian *Cantabro*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas alir penelitian atau pengujian yang akan dilakukan mulai dari material dan alat-alat yang digunakan, pengujian material di laboratorium, perencanaan campuran, pembuatan sampel, pengujian menggunakan metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas data hasil penelitian dan menjelaskan hasil analisis data penelitian yang didapat.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan dan saran dari penulis apabila adanya pengkajian kelanjutan dari topik penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi informasi mengenai sumber pustaka dari literatur yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Airey, G. D. 2002. *Reological Evaluation Of Ethylene Vinyl Acetate Polymer Modified Bitumens*, *Journal Of Contruction And Building Materials*, vol. 16, no. 8, pp 473-487.
- Amalia, M. 2012. Analisis Penggunaan Bahan Aditif Jenis Polimer Terhadap Kinerja Campuran Aspal Panas Dengan Tambahan Variasi BGA (*Buton Granular Asphalt*). Universitas Indonesia, Depok.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1. Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan.
- Fang, C. et. al. 2009. *Optimization Of The Modification Technologies Of Asphalt By Using Waste EVA From Packaging*, *Journal Of Vinyl and Additive Technology*, vol. 15, no. 3, pp 199-203, ISSN 1548-0585.
- Fithriayuni, D. Pradani, N. dan Sadli, M. 2016. Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode PDT-01-2002-B, Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Dan Metode Nottingham Pada Ruas Jalan I Gusti Ngurah Rai Palu. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung*.
- Isaccson, U. dan Xiaohu, Lu. 1999. *Characterization Of Bitumens Modified With SEBS, EVA and EBA Polymers*, *Journal Of Materials Science, Division Of Highway Engineering, Royal Institute Of Technology*, Stockholm, Sweden, vol. 34.
- Mashuri. Astuti, F. dan Batti, J. F. 2014. Penuaan Dini dan Durabilitas Perkerasan Lapis Tipis Beton Aspal Lapis Aus (HRS-WC) yang Menggunakan Roadcel-50. *Jurnal Infrastruktur* Vol. 4 No. 2 Desember 2014: 103-113.
- Perdana, S. Subagio, B. S. Rahman, H. dan Hendarto, S. 2012. Kinerja Skid Resistance dan Kedalaman Tekstur Dari Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Dengan Memakai Variasi Agregat dan Polimer *Styrene-Butadiene-Styrene* (SBS). Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Pradani, N. Subagio, B. S. dan Rahman, H. 2011. Kinerja Kelelahan Campuran Beton Aspal Lapis Aus Menggunakan Material Hasil Daur Ulang dan Polimer

- Styrene-Butadiene-Styrene*. Jurnal Transportasi Vol. 11 No. 3 Desember 2011: 163-172.
- Pradani, N. 2013. Pengaruh Penambahan Polimer Elastomer Terhadap Indeks Penetrasi Aspal Yang Mengandung Aspal Daur Ulang. Universitas Taduluko, Palu.
- Polacco, G. dan Berlincioni, S. 2005. *Asphalt Modification with Different Polyethylene Based Polymer*. European Polymer Journal 41. Italia.
- Read, J. dan Whiteoak, D. 2003. *The Shell Bitumen Hand Book Fifth Edition*. UK: Thomas Telford Publishing.
- Suherman. 2013. Pengaruh Polimer EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*) Terhadap Kinerja Campuran Lapis Antara (AC-BC). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau.
- Sukirman, S. 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S. 2007. Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Edisi ke-2, Penerbit Yayasan Obor Indonesia.
- Whiteoak, D. 1991. *The Shell Bitumen Handbook, Surrey*, UK. Shell Bitumen.
- Yosevina. 2015. Kajian Laboratorium Dari Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) Dengan Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.