

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL MINYAK, ASPAL BUTON DAN ASPAL KARET PADA LAPISAN AC-WC UNTUK CAMPURAN ASPAL HANGAT**

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



**MUHAMMAD BAGUS FEBRIANTO  
03011381722129**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TAHUN 2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

# STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL MINYAK, ASPAL BUTON DAN ASPAL KARET PADA LAPISAN AC-WC UNTUK CAMPURAN ASPAL HANGAT

## TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh:

**MUHAMMAD BAGUS FEBRIANTO**  
**03011381722129**

Palembang, 21 April 2022  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I



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



Mirka Pataras, S.T., M.T.  
NIP. 198112012008121001

Mengetahui/Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas nikmat dan karunia-Nya selalu diberikan nikmat sehat, nikmat sempat, dan bahkan nikmat lainnya, sehingga dapat melaksanakan pembuatan laporan tugas akhir mengenai mengenai perkerasan jalan dengan topik pembahasannya yaitu Studi Karakteristik Campuran Aspal Minyak Aspal Buton Dan Aspal Karet Pada Lapisan AC-WC Untuk Campuran Aspal Hangat. Penulis menyadari adanya kekurangan dan jauh dari kata sempurna dalam proses pembuatan laporan tugas akhir ini, yang disebabkan oleh pengetahuan penulis masih terbatas. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan doanya.
2. Keluarga besar yang memberikan dukungan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Aztri Yuli Kurnia, S.T, M.Eng. dan Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T., selaku sebagai pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan hingga dapat diselesaikannya laporan tugas akhir ini.
8. Ibu Aztri Yuli Kurnia, S.T, M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik.
9. Seluruh staf pengajar dan staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan nasehat, ilmu dan bimbingan selama penulis menempuh studi sarjana..

10. Seluruh teman-teman angkatan 2017 jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan di Universitas Sriwijaya, serta teman-teman di lingkungan dalam dan luar kampus yang terus memberikan dukungan..
11. Dan juga pihak lain ikut terlibat sehingga tidak mungkin disebutkan semuanya.. Saya ucapkan terima kasih karena telah membantu dan meluangkan waktu selama pengerjaan tugas akhir.

Akhir kata, penulis berharap tujuan pembuatan laporan tugas akhir ini tercapai sesuai yang diharapkan.

Palembang, 24 April 2022



Muhammad Bagus Febrianto

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data .....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.1.1. Lapis Aspal Beton (Laston) .....	9
2.1.2. Gradasi Agregat Campuran Laston (AC).....	10
2.2. Lapisan <i>Asphalt Concrete - Wearing Course</i> (AC-WC).....	11
2.3. Material Penyusun Lapisan Aspal Hangat (WMAC).....	11
2.3.1. Aspal Minyak .....	12
2.3.2. Aspal Buton.....	13
2.3.3. Aspal Karet.....	14
2.3.4. Agregat Kasar.....	15

2.3.5.	Agregat Halus.....	17
2.3.6.	Bahan pengisi ( <i>filler</i> ).....	17
2.3.7.	Bahan Aditif.....	18
2.4.	Metode <i>Marshall</i> .....	20
2.5.	Studi Karakteristik Penelitian.....	21
2.5.1.	<b>Pengujian Aspal</b> .....	21
2.5.2.	<b>Pemeriksaan Karakteristik Aspal</b> .....	22
2.6.	Campuran Aspal Hangat ( <i>Warm Mix Asphalt</i> ).....	24
2.7.	Pembuatan dan Produksi Campuran Beraspal.....	25
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>29</b>
3.1	Umum.....	29
3.2	Studi Literatur.....	29
3.3	Persiapan Bahan Baku dan Peralatan .....	29
3.3.1.	Persiapan Bahan Baku.....	29
3.3.2.	Persiapan Peralatan .....	30
3.4	Pengujian Material .....	31
3.5	Menentukan Nilai Kadar Aspal Optimum.....	32
3.6	Pembuatan Benda Uji.....	32
3.7	Pengujian <i>Marshall</i> .....	35
3.8	Analisis Data .....	35
3.9	Penentuan kadar aditif wax aspal minyak, buton dan karet: .....	35
3.10	Metode Aktivasi <i>Zeolite</i> .....	35
3.11	Pengujian Bahan Aditif <i>Zeolite</i> .....	36
<b>BAB 4 HASIL; DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>38</b>
4.1	Pengujian Karakteristik Agregat .....	38
4.2	Hasil Pengujian <i>Filler</i> .....	38

4.3	Perbandingan Karakteristik Bahan Pengganti .....	38
4.4	Pemeriksaan Karakteristik Bahan Aditif .....	38
4.5	Pemeriksaan Karakteristik Aspal .....	39
4.6	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Lapisan AC-WC <i>Warm Mix Asphalt</i> .....	47
4.7	Perhitungan Kadar Aspal Rencana Lapisan AC-WC <i>Warm Mix Asphalt</i> .....	48
4.8	Pembuatan Benda Uji .....	58
4.9	Pengujian <i>Marshall</i> .....	59
4.9.1	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Minyak- <i>Wax</i> .....	59
4.9.2	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Minyak- <i>Zeolite</i> .....	64
4.9.3	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	70
4.9.4	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Karet- <i>Zeolite</i> .....	75
4.9.5	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Buton- <i>Wax</i> .....	80
4.9.6	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Buton- <i>Zeolite</i> .....	86
4.9.7	Hasil Uji <i>Marshall</i> Pada Aspek Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	91
4.10.	Pembahasan .....	93
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>103</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>103</b>
5.1.	Kesimpulan .....	103
5.2.	Saran .....	104
<b>References .....</b>		<b>108</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>		<b>xx</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Bahan Baku BGA .....	12
2.2. Bahan Baku LGA .....	13
2.3. LGA .....	13
2.4. <i>Zeolite</i> Alam .....	18
2.5. <i>Zeolite</i> Sintesis.....	19
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	29
4.1 Grafik Komposisi Lapisan AC-WC Gradasi <i>Warm Mix Asphalt</i> .....	59
4.2 Grafik VMA Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	61
4.3 Grafik VFA Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	62
4.4 Grafik VIM Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	62
4.5 Grafik Stabilitas Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	63
4.6 Grafik Kelelehan Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	64
4.7 Grafik <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	64
4.8 Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Minyak- <i>Wax</i> .....	65
4.9 Grafik VMA Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	66
4.10 Grafik VFA Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	67
4.11 Grafik VIM Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	68
4.12 Grafik Stabilitas Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	68
4.13 Grafik Kelelehan Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	69
4.14 Grafik <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	70
4.15 Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Minyak- <i>Zeolite</i> .....	70
4.16 Grafik VMA Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	72
4.17 Grafik VFA Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	72
4.18 Grafik VIM Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	73
4.19 Grafik Stabilitas Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	73
4.20 Grafik Kelelehan Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	74
4.21 Grafik <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	75
4.22 Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Karet- <i>Wax</i> .....	75



4.23	Grafik VMA Campuran Aspal Karet-Zeolite .....	77
4.24	Grafik VFA Campuran Aspal Karet-Zeolite.....	77
4.25	Grafik VIM Campuran Aspal Karet-Zeolite.....	78
4.26	Grafik Stabilitas Campuran Aspal Karet-Zeolite.....	78
4.27	Grafik Kelelehan Campuran Aspal Karet-Zeolite .....	79
4.28	Grafik <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Karet-Zeolite.....	80
4.29	Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Karet-Zeolite .....	80
4.30	Grafik VMA Campuran Aspal Buton-Wax .....	82
4.31	Grafik VFA Campuran Aspal Buton-Wax.....	82
4.32	Grafik VIM Campuran Aspal Buton-Wax.....	83
4.33	Grafik Stabilitas Campuran Aspal Buton-Wax.....	84
4.34	Grafik Kelelehan Campuran Aspal Buton-Wax .....	85
4.35	Grafik <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Buton-Wax .....	85
4.36	Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Buton-Wax.....	86
4.37	Grafik VMA Campuran Aspal Buton-Zeolite .....	88
4.38	Grafik VFA Campuran Aspal Buton-Zeolite.....	88
4.39	Grafik VIM Campuran Aspal Buton-Zeolite.....	89
4.40	Grafik Stabilitas Campuran Aspal Buton-Zeolite.....	89
4.41	Grafik Kelelehan Campuran Aspal Buton-Zeolite .....	90
4.42	Grafik <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Buton-Zeolite .....	91
4.43	Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Buton-Zeolite.....	91
4.44	Grafik hasil perbandingan kadar aspal optimum % .....	96
4.45	Grafik hasil perbandingan VMA .....	97
4.46	Grafik hasil perbandingan VFA.....	98
4.47	Grafik hasil perbandingan VIM.....	99
4.48	Grafik hasil perbandingan Stabilitas.....	100
4.49	Grafik hasil perbandingan kelelehan .....	101
4.50	Grafik hasil perbandingan <i>Marshall Quotient</i> .....	102

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Perbandingan Metode Penelitian Sebelumnya dan Analisis Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang .....	7
2.2. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston Modifikasi .....	10
2.3. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal.....	10
2.4. Batas-batas “Bahan Bergradasi Senjang” .....	11
2.5. Tabel Nominal Minimum Campuran Aspal Laston .....	12
2.5. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 ketentuan Agregat Kasar..	15
2.6. Spesifikasi Umum bina Marga Tahun 2018 ukuran nominal Agregat Kasar penampang dingin untuk campuran aspal .....	16
2.7. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 ketentuan Agregat Halus..	17
2.8. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Sifat Bahan Tambah <i>Zeolite</i> untuk Campuran Aspal Hangat ( <i>Warm Mix Asphalt</i> ).....	18
2.9. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Sifat Bahan Tambah <i>Zeolite</i> untuk <i>Warm Mix Asphalt</i> .....	20
2.10. Pengujian dan Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70 .....	23
2.11. Pengujian dan Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70- <i>wax</i> .....	24
2.12. Pengujian dan Persyaratan Aspal Buton Pra-campur .....	24
2.13. Pengujian dan Persyaratan Aspal Buton Pra-campur- <i>wax</i> .....	25
2.14. Ketentuan Temperatur untuk Pencampuran dan Pematatan .....	28
3.1 Jumlah Sampel Benda Uji untuk <i>Marshall Test</i> .....	33
4.1 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2 .....	36
4.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-1 .....	37
4.3 Hasil Pemeriksaan Abu Batu .....	37
4.4 Hasil Pemeriksaan Pasir .....	38
4.5 Hasil Pengujian Semen .....	38
4.6 Perbandingan Karakteristik Semen dan Pasir.....	39
4.7 Hasil Uji Sifat Bahan Aditif <i>Zeolite</i> untuk Campuran Aspal Hangat.....	40

4.8	Hasil Uji Sifat Bahan Aditif Wax untuk Campuran Aspal Hangat.....	40
4.9	Hasil Pengujian Aspal Minyak (Penetrasi 60/70).....	41
4.10	Hasil Pengujian Aspal Buton JBMA-50.....	41
4.11	Hasil Pengujian Aspal Karet Modifikasi Lateks .....	42
4.12	Rekapitulasi Hasil Pengujian Ketiga Aspal Tanpa Wax.....	42
4.13	Hasil Uji Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70-wax 1% .....	43
4.14	Hasil Uji Karakteristik Aspal Buton Modifikasi JBMA-50-wax 1% .....	44
4.15	Hasil Pengujian Aspal Karet Modifikasi Lateks-wax 1% .....	44
4.16	Rekapitulasi Hasil Pengujian Ketiga Aspal dengan wax 1% .....	45
4.17	Hasil Uji Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70-wax 2% .....	46
4.18	Hasil Uji Karakteristik Aspal Buton Modifikasi JBMA-50-wax 2% .....	46
4.19	Hasil Pengujian Aspal Karet Modifikasi Lateks-wax 2% .....	47
4.20	Rekapitulasi Hasil Pengujian Ketiga Aspal dengan wax 2% .....	47
4.21	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat .....	48
4.22	Titik kontrol ( batas bawah dan batas atas ) gradasi persen lolos laston AC-WC .....	50
4.23	Gradasi Persen Lolos Agregat dengan Metode Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 .....	52
4.24	Rencana Kadar Aspal Rencana (KAR).....	53
4.25	Tabel Gradasi Asli Campuran Standar Lapisan AC-WC .....	54
4.26	Komposisi Gradasi Lolos Saringan Campuran Standar yang dipakai untuk perhitungan matriks <i>Gauss-Jordan</i> .....	55
4.27	Hasil Perhitungan dengan Metode Eliminasi Gauss Jordan Campuran Hangat.....	56
4.28	Tabel Komposisi Gradasi Lapisan AC-WC <i>Warm Mix Asphalt</i> .....	58
4.29	Hasil uji <i>marshall</i> aspal Minyak menggunakan bahan tambah wax.....	60
4.30	Hasil uji <i>marshall</i> aspal minyak menggunakan bahan tambah <i>zeolite</i> ...	66
4.31	Hasil uji <i>marshall</i> aspal karet menggunakan bahan tambah wax.....	71
4.32	Hasil uji <i>marshall</i> aspal karet menggunakan bahan tambah <i>zeolite</i> .....	76
4.33	Hasil uji <i>marshall</i> aspal buton menggunakan bahan tambah wax.....	81
4.34	Hasil uji <i>marshall</i> aspal buton menggunakan bahan tambah <i>zeolite</i> .....	87
4.35	Hasil uji <i>marshall</i> terhadap KAO menggunakan aspal minyak penetrasi	

60/70 ex Rabana-wax.....	92
<b>4.36</b> Hasil uji <i>marshall</i> terhadap KAO menggunakan aspal minyak penetrasi 60/70 ex Rabana-zeolite.....	92
<b>4.37</b> Hasil uji <i>marshall</i> terhadap KAO menggunakan aspal karet modifikasi lateks-wax .....	93
<b>4.38</b> Hasil uji <i>marshall</i> terhadap KAO menggunakan aspal karet modifikasi lateks-zeolite .....	93
<b>4.39</b> Hasil uji <i>marshall</i> terhadap KAO menggunakan aspal buton JBMA-50 -wax.....	94
<b>4.40</b> Hasil uji <i>marshall</i> terhadap KAO menggunakan aspal buton JBMA-50-zeolite.....	94
<b>4.41</b> Hasil <i>marshall</i> terhadap Nilai KAO Campuran AC-WC .....	97

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan <i>Job Mix Formula</i> Campuran AC-WC Standar <i>Zeolite</i> dan Campuran AC-WC Standar <i>Wax</i> .....	xvi
2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus.....	xxvii
3. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	xxxii
4. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	xxxiii
5. Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat.....	xxxv
6. Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastik Dengan Setara Pasir.....	xxxix
7. Pengujian Aspal.....	xli
8. Kebutuhan Aspal dan Agregat Campuran Laston AC-WC.....	lxxxvi
9. Tahapan Pengujian Aspal.....	lxxxvii
10. Tahapan Pengujian Agregat.....	xc
11. Tahapan Pengujian filler.....	xcvii
12. Pengujian bahan aditif zeolite.....	xcviii
13. Dokumentasi Penelitian.....	cvii

# RINGKASAN

STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL MINYAK, ASPAL BUTON DAN ASPAL KARET PADA LAPISAN AC-WC UNTUK CAMPURAN ASPAL HANGAT

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 24 April 2022

Muhammad Bagus Febrianto; Dibimbing oleh Aztri Yuli Kurnia, S.T., M.Eng. dan Mirka Pataras, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

cx + 110 halaman, 50 gambar, 55 tabel, 13 lampiran

Di Indonesia, masih banyak penggunaan campuran aspal panas. Namun, aspal campuran panas membutuhkan bahan bakar dalam jumlah besar selama proses pemanasan sehingga produksi CO<sub>2</sub> menjadi tinggi, dan berdampak tidak baik untuk lingkungan. Perlunya inovasi campuran beraspal yang ramah lingkungan sehingga mengurangi pemanasan global. Pengurangan produksi CO<sub>2</sub> dan penghematan energi dapat dilakukan dengan menggunakan campuran aspal hangat. Campuran aspal hangat dapat di olah dengan suhu yang lebih rendah tetapi dengan mutu dan aspal kualitas yang sama dengan *Hot Mix Asphalt* (HMA). Penelitian menggunakan metode uji coba langsung di laboratorium dengan memakai tiga jenis aspal yaitu aspal minyak penetrasi 60/70 rabana, aspal karet modifikasi lateks dan aspal buton JBMA-50 serta menggunakan bahan aditif *wax* dan *zeolite* dengan penggunaan bahan aditif *wax* 1% dari berat aspal dan *zeolite* 1% dari agregat untuk menurunkan suhu aspal. Penelitian ini menggunakan campuran aspal hangat pada lapisan AC-WC dengan metode karakteristik pengujian karakteristik *marshall*. Tujuan dari pengujian *marshall* adalah untuk menentukan nilai parameter dan kadar aspal yang optimum. Dengan adanya nilai tersebut, dapat dilakukan analisis dan menghitung kadar aspal optimum dengan acuan spesifikasi umum Bina Marga 2018 revisi 2. Adapun hasil penelitian studi karakteristik uji *marshall*, KAO yang paling sedikit dalam penggunaan aspalnya adalah aspal karet dengan campuran *zeolite* 6.28%. Nilai MQ yang paling tinggi adalah aspal karet-*wax* dengan nilai 366.14 kg/mm, hal ini artinya aspal karet-*wax* campurannya paling kaku diantara kelima campuran lainnya. Nilai VFA yang paling tinggi adalah aspal buton-*wax* dengan nilai 72.47%. Hal ini berarti aspal buton-*wax* dapat mengisi rongga sehingga tingkat kekedapan campuran ini paling baik.

**Kata kunci:** Campuran aspal hangat-AC-WC, *Marshall Test*, Aspal Minyak, Aspal Buton dan Aspal Karet

# SUMMARY

## STUDY OF CHARACTERISTICS OF BUTONE OIL, ASPHALT MIXTURE AND RUBBER ASPHALT ON AC-WC LAYER FOR WARM ASPHALT MIXTURE

Scientific writing in the form of a Final Project, September 24, 2021

Muhammad Bagus Febrianto; Supervised by Aztri Yuli Kurnia, ST, M.Eng. and Mirka Pataras, ST, MT

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

cvii + 110 pages, 50 images, 55 tables, 13 attachments

In Indonesia, there are still many uses of hot mix asphalt. However, hot mix asphalt requires a large amount of fuel during the heating process so that the production of CO<sub>2</sub> becomes high, and has an adverse impact on the environment. The need for innovation of environmentally friendly asphalt mixtures so as to reduce global warming. Reduction of CO<sub>2</sub> production and energy savings can be achieved by using warm asphalt mixtures. Warm mix asphalt can be treated with lower temperatures but with the same quality and quality asphalt as Hot Mix Asphalt (HMA). This research method is a direct test in the laboratory using three types of asphalt, namely 60/70ex-rabana penetration oil asphalt, latex modified rubber asphalt and JBMA-50 buton asphalt as well as using wax and zeolite additives with the use of 1% wax additives by weight of asphalt and 1% zeolite from aggregates to lower the asphalt temperature. This study uses a mixture of warm asphalt on the AC-WC layer with the Marshall characteristic test method. The purpose of the Marshall test is to determine the optimum parameter values and asphalt content. From this value, it can be analyzed and calculated the optimum asphalt content by referring to the general specifications of Bina Marga in 2018 revision 2. As for the results of the research on the characteristics of the Marshall test, the most little use KAO is rubber asphalt with a mixture of 6.28% zeolite. The highest MQ value is rubber-waxed asphalt with a value of 366.14 kg/mm, this means that the asphalt-rubber-wax mixture is the stiffest among the other five mixtures. The highest VFA value was Buton-wax asphalt with a value of 72.47%. This means that the buton-waxed asphalt can fill the voids so that the viscosity of this mixture is the best.

**Keywords:** Warm mix asphalt-AC-WC, Marshall Test, Butone Oil, Asphalt Mixture and Rubber Asphalt

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Bagus Febrianto  
NIM : 03011381722129  
Judul : Studi Karakteristik Campuran Aspal Minyak, Aspal Buton Dan Aspal Karet Pada Lapisan AC-WC Untuk Campuran Aspal Hangat

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.

**Palembang, 24 April 2022**

**Yang membuat pernyataan**



**Muhammad Bagus Febrianto**

**NIM. 03011381722129**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Karakteristik Campuran Aspal Minyak, Aspal Buton Dan Aspal Karet Pada Lapisan AC-WC Untuk Campuran Aspal Hangat” yang disusun oleh, Muhammad Bagus Febrianto, 03011381722129 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 April 2022.

Palembang, 21 April 2022

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

### Pembimbing

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

(  )

2. Mirka Pataras, S.T., M.T.  
NIP. 198112012008121001

(  )

### Penguji

1. Rhapyalyani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 198504032008122006

(  )

Mengetahui/Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,

  
  
Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Bagus Febrianto

NIM : 03011381722129

Judul : Studi Karakteristik Campuran Aspal Minyak, Aspal Buton Dan Aspal Karet Pada Lapisan AC-WC Untuk Campuran Aspal Hangat

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

**Palembang, 24 April 2022**



**Muhammad Bagus Febrianto**

**NIM. 03011381722129**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Bagus Febrianto

Tempat Tanggal Lahir: Palembang, 26 Februari 2000

Jenis Kelamin : Laki-laki

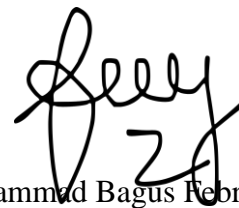
Email : bagusfbr@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Fakultas</b>	<b>Jurusan</b>	<b>Masa</b>
SD Baptis Palembang	-	-	2006-2011
SMP Negeri 3 Palembang	-	-	2011-2014
SMA Negeri 6 Palembang	-	IPA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil dan Perencanaan	2017-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Muhammad Bagus Febrianto)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jalan adalah sarana diperuntukan bagi kendaraan darat serta memiliki peran penunjang kegiatan sehari-hari. Apabila terjadinya kerusakan jalan, maka bukan hanya akan mengganggu kegiatan pengguna jalan saja, tetapi juga membahayakan keselamatan pengguna jalan. Agar kualitas jalan baik, di perlukan struktur perkerasan yang baik. Berdasarkan bahan pengikat, perkerasan jalan ada tiga yaitu perkerasan kaku, perkerasan komposit dan perkerasan lentur. Salah satu jenis struktur jalan yang dipakai untuk pembuatan infrastruktur jalan adalah perkerasan lentur. Perkerasan lentur mempunyai tiga lapisan, salah satunya lapisan AC-WC. Lapisan ini memakai aspal untuk bahan pengikat. Aspal didefinisikan sebagai material yang di gunakan sebagai pelekat (*cementitious*) dengan unsur utamanya bitumen (Wilanda, dkk, 2019). Di Indonesia, masih banyak menggunakan campuran aspal panas dalam pembuatan jalan konstruksi perkerasan jalan lentur.

Campuran aspal panas saat proses pemanasan ini tentunya membutuhkan suhu yang cukup tinggi agar mendapatkan hasil campuran berkualitas. Akibatnya membutuhkan bahan bakar dalam jumlah besar serta emisi buang yang besar juga, sehingga berpotensi terjadinya kenaikan suhu bumi dan juga pemanasan global. Karena campuran aspal panas ini sifatnya kurang ramah lingkungan, maka pentingnya dilakukan penelitian yang bersifat ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi dampak pemanasan global. Pada bidang konstruksi perkerasan jalan lentur, penggunaan campuran aspal hangat merupakan inovasi dalam mengurangi penggunaan bahan bakar dan emisi buang.

Campuran *Warm Mix Asphalt* dapat di olah dengan suhu yang lebih rendah, tetapi kualitas aspal yang sama dengan *Hot Mix Asphalt* (HMA). Suhu yang di gunakan pada *Warm Mix Asphalt* 20°C - 40°C lebih rendah dari *Hot Mix Asphalt* (HMA). WMA adalah teknologi yang di gunakan untuk proses pemadatan dengan

temperatur lebih rendah dari HMA dengan cara menurunkan viskositas dari aspal dengan menggunakan suhu lebih tinggi dari titik didih air (Sentosa, dkk, 2018).

Dalam penggunaan campuran aspal hangat, dibutuhkan bahan aditif agar dapat mengurangi suhu pemadatan dan pencampuran. Di Indonesia ada banyak kekayaan alam berupa bahan aditif *zeolite* dan *wax* yang bisa digunakan pada campuran aspal hangat. *Zeolite* alam ini, bersifat dapat menyerap air dan melepaskannya jika terkena panas, sehingga bisa dipakai sebagai bahan aditif campuran hangat (Affandi, 2011). Namun, sayangnya di Indonesia campuran aspal hangat ini belum di kembangkan. Karena jumlah bahan aditif yang melimpah serta campuran aspal hangat ini penggunaannya belum dikembangkan di Indonesia, perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran aspal hangat pada konstruksi perkerasan lentur pada lapisan AC-WC. Penelitian ini akan menggunakan tiga macam aspal yaitu aspal minyak, aspal buton dan aspal karet. Aspal buton mempunyai keunggulan titik lelehnya lebih baik di banding dengan aspal minyak, sedangkan untuk aspal karet memiliki keunggulan kualitas perkerasan aspal menjadi lebih baik (Elzando, dkk, 2019). Dari uraian di atas, tentunya aspal memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang dapat di gunakan untuk campuran aspal hangat pada lapisan AC-WC.

Berdasarkan latar belakang yang di paparkan, dilakukan studi penelitian karakteristik aspal minyak, aspal buton dan aspal karet pada campuran *Warm Mix Asphalt* (WMA). Pengujian dilakukan di Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan agar mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran WMA, mengkaji parameter campuran aspal menggunakan metode *marshall* dan memenuhi ketentuan spesifikasi umum bina marga 2018 revisi 2. Oleh sebab itu, bahasan penelitian ini adalah Studi Karakteristik Campuran Aspal Minyak, Aspal Buton dan Aspal Karet Pada Lapisan AC-WC Untuk Campuran Aspal Hangat.

## 1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini didasarkan pada latar belakang:

1. Bagaimana karakteristik campuran aspal minyak, aspal buton, dan aspal karet menggunakan bahan tambah *zeolite* dan *wax* dengan suhu *warm mix asphalt* sebagai bahan pengikat lapisan AC-WC?
2. Bagaimana karakteristik *marshall* dengan suhu *warm mix asphalt* menggunakan campuran aspal minyak, aspal buton dan aspal karet memakai aditif *zeolite* dan *wax* untuk bahan pengikat lapisan AC-WC?
3. Berapa nilai kadar aspal optimum yang didapatkan dari campuran aspal minyak, aspal buton dan aspal karet dengan menggunakan bahan aditif *zeolite* dan *wax* pada suhu *warm mix asphalt* sebagai bahan pengikat lapisan AC-WC?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi ini adalah untuk:

1. Mendapatkan nilai parameter uji yang berasal dari campuran aspal minyak, aspal buton dan aspal karet menggunakan bahan tambah *zeolite* dan *wax* pada campuran aspal hangat untuk bahan pengikat lapisan AC-WC.
2. Menganalisis dan membandingkan parameter *Marshall* menggunakan campuran aspal minyak, aspal buton dan aspal karet pada suhu campuran hangat menggunakan aditif *zeolite* dan *wax* sebagai bahan pengikat lapisan AC-WC.
3. Menganalisis dan menghitung nilai KAO memakai suhu campuran hangat menggunakan aspal minyak, aspal buton dan aspal karet dengan menggunakan bahan tambah *zeolite* dan *wax* untuk pengikat lapisan AC-WC.

## 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian adalah:

1. Penelitian di laksanakan di laboratorium balai besar pelaksanaan jalan nasional V provinsi Sumatera Selatan.

2. Komposisi sampel terdiri dari agregat yang diikat menggunakan campuran aspal minyak, aspal karet dan aspal buton dengan penambahan aditif *zeolite* dan *wax*.
3. Sampel dibuat menggunakan campuran *warm mix asphalt*.
4. Standar penelitian ini menggunakan spesifikasi umum bina marga tahun 2018 revisi 2 terkendali.
5. Sampel diuji menggunakan alat *marshall test*.
6. Persyaratan mengacu pada spesifikasi bina marga 2018 perihal spesifikasi agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan proses pengujian lainnya.
7. Lingkup penelitian di batasi hanya lapisan AC – WC.

### **1.5. Metode Pengumpulan Data**

Ada dua metode pengumpulan data, yaitu:

#### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data dikumpulkan saat penelitian. Data karakteristik agregat, aspal minyak penetrasi 60/70 rabana, aspal buton JBMA-50, aspal karet modifikasi lateks, dan pengujian campuran aspal dengan metode *Marshall* menggunakan bahan aditif *zeolite* dan *wax* pada suhu campuran hangat (*warm mix*) adalah data primer yang berasal dari percobaan langsung di laboratorium.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder dapat digunakan sebagai pendukung data primer, yaitu data dikumpulkan untuk tujuan penelitian. Data sekunder dipakai seperti kajian literatur yang masih berkaitan dengan penelitian. Untuk data sekunder lainnya seperti buku, jurnal, peraturan, standar pengujian, internet dan penelitian sebelumnya masih terkait dengan penelitian saat ini.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Berikut ini adalah sistem penulisan dalam menyusun laporan tugas akhir:

### **1. PENDAHULUAN**

Pembahasannya terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan dari penelitian yang akan di lakukan.

### **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pembahasannya mencakup kajian literatur terdiri dari informasi tentang teori dasar mendasari penelitian, bahan dipakai untuk campuran hangat, dengan acuan spesifikasi umum bina marga 2018 dan menggunakan metode *marshall*.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang metode penelitian dan rencana penelitian yang dijabarkan dalam bentuk diagram penelitian, bahan dan alat untuk penelitian, pengujian bahan, perencanaan pencampuran, persiapan sampel, pengujian memakai metode *marshall*, analisis uji.

### **4. DAFTAR PUSTAKA**

Memberikan informasi tentang sumber-sumber literatur yang digunakan untuk referensi dalam penelitian ini. Daftar pustaka terdiri dari rujukan yang dipakai untuk penulisan tugas akhir.

### **5. LAMPIRAN**

Isi lampiran merupakan dokumen pendukung saat melakukan Tugas Akhir. Lampiran ini tentunya bersifat hanya sebagai pelengkap, tentunya tidak mengganggu para pembaca saat memahami karya ilmiah dari penulis.



## References

- Adelia, S. dan Dewi, R. (2019): Pengaruh Penggunaan Aspal Buton, Aspal Karet, Dan Aspal Minyak Pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Halus Dengan Pengujian *Marshall*, *Doctoral dissertation Sriwijaya University*.
- Affandi, F. (2011): Campuran Beraspal hangat Untuk Perkerasan Jalan: <https://binamarga.pu.go.id/bintekjatan/repositori/system/files/12.%20Kinerja%20Lapangan%20Campuran%20Beraspal%20Hangat%20-%20FA.pdf>, diunduh pada 2 Agustus 2021.
- Affandi, F. dan Hadisi, H. (2011): Pengaruh Metode Aktivasi *Zeolite* Alam Sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Aspal Hangat (*The Activation Method Influence Of Natural Zeolit On Decreasing Temperature Of Warm-Mix Asphalt*), *Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan*.
- Al-Amri, Fahrul. (2016): Studi Perbandingan Penggunaan Aspal Minyak Dengan Aspal Buton Lawele Pada Campuran Aspal Concrete Base Course (AC-BC) Menggunakan Metode *Marshall*, *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi* Vol. 4 No.2, 185-190.
- Badaron, S.F., Gecong, A., Anies, M.K., Achmad, W.M., dan Setiani, E.P. (2019): Studi Perbandingan Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan menggunakan Limbah Marmer dan Abu Sekam Padi sebagai Filler, *PENA TEKNIK, Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik* Vol.4 No.2, 146-150.
- Elzando, S., Pataras, M., dan Dewi, R. (2019): Karakteristik Variasi Aspal (Asbuton, Aspal Karet, Dan Aspal Minyak) Pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Tipis Terhadap Parameter *Marshall*, *Doctoral dissertation Sriwijaya University*.
- Iqbal, M., Pataras, M., dan Dewi, R. (2019): Perubahan Karakteristik Asbuton, Aspal Karet, Dan Aspal Minyak Pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Dengan Uji *Marshall Immersion* Dan *Cantabro Test*, *Doctoral dissertation Sriwijaya University*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018): Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2) Terkendali, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Liwanda, M.N., Pataras, M., dan Dewi, R. (2019): Kinerja Variasi Aspal (Asbuton Jbma, Aspal Karet, Dan Aspal Minyak) Pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar Dengan Pengujian *Marshall*, *Doctoral dissertation Sriwijaya University*.
- Nursandah, F. dan Zaenuri, M. (2019): Penelitian Penambahan Karet Alam (Lateks) Pada Campuran Laston AC-WC Terhadap Karakteristik *Marshall*, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan* Vol.4 No.2, 262-266.
- Prastanto., Henry., Firdaus, Y., Puspitasari, S., Ramadhan, A., Ferdian, A., dan Fallah, F. (2018): Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam Pada Berbagai Jenis Dan Dosis Lateks Karet Alam, *Jurnal Penelitian Karet* Vol.36 No.1, 65-74.

- Purwanto, E.H., Sakti, H.S., Setiadji, B.H., dan Supriyono, S. (2014): Pengaruh Penambahan Sasobit Pada *Warm Mix Asphalt* Terhadap Mutu Campuran Aspal, *Jurnal Karya Teknik Sipil* Vol.3 No.1, 93-104.
- Sentosa, L., Subagio, B.S., Rahman, H., dan Yamin, R.A. (2018): Aktivasi Zeolit Alam Asal Bayah Dengan Asam Dan Basa Sebagai Aditif Campuran Beraspal Hangat (*Warm Mixed Asphalt (WMA)*), *Jurnal Teknik Sipil ITB* Vol.25 No.3, 203-210
- Saputra, A.S.N., Pataras, M., dan Dewi, R. (2019): Pengaruh Penambahan Zeolit dan Wax Pada Campuran Aspal Hangat (*WARM MIX ASPHALT*) Lapis Antara (WMA-C-BC), *Doctoral dissertation Sriwijaya University*.
- Sinaga, M.T., Pataras, M., dan Dewi, R. (2019): Tinjauan Laboratorium Campuran Hangat (*Warm Mix*) Pada Laston Lapis Aus (WMA-C-WC), Lapis Antara (WMA-C-BC) Dan Lapis Pondasi (WMA-C-BASE) Menggunakan Metode *Marshall Immersion* Dan *Cantabro Test*, *Doctoral dissertation Sriwijaya University*.
- Sulaiman, S., Utami, R., dan Yulianti, N.P. (2018): Karakteristik *Asphalt Concrete Wearing Course* akibat penambahan karet alam padat SIR20 dengan metode eksperimental, *Jurnal Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* Vol.9 No.9, 203-207.
- Thanaya, I.N.A., Puranto, I.G.R., dan Nugraha, I.N.S. (2016): Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Lateks, *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, Vol. 22 No.2, 77-86.
- Yutomo, C. (2019): Kajian Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Stabilitas Pada Aspal Modifikasi Dengan Karet Ban Mobil Bekas, *Doctoral dissertation National Institute of Technology*.