

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX  
PADA CAMPURAN ASPAL HANGAT (*WARM MIX  
ASPHALT*) LAPIS ANTARA (*WMAC-BC*)**



**AWANG SETIAWAN NOVA SAPUTRA**

**03011381720017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX PADA CAMPURAN ASPAL HANGAT (*WARM MIX ASPHALT*) LAPIS ANTARA (WMAC-BC)**

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



**AWANG SETIAWAN NOVA SAPUTRA**

**03011381720017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX PADA  
CAMPURAN ASPAL HANGAT (*WARM MIX ASPHALT*)  
LAPIS ANTARA (WMAC-BC)**

**SKRIPSI**

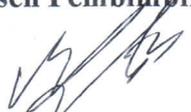
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Awang Setiawan Nova Saputra**  
**03011381720017**

**Palembang, Juli 2019**

**Dosen Pembimbing I,**

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

**NIP. 198112012008121001**

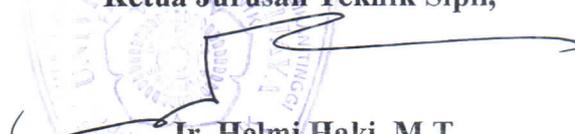
**Diperiksa dan disetujui oleh,**

**Dosen Pembimbing II,**

  
**Ratna Dewi, S.T., M.T**

**NIP. 197406152000032001**

**Mengetahui/Menyetujui**  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil,**

  
**Ir. Helmi Haki, M.T.**

**NIP. 196107031991021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Penambahan Zeolit dan Wax pada Campuran Aspal Hangat (*Warm Mix Asphalt*) Lapis Antara (WMAC-BC)” yang disusun oleh Awang Setiawan Nova Saputra, NIM 03011381720017 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juli 2019.

Palembang, Juli 2019

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Mirka Pataras, S.T., M.T.  
NIP. 198112012008121001 (  )
2. Ratna Dewi, S.T., MT.  
NIP. 197406152000032001 (  )

Anggota:

3. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.  
NIP. 196706151995121002 (  )
4. Dr. Melawaty Agustien, S.Si., M.T.  
NIP. 197408151999032003 (  )
5. Aztri Yuli Kurnia, S.T., M.Eng.  
NIP. 198807132012122003 (  )

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. H. Helmi Hakki, M.T.

NIP. 196107031991021001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Awang Setiawan Nova Saputra

NIM : 03011381720017

Judul : Pengaruh Penambahan Zeolit dan *Wax* pada Campuran Aspal Hangat  
(*Warm Mix Asphalt*) Lapis Antara (WMA-BC)

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi 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.



Inderalaya, Juli 2019



Awang Setiawan Nova Saputra

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dihaturkan kepada Allaah SWT atas rahmat dan karunia-Nya beserta Nabi Muhammad SAW sebagai pedoman hidup manusia di dunia sehingga dapat diselesaikannya laporan tugas akhir yang berjudul Pengaruh Penambahan Zeolit dan Wax pada Campuran Aspal Hangat (*Warm Mix Asphalt*) Lapis Antara (WMAC-BC). Dalam penyusunan, didapatkan banyak arahan dan bimbingan dari dosen pembimbing serta didapatkan juga bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua atas doa dan dukungan yang selalu mengiringi langkah.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Bapak M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T., dan Ibu Ratna Dewi, ST., MT., selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak bimbingan, saran, dan nasihat sehingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
8. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan arahan selama penulis menempuh pendidikan S-1.
9. Seluruh staff laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) Wilayah V yang telah bersedia membantu dalam melaksanakan penelitian ini sehingga pengerjaan tugas akhir ini dapat selesai dan lancer.
10. Teman-teman seperjuangan D3 angkatan 2017 serta teman-teman Teknik Sipil lainnya, dan teman-teman diluar lingkungan kampus yang terus memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu atas dukungan dan doanya selama pengerjaan tugas akhir.

Akhirnya, sangat diharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca, khususnya bagi civitas Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2019

Awang Setiawan Nova Saputra

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
BERITA ACARA .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
RINGKASAN .....	viii
<i>SUMMARY</i> .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Percobaan.....	3
1.4 Hipotesa Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Struktur Perkerasan Jalan .....	7
2.3.1 Perkerasan Lentur ( <i>Flexible Pavement</i> ) .....	8
2.3.2 Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ) .....	8

2.3.3 Perkerasan Komposit ( <i>Compositei Pavement</i> ) .....	9
2.3 Lapis Aspal Beton (Laston)) .....	10
2.3.1 Lapis Aspal Beton Antara (AC-BC) .....	11
2.4 Campuran Aspal Hangat ( <i>Warm Mix Asphalt</i> ).....	12
2.5 Material Penyusun Laston Hangat (WMAC) .....	13
2.5.1 Aspal .....	13
2.5.2 Agregat .....	14
2.5.3 Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ) .....	17
2.5.4 Gradasi Agregat Gabungan.....	17
2.5.5 Bahan Aditif .....	19
2.6 Kadar Aspal Rencana .....	26
2.7 Metode Marshall .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>30</b>
3.1 Studi Literatur dan Lapangan .....	30
3.2 Persiapan Bahan Baku dan Peralatan .....	32
3.3 Pengujian Material .....	33
3.4 Design Mix Formula .....	35
3.5 Job Mix Formula (JMF) .....	35
3.6 Pembuatan Benda Uji .....	35
3.7 Pengujian Marshall.....	36
3.8 Analisis Pengujian.....	36
3.8 Analisis Pengujian.....	36
3.9 Kesimpulan dan Saran .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Pemeriksaan Karakteristik Aspal .....	38
4.2 Pemeriksaan Karakteristik Agregat .....	40
4.3 Pemeriksaan Karakteristik Bahan Aditif .....	42
4.4 Komposisi Agregat pada Campuran Laston Hangat Lapis Antara.....	43
4.5 Perhitungan Kadar Aspal Rencana .....	56
4.6 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	59

4.6.1. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston Aspal Pen 60/70- <i>Wax</i> .....	59
4.6.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston Zeolit .....	65
4.6.3. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Terhadap Nilai KAO .....	70
4.7 Pembahasan .....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	79
5.1. Kesimpulan .....	79
5.2. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....	81
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston Modifikasi .....	11
Tabel 2.2 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal .....	12
Tabel 2.3 Ketentuan Viskositas Aspal untuk Pencampuran dan Pemadatan .....	15
Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Kasar .....	16
Tabel 2.5 Ketentuan Agregat Halus .....	17
Tabel 2.6 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal.....	18
Tabel 2.7 Contoh Batas-batas ‘Bahan Bergradasi Senjang .....	18
Tabel 2.8 Sifat Bahan Tambah Zeolit untuk Campuran Beraspal Hangat .....	22
Tabel 2.9 Ketentuan Aspal Pen.60-70-Wax .....	26
Tabel 3.1 Jumlah Sample Benda Uji untuk <i>Marshall Test</i> .....	36
Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal penetrasi 60/70.....	38
Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan karakteristik pencampuran 1% <i>wax</i> dan aspal penetrasi 60/70 .....	38
Tabel 4.3. Hasil pemeriksaan karakteristik pencampuran 2% <i>wax</i> dan aspal penetrasi 60/70.....	39
Tabel 4.4. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar (batu pecah 1-2).....	40
Tabel 4.5. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar (batu pecah 1-1).....	41
Tabel 4.6. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (abu batu).....	41
Tabel 4.7. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (pasir).....	41
Tabel 4.8. Hasil pemeriksaan karakteristik <i>filler</i> (semen).....	42
Tabel 4.9. Hasil pemeriksaan karakteristik bahan tambah zeolite .....	43
Tabel 4.10. Data awal komposisi gradasi lolos saringan.....	43
Tabel 4.11. Komposisi gradasi lolos saringan yang dipakai pada perhitungan matriks identitas Gauss Jordan .....	44
Tabel 4.12. Titik Kontrol terhadap Gradasi Campuran Pada Agregat Standar ..	55
Tabel 4.13. Titik kontrol (batas bawah dan batas atas) gradasi persen lolos laston AC-BC .....	56
Tabel 4.14. Perkiraan nilai kadar aspal rencana dan jumlah benda uji per kadar aspal rencana .....	58

Tabel 4.15. Hasil pengujian <i>Marshall</i> campuran hangat laston lapis antara.....	60
Tabel 4.16. Penentuan kadar aspal optimum campuran hangat laston wax .....	64
Tabel 4.17. Hasil pengujian <i>Marshall</i> campuran hangat laston lapis antara.....	65
Tabel 4.18. Penentuan kadar aspal optimum campuran hangat laston zeolit .....	70
Tabel 4.19. Hasil pengujian <i>Marshall</i> terhadap nilai KAO campuran hangat laston saspal pen 60/70- <i>Wax</i> .....	71
Tabel 4.20. Hasil pengujian <i>Marshall</i> terhadap nilai KAO campuran hangat laston Zeolit .....	71
Tabel 4.21. Perbandingan hasil pengujian <i>Marshall</i> terhadap nilai KAO antara campuran hangat laston aspal pen 60/70- <i>Wax</i> dan campuran hangat laston zeolit.....	72

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Lapisan pada perkerasan lentur .....	8
Gambar 2.2. Lapisan perkerasan kaku .....	9
Gambar 2.3. Lapisan pada perkerasan komposit .....	9
Gambar 2.4 Struktur Lapisan Laston .....	10
Gambar 2.5 Zeolit alam .....	19
Gambar 2.6 Zeolit sintetis .....	20
Gambar 2.7 Bubuk zeolite lolos saringan no.200.....	21
Gambar 2.8 Sasobit .....	23
Gambar 2.9 Leadcap .....	24
Gambar 2.10 ECO-BPJ .....	25
Gambar 2.10 Pencampuran Wax pada aspal .....	26
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian .....	31
Gambar 4.1. Grafik titik kontrol dan gradasi campuran pada lapisan Standar WMAC-BC.....	55
Gambar 4.2. Grafik nilai VMA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston Pen 60/70-wax .....	60
Gambar 4.3. Grafik nilai VFA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-wax.....	61
Gambar 4.4. Grafik nilai VIM terhadap kadar aspal rencana campuran hanga laston aspal pen 60/70-wax .....	61
Gambar 4.5. Grafik nilai Stabilitas <i>Marshall</i> terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-wax .....	61
Gambar 4.6. Grafik nilai kelelahan terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-wax .....	62
Gambar 4.7. Grafik nilai MQ terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-wax .....	62
Gambar 4.18. Grafik nilai VMA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit .....	66

Gambar 4.9. Grafik nilai VFA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit.....	66
Gambar 4.10. Grafik nilai VIM terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit .....	66
Gambar 4.11. Grafik nilai stabilitas terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit .....	67
Gambar 4.12. Grafik nilai kelelahan terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit.....	67
Gambar 4.13. Grafik nilai MQ terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit .....	67
Gambar 4.14. Grafik perbandingan nilai KAO campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan Campuran Hangat Laston Zeolit .....	73
Gambar 4.15. Grafik perbandingan nilai VMA campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan campuran hangat laston zeolit .....	74
Gambar 4.16. Grafik perbandingan nilai VFA campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan campuran hangat laston zeolit .....	75
Gambar 4.17. Grafik perbandingan nilai VIM campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan campuran hangat laston zeolit.....	76
Gambar 4.18. Grafik perbandingan nilai stabilitas campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan campuran hangat laston zeolit.....	77
Gambar 4.19. Grafik perbandingan nilai kelelahan campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan campuran hangat laston zeolit.....	78
Gambar 4.20. Grafik perbandingan nilai MQ campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan campuran hangat laston zeolit.....	79

## **DAFTAR LAMPIRAN**

### **Lampiran**

1. Gambar Bahan Campuran Aspal Hangat
2. Gambar Alat

# PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX PADA CAMPURAN ASPAL HANGAT (*WARM MIX ASPHALT*) LAPIS ANTARA (WMA-BC)

Awang Setiawan Nova Saputra, Mirka Pataras<sup>2</sup>, Ratna Dewi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan

## ABSTRAK

Aspal sebagai bahan pengikat untuk konstruksi jalan raya masih menjadi pilihan utama di berbagai dunia termasuk di Indonesia. Dibutuhkan bahan bakar yang banyak untuk meningkatkan temperature aspal dari suhu lingkungan sampai ke temperature yang diharapkan. Dampaknya adalah pencemaran udara dan banyaknya emisi yang dihasilkan yang turut berperan dalam pemanasan global. Untuk mengurangi dampak dari penggunaan campuran aspal tersebut bisa menggunakan metode *Warm Mix Asphalt* (WMA) yang dimana temperature yang digunakan bisa ditekan lebih rendah 20-40°C lebih rendah dari HMA. Namun agar mutu yang dihasilkan dari WMA tidak kalah dari HMA maka diperlukan bahan tambah untuk mengurangi viskositas aspal dan meningkatkan volume aspal dengan suhu yang rendah. Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah berupa zeolite alam yang berasal dari sukabumi dan wax berupa natural wax yaitu lilin lebah (*Beeswax*). Metode penelitian ini berupa percobaan di laboratorium dengan tahapan pengujian bahan serta pengamatan visual. Persentase wax dan zeolite yang digunakan adalah 1% dari berat aspal untuk wax dan 1% dari berat agregat untuk zeolite sudah mendapatkan hasil yang memenuhi syarat yang ada pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, dengan kadar aspal optimum (KAO) yang didapat yaitu 5,85% untuk campuran yang menggunakan aspal pen 60/70-wax dan KAO 5,1% untuk campuran yang menggunakan zeolite. Dari hasil pengujian yang didapat, WMA dengan zeolite lebih baik dalam hal penyerapan aspal dan daya tahan terhadap kerekatan sedangkan WMA dengan wax lebih tahan terhadap beban yang diberikan dan juga lebih unggul untuk tidak mengalami perubahan dan deformasi dengan nilai stabilitas dan MQ lebih besar dari WMA zeolite.

**Kata kunci:** zeolit, wax, temperatur, campuran hangat, viskositas aspal

Palembang, Juli 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



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

NIP. 198112012008121001

Dosen Pembimbing II,



**Ratna Dewi, S.T., M.T**

NIP. 197406152000032001

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



**Ir. Helmi Haki, M.T.**

NIP. 196107031991021001

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konstruksi perkerasan berbahan dasar aspal, sebagai bahan pengikat hingga saat ini masih tetap menjadi pilihan sebagai bahan konstruksi prasarana jalan raya. Pilihan ini terjadi di hampir seluruh negara di dunia termasuk di Indonesia. Komponen utama dari perkerasan ini adalah agregat dengan aspal sebagai bahan pengikatnya. Meningkatkan temperatur aspal dari suhu lingkungan ke temperature yang diharapkan membutuhkan bahan bakar yang banyak. Penggunaan bahan bakar yang banyak ini berdampak pada banyaknya emisi yang dihasilkan bagi lingkungan dimana hal tersebut secara tidak langsung turut mengambil peran dalam pencemaran udara dan proses pemanasan global. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknologi pencampuran aspal yang lebih ramah lingkungan dan berbasis *green technology* guna menghindari dampak – dampak negatif tersebut.

Proses yang dapat diterapkan untuk menurunkan kebutuhan temperatur tinggi diperkenalkan dengan menggunakan water releasing agent, seperti bahan zeolite (Renaudeau, 2007). Dalam bentuk uap, kadar air ini memberi kontribusi secara efektif terhadap proses difusi bagi binder melalui kerangka mineral pada temperatur sekitar 120°C hingga 130°C. Sehingga akan terjadi pengurangan penggunaan energi sekitar 25%. Sebagai implikasi dari penggunaan tersebut, maka campuran aspal yang dibuat adalah jenis campuran aspal hangat (*warm mix asphalt*).

Keuntungan campuran beraspal hangat dilihat dari sisi teknis adalah mengurangi oksidasi atau penuaan pada aspal, sejalan dengan rendahnya temperatur pencampuran, serta temperatur pemadatan yang lebih rendah akan memudahkan pelaksanaan pemadatan sehingga tercapai kepadatan yang direncanakan (NCAT 2013). Penggunaan campuran beraspal hangat di luar negeri telah berkembang, dengan berbagai jenis bahan tambahannya. Sementara campuran beraspal hangat di Indonesia belum dikembangkan, padahal persoalan menekan

penggunaan bahan bakar bahkan sampai mencari alternatif pengganti bahan bakar tengah diupayakan

Banyak jenis bahan aditif yang telah dipatenkan dan digunakan sebagai katalis untuk mempercepat pencapaian konsistensi temperatur yang diperlukan, seperti Aspha-Min®, WAM-Foam®, Sasobit®, Evotherm®, Advera®, ECO-BPJ, dan Asphaltan B®. Advera® adalah sejenis sodium Alumina Silikat yang merupakan zeolit sintetis. Seperti halnya Advera® zeolit alami yang banyak tersedia di alam Indonesia juga mampu digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beraspal hangat (*Warm Mix Asphalt*). Air dapat terperangkap dalam struktur zeolit ini sebesar 18-21% dari berat zeolite (FHWA 2011). Air yang terperangkap tersebut dapat menguap pada proses pencampuran aspal di *Asphalt Mixing Plant* (AMP), dan uap air tersebut akan membentuk *foam* dengan aspal, sehingga nilai viskositas aspal dapat tercapai pada temperatur lebih rendah dari temperatur campuran beraspal panas. Sama seperti zeolit bahan tambah yang berbasis wax juga dapat digunakan untuk campuran beraspal hangat, namun bedanya wax bisa dicampurkan dan dilarutkan bersamaan dengan aspal. Bahan tambah tersebut bekerja sebagai *asphalt flow improver*, yaitu menurunkan viskositas aspal, sehingga akan menurunkan temperatur yang diperlukan untuk pencampuran maupun pemadatan (Damm dkk, 2002).

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka penelitian ini akan menerapkan campuran beraspal hangat (*Warm Mix Asphalt*) dengan penggunaan bahan tambah zeolite dan wax pada satu lapis aspal beton (LASTON) yaitu lapis antara (AC-BC) yang dilakukan dengan beberapa tahap pengujian di laboratorium. Penelitian ini bermaksud untuk menganalisa pengaruh penambahan zeolite dan wax terhadap suhu campuran aspal dan mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) dari masing-masing sample yang diteliti serta mengecek apakah dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Devisi 6. Adapun judul penelitian ini adalah “Pengaruh Penambahan Zeolit dan Wax pada Campuran Hangat (*Warm Mix*) Lapis Antara (WMAC-BC)”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada pembahasan latar belakang sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah, antara lain :

1. Bagaimana karakteristik yang dihasilkan oleh bahan tambah zeolit dan wax pada suhu campuran hangat (*warm mix*) lapisan antara (WMAC-BC).
2. Bagaimana karakteristik *Marshall* pada campuran hangat lapis antara (WMAC-BC) dengan menggunakan bahan tambah zeolit dan wax
3. Berapa kadar optimum aspal (KAO) yang dihasilkan oleh masing-masing bahan tambah zeolit dan wax pada campuran hangat (*Warm Mix*) lapis antara (WMAC-BC)

## 1.3 Tujuan Percobaan

Mengacu pada rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai parameter uji coba dari masing-masing bahan tambah zeolit dan wax pada campuran hangat (*Warm Mix*) lapis antara (WMAC-BC)
2. Memperoleh perbandingan parameter *Marshall* dari masing-masing campuran hangat (*Warm Mix*) lapis antara (WMAC-BC) yang menggunakan zeolit dan wax
3. Menganalisis nilai kadar aspal optimum (KAO) yang didapat dari percobaan campuran hangat (*Warm Mix*) lapis antara dengan menggunakan zeolit dan wax.

## 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut adalah ruang lingkup dari penelitian mengenai pengaruh penambahan zeolite dan wax pada campuran aspal hangat pada lapis antara (WMAC-BC) :

1. Penelitian akan dilakukan pada skala laboratorium

2. Bahan penyusun benda uji adalah agregat yang diikat dengan aspal dengan penambahan bahan zeolite dan wax.
3. Agregat yang digunakan adalah agregat kasar dengan gradasi agregat yang mengacu pada spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018.
4. Pembuatan sampel menggunakan campuran aspal hangat (*Warm Mix Asphalt*)
5. Pencampuran dan pembuatan benda uji menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 divisi 6 seksi 6.4
6. Sampel benda uji akan diuji menggunakan alat *Marshall Test*

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dibagi atas 6 bab sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini, pembahasan mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan dari penelitian yang akan dilakukan

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini ditujukan untuk membahas kajian literatur yang berisikan tentang informasi teori-teori dasar yang menjadi landasan penelitian konstruksi perkerasan jalan, material penyusun perkerasan jalan, kriteria campuran aspal hangat (*Warm Mix Asphalt*) berdasarkan standar spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018, prosedur pengujian di laboratorium, dan rencana pengujian *Marshall*.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai metode penelitian, urutan rencana penelitian melalui diagram alur penelitian, material dan alat-alat yang digunakan, pengujian material di laboratorium, perencanaan

campuran, pembuatan sampel, pengujian menggunakan metode *Marshall*, analisa pengujian, serta kesimpulan dan saran.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjabarkan seluruh hasil yang didapatkan dari penelitian, mulai dari hasil pemeriksaan karakteristik aspal, pemeriksaan karakteristik agregat, penentuan komposisi campuran, perhitungan kadar aspal rencana, dan pengujian Marshall. Data hasil penelitian tersebut kemudian akan dibahas dan dirincikan dengan bantuan tabel dan grafik dengan tujuan untuk memudahkan pembaca memahami isi dari penelitian ini.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan dan merupakan sasaran dari tujuan yang menjadi pokok bahasan pada penelitian ini. Sialian itu juga terdapat saran yang diharapkan dapat membantu agar penelitian tentang inovasi aspal dapat terus dilakukan

#### **DAFTAR PUSTAKA**

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

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, F. and Hadisi, H. (2011) *Pengaruh Metode Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Beraspal Hangat*. Jurnal Jalan-Jembatan, 28(1), pp. 1-8.
- Chowdhury, A. and Button, J. W. (2008) *A Review of Warm Mix Asphalt*. Texas Transportation Institute.
- Damm, K.W; Abraham, J.; Butz, T.; Hilderbrand G.; Riebeschl, G. (2002) *Asphalt flow improvers as, Intelligent Fillers for hot asphalt – A New Chapter in Asphalt Technology*. Journal of Applied Asphalt Binder Technology.
- Departemen P.U., SK SNI 03-6893-2002 (*Tata Cara Pengujian Berat Jenis Campuran Maksimum*). LPMB : Bandung
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2018) *Spesifikasi umum 2018*. Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan.
- Firdaus, Yunus, Y. and Isya, M. (2018) *Karakteristik Campuran Ac-Wc Menggunakan Agregat Simeulue Dengan Variasi Aspal Retona Blend 55 Dan Aspal Penetrasi 60/70*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala.
- Hadasi, H. and Affandi, F. (2013) *Pengaruh Bahan Tambah Berbahan Dasar Parafin Terhadap Campuran Beraspal Hangat*. Jurnal Jalan-Jembatan, 30(2), pp. 112-126.
- Ir. Nyoman Suaryana, Ms. *et al.* (2004) *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*.
- Japan Road Assosiation. (2005) *Manual for Design and Construction of Asphalt Pavement*. Tokyo: JRA.
- Newcomb, D. E. and Hansen, K. R. (2006) *Mix Type Selection for Perpetual Pavements*. International Conference on Perpetual Pavements, Ohio University , Columbus.
- Omari, I., Aggarwal, V. and Hesp, S. (2016) *Investigation of two Warm Mix Asphalt additives*. International Journal of Pavement Research and Technology, Chinese Society of Pavement Engineering, 9(2), pp. 83–88.
- Saleh, A. (2018) *Pengaruh Penggunaan Zeolit Alam Sebagai Filler Pada Campuran Ac-Bc Ditinjau Dari Nilai Vitm*. SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil, 4(1), pp. 36–42.
- Sargand, S. *et al.* (2009) *Performance assessment of warm mix asphalt (WMA) pavements*. Ohio Research Institute for Transportation and the Environment.

- Suaryana, N. and Kusnianti, N. (2016) *Characteristics of Warm Mix Asphalt With Wax Based*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, 33(2), pp. 80–91.
- Sugiyanto, G. (2008) *Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban Bekas*. Jurnal Teknik Sipil, (50), pp. 91–104.
- Tarmizi, T., Saleh, S. M. and Isya, M. (2019) *Pengaruh Substitusi Semen Portland Dan Fly Ash Batubara Pada Filler Abu Batu Terhadap Asphalt Concrete-Binder Course (Ac-Bc)*. Jurnal Teknik Sipil, 1(3), pp. 749–760.
- Universitas Negeri Yogyakarta, Fakultas Teknik. (2008) *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan (JPTK)*. 17(1).