SKRIPSI

KINERJA CAMPURAN HANGAT (*WARM MIX*) LASTON LAPIS AUS (WMAC-WC) DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX

WILLY RESNICK SIREGAR

03011381720004

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

KINERJA CAMPURAN HANGAT (*WARM MIX*) LASTON LAPIS AUS (WMAC-WC) DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Willy Resnick Siregar
03011381720004

Palembang, Oktober 2019

Diperiksa dan disetujui oleh,

Pembimbing I	Pembimbing II
Mirka Pataras, S.T., M.T	**Ratna Dewi, S.T., M.T**
NIP. 198112012008121001	**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 "Kinerja Campuran Hangat (*Warm Mix*) Laston Lapis Aus (WMAC-WC) dengan Penambahan Zeolit dan *Wax*" yang disusun oleh Willy Resnick Siregar, NIM 03011381720004 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Agustus 2019.

Palembang, September 2019

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Mirka Pataras, S.T., M.T. ( )
   NIP. 198112012008121001

2. Ratna Dewi, S.T., M.T. ( )
   NIP. 197406152000032001

Anggota:

3. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T. ( )
   NIP. 198103102008011010

4. Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. ( )
   NIP. 197404071999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. H. Helmi Hakki, M.T.

NIP. 196107031991021001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Willy Resnick Siregar

NIM : 03011381720004

Judul : KINERJA CAMPURAN HANGAT (*WARM MIX*) LASTON LAPIS AUS (WMAC-WC) DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX

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, Oktober 2019

Willy Resnick Siregar

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dihaturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia sehingga dapat diselesaikanya laporan tugas akhir yang berjudul Kinerja Campuran Hangat (*Warm Mix*) Laston Lapis Aus (WMAC-WC) dengan Penambahan Zeolit dan Wax. 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. 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 Universitas Sriwijaya.
4. Bapak M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Mirka Pataras, S.T., M.T., dan Ibu Ratna Dewi S.T., M.T., selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak bimbingan, saran, dan nasihat sehingga terselesaikanya laporan tugas akhir ini.
6. Ibu Dr. Betty Susanti,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
7. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan arahan selama penulis menempuh pendidikan S-1.
8. Keluarga, rekan satu tim tugas akhir, dan teman-teman di lingkungan kampus yang terus memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penyusunan tugas akhir ini.

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

Palembang, Oktober 2019

Willy Resnick Siregar

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan ii
Halaman Persetujuan iii
Pernyataan Integritas iv
Pernyataan Persetujuan Publikasi v
Riwayat Hidup vi
Ringkasan vii
Kata Pengantar viii
Daftar Isi ix
Daftar Gambar xi
Daftar Tabel xiii

BAB I PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Percobaan 2
1.4. Hipotesa Penelitian 3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian 3
1.6. Sistematika Penulisan Laporan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1. Penelitian Terdahulu 5
2.2. Struktur Perkerasan Jalan 6
2.3. Lapis Aspal Beton (Laston) 8
2.4. Campuran Aspal Hangat (*Warm Mix Asphalt*) 11
2.5. Material Penyusun Laston Hangat (WMAC) 12
2.6. Design Mix Formula (DMF) 21

Halaman

2.7. Job Mix Formula (JMF) 21
2.8. Kadar Aspal Rencana 21
2.9. Metode Marshall 22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1. Studi Pustaka 26
3.2. Persiapan Bahan 26
3.3. Pengujian Material 28
3.4. *Design Mix Formula (DMF)* 29
3.5. *Job Mix Formula (JMF)* 29
3.6. Pembuatan Benda Uji 29
3.7. Pengujian Marshall 30
3.8. Analisis Pengujian dan Penentuan KAO (Kadar Aspal Optimum) 30
3.9. Pembahasan 31
3.10. Kesimpulan dan Saran 31

BAB IV TINJAUAN PELAKSANAAN PEKERJAAN
4.1. Pemeriksaan Karakteristik Aspal 32
4.2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat 34
4.3. Pemeriksaan Karakteristik Bahan Aditif 35
4.4. Komposisi Agregat pada Campuran Laston Hangat Lapis Aus 36
4.5. Perhitungan Kadar Aspal Rencana 40
4.6. Hasil Pengujian Marshall 42
4.7. Pembahasan 54

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. Kesimpulan 63
5.2. Saran 64

DAFTAR PUSTAKA .....

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC) 9
Tabel 2.2. Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal 11
Tabel 2.3. Ketentuan Viskositas Aspal untuk Pencampuran dan Pemadatan ... 13
Tabel 2.4. Ketentuan Agregat Kasar 14
Tabel 2.5. Ketentuan Agregat Halus 15
Tabel 2.6. Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal 16
Tabel 2.7. Contoh Batas-Batas Bahan Bergradasi Senjang..... 16
Tabel 2.8. Sifat Bahan Tambah Zeolit untuk Campuran Beraspal Hangat 18
Tabel 2.9. Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal 20
Tabel 2.10. Kadar Aspal Rencana..... 22
Tabel 3.1. Jumlah Sampel Benda Uji untuk Marshall Test..... 30
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pen 60/70..... 32
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Pencampuran 1% Wax dan Aspal Penetrasi 60/70 32
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Pencampuran 2% Wax dan Aspal Penetrasi 60/70 33
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah 1-1).. 34
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus..... 34
Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Filler 34
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Bahan Tambah Zeolit 35
Tabel 4.8. Data Awal Komposisi Gradasi Lolos..... 36
Tabel 4.9. Komposisi Gradasi Lolos Saringan yang Dipakai pada Perhitungan Matriks Indetitas Gauss Jordan 36
Tabel 4.10. Titik Kontrol terhadap Gradasi Campuran pada Agregat Standar ... 39
Tabel 4.11. Titik Kontrol (Batas Bawah dan Batas Atas) Gradasi Persen Lolos Laston AC-WC..... 41
Tabel 4.12. Perkiraan Nilai Kadar Aspal Rencan dan Jumlah Benda Uji Per Kadar Aspal Rencana 42

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Marshall Campuran Hangat Laston Lapis Aus Wax 43
Tabel 4.14. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Hangat Laston Wax 47
Tabel 4.15. Hasil Pengujian Marshall Campuran Hangat Laston Lapis Aus Zeolit 48
Tabel 4.16. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Hangat Laston Zeolit 52
Tabel 4.17. Hasil Pengujian Marshall Terhadap Nilai KAO Campuran Hangat Laston Aspal Pen 60/70-Wax..... 53
Tabel 4.18. Hasil Pengujian Marshall Terhadap Nilai KAO Campuran Hangat Laston Zeolit 53

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Lapisan pada perkerasan lentur 7
Gambar 2.2. Lapisan perkerasan kaku. 8
Gambar 2.3. Lapisan pada perkerasan komposit..... 8
Gambar 2.4. Struktur Perkerasan Lentur..... 10
Gambar 2.5. Zeolit..... 17
Gambar 2.6. Parafin Padat..... 18
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian..... 25
Gambar 4.1. Grafik titik kontrol dan gradasi campuran pada lapisan Standar WMAC-WC 40
Gambar 4.2. Grafik nilai VMA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston Pen 60/70-*wax*..... 44
Gambar 4.3. Grafik nilai VFA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-*wax*..... 44
Gambar 4.4. Grafik nilai VIM terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-*wax*..... 44
Gambar 4.5. Grafik nilai Stabilitas Marshall terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-*wax* 45
Gambar 4.6. Grafik nilai kelelahan terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-*wax* 46
Gambar 4.7. Grafik nilai MQ terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston aspal pen 60/70-*wax*..... 46
Gambar 4.8. Grafik nilai VMA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit 49
Gambar 4.9. Grafik nilai VFA terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit..... 49
Gambar 4.10. Grafik nilai VIM terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit 50

Gambar 4.11. Grafik nilai stabilitas terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit 50
Gambar 4.12. Grafik nilai kelelahan terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit 51
Gambar 4.13. Grafik nilai MQ terhadap kadar aspal rencana campuran hangat laston zeolit 51
Gambar 4.14. Grafik perbandingan nilai KAO campuran hangat laston aspal pen 60/70-Wax dan Campuran Hangat Laston Zeolit 55
Gambar 4.15. Grafik perbandingan nilai VMA campuran hangat laston aspal pen 60/70-*Wax* dan campuran hangat laston zeolit 56
Gambar 4.16. Grafik perbandingan nilai VFA campuran hangat laston aspal pen 60/70-*Wax* dan campuran hangat laston zeolit 57
Gambar 4.17. Grafik perbandingan nilai VIM campuran hangat laston aspal pen 60/70-*Wax* dan campuran hangat laston zeolit 58
Gambar 4.18. Grafik perbandingan nilai stabilitas campuran hangat laston aspal pen 60/70-*Wax* dan campuran hangat laston zeolit 59
Gambar 4.19. Grafik perbandingan nilai kelelehan campuran hangat laston aspal pen 60/70-*Wax* dan campuran hangat laston zeolit 60
Gambar 4.20. Grafik perbandingan nilai MQ campuran hangat laston aspal pen 60/70-*Wax* dan campuran hangat laston zeolit 61

KINERJA CAMPURAN HANGAT (*WARM MIX*) LASTON LAPIS AUS (WMAC-WC) DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT DAN WAX

Willy Resnick Siregar[1], Mirka Pataras[2], dan Ratna Dewi

[1]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
E-mail: siregarwilly@gmail.com
[2]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
E-mail: mirka_pataras@yahoo.com
[3] Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
E-mail: dwirds@yahoo.ac.id

ABSTRAK

Perkerasan lentur merupakan salah satu jenis perkerasan yang paling umum digunakan pada saat ini dimana aspal digunakan sebagai bahan pengikat. Penggunaan aspal membutuhkan bahan bakar yang banyak untuk meningkatkan suhu aspal dari suhu lingkungan sampai ke 155 °C, sehingga menyebabkan pencemaran udara dan emisi yang berperan dalam pemanasan global, maka guna mengurangi dampak dari penggunaan campuran aspal tersebut bisa menggunakan metode *Warm Mix Asphalt* (WMA) yang dimana suhu berkisar 130°C. Untuk menjaga mutu yang dihasilkan dari WMA tidak kalah dari HMA diperlukan bahan tambah. Pada penelitian ini digunakan bahan tambah berupa zeolite alam yang berasal dari sukabumi dan *wax* berupa natural wax yaitu lilin lebah (*Beeswax*). Persentase penggunaan wax dan zeolite adalah 1% dari berat aspal untuk *wax* dan 1% dari berat agregat untuk zeolite sesuai syarat yang ada pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, dengan kadar aspal optimum (KAO) yang didapat yaitu 6,2% untuk campuran yang menggunakan aspal pen 60/70-*wax* dan KAO 5,87% 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 beasr dari WMA zeolite.

Kata kunci: campuran hangat, kadar aspal optimum (KAO), temperatur, *wax*, zeolit

Palembang, Oktober 2019

Pembimbing I	Pembimbing II
Mirka Pataras, S.T., M.T	**Ratna Dewi, S.T., M.T**
NIP. 198112012008121001	**NIP. 197406152000032001**

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

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

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan lentur merupakan salah satu jenis perkerasan yang paling umum digunakan pada saat ini. Perkerasan lentur dapat tersusun dari beberapa jenis campuran beraspal, namun jenis campuran beraspal panas (*hot mix asphalt*) merupakan jenis campuran beraspal yang paling sering digunakan. Campuran beraspal ini diperoleh dengan mencampurkan kedua komponen utama, yaitu agregat dan aspal dimana sebelumnya kedua komponen tersebut dipanaskan pada temperatur yang tinggi berkisar 155 ^{o}C guna mendapat mutu campuran yang baik. Oleh sebab itu dibutuhkan bahan bakar dalam jumlah yang banyak guna meningkatkan temperatur dari suhu lingkungan ke tinggi temperatur yang dihendaki.

Namun dengan tuntutan terhadap pemanasan global, sumber daya yang terbatas dan juga pengaruhnya terhadap lingkungan serta masyarakat, sehingga diharapkan ada upaya dalam mengurangi permasalahan tersebut. Salah satu upaya yang dilakukan adalah pengurangan emisi gas buang dengan cara mengurangi temperatur pada saat produksi campuran beraspal yang memerlukan panas tertentu dalam produksi dan pelaksanaan di lapangan, untuk mendapatkan hasil yang baik. Pemanasan ini mempunyai dampak yang cukup besar terhadap lingkungan dan penggunaan bahan bakar. Panas yang digunakan dalam produksi campuran beraspal panas merupakan salah satu target utama untuk mengurangi energi dan dampak lingkungan.

Campuran dengan suhu rendah dapat mengakibatkan penghematan terhadap penggunaan bahan bakar yang cukup signifikan. Hal ini juga akan bermanfaat pada lingkungan sekitar karena adanya pengurangan emisi akibat pembakaran bahan bakar. Salah satu metode yang dapat dipakai yaitu campuran beraspal hangat (*warm mix asphalt*) dimana suhu yang digunakan lebih rendah dari campuran beraspal panas, yaitu berkisar 130°C. Proses ini diterapkan guna menurunkan kebutuhan temperatur tinggi pada campuran beraspal dengan menggunakan water releasing

agent, seperti bahan zeolite. (Renaudeau, 2007). Telah banyak jenis bahan penurun temperature yang beredar dan dipatenkan , namun pada percobaan ini dipilih zeolite dan wax sebagai bahan aditif campuran beraspal hangat. zeolit dan wax dipilih karena mudah diperoleh di pasaran pada seluruh wilayah Indonesia dengan harga yang terjangkau. Pada penelitian ini aspal dan bahan aditif dicampur dengan metode *dry process* (penambahan zat aditif pada campuran agregat), yang sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh penambahan zeolite dan wax terhadap campuran beraspal hangat (*warm mix asphalt*) laston lapis aus (WMAC-WC).
2. Bagaimana hasil kadar optimum untuk campuran beraspal hangat lapis aus (WMAC-WC) guna mendapatkan mutu dan kekuatan yang menyerupai atau sama dengan campuran beraspal sesuai spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018.
3. Bagaimana kinerja parameter *Marshall* campuran aspal hangat lapis aus (WMAC-WC) dengan campuran zeolit dan wax.

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Memperoleh nilai parameter pengujian dari bahan tambah zeolite dan wax pada campuran beraspal hangat lapis aus (WMAC-WC).
2. Memperoleh nilai kadar aspal optimum campuran beraspal hangat dengan penambahan zeolit dan wax pada campuran Laston (WMAC-WC).
3. Mengkaji kinerja dari parameter *Marshall* campuran aspal hangat lapis aus (WMAC-WC) dengan penambahan aditif zeolit dan wax terhadap campuran beraspal panas.

1.4 Hipotesa Penelitian

Penambahan zeolite dan wax pada campuran beraspal hangat akan mengakibatkan penurunan suhu campuran dan tetap menjaga kualitas campuran yang setara atau lebih baik dengan campuran beraspal panas sesuai dengan hasil uji dalam peraturan speifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut adalah ruang lingkup penelitian mengenai kinerja zeolite dan wax pada campuran aspal hangat pada lapis antara (WMAC-WC) :

1. Penelitian akan dikerjakan dalam skala laboratorium.
2. Bahan pengikat menggunakan aspal penetrasi 60/70.
3. Bahan aditif yang digunakan zeolite dan wax..
4. Agregat yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus dengan gradasi agregat yang mengacu pada spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018.
5. Pembuatan sampel menggunakan campuran aspal hangat.
6. Sampel benda uji akan diuji menggunakan alat *Marshall Test* .

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan dibagi atas 5 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 berisikan tentang hasil yang diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan kemudian dibahas sesuai tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan penarikan kesimpulan dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan dan saran dari penulis bila ada penelitian lanjut mengenai topik penelitian ini

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.

Direktorat Jenderal Bina Marga (2018) *Spesifikasi umum 2018*. Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan.

Hadasi, H. dan Affandi, F. (2013) *Pengaruh Bahan Tambah Berbahan Dasar Parafin Terhadap Campuran Beraspal Hangat*. Jurnal Jalan-Jembatan, 30(2), pp. 112-126.

Handayani, A.T., Setiaji, B.H., Prabandiyani, S. (2015) *The Use of Natural Zeolite as an Additives in Warm Mix Asphalt with Polymer Modified Asphalt Binder*. International Journal of Engineering Research in Africa Vol. 15 (2015) pp 35-46.

Kusnianti, N dan A, Furqon (2013) Pengaruh Jenis Aspal pada Temperatur Pemadatan Berkaitan dengan *Workability* dari Campuran Beraspal Panas (*The Effect of Type Bitumen at Compaction Temperature Related to Workability of Hot Mix Asphalt),* Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.

Nyoman Suaryana dan Neni Kusnianti. (2016) Karakteristik Campuran Hangat Asbuton dengan Bahan Tambah Berbasis Parafin (*Characteristics of Warm Mix Asbuton with Wax Based Additive)*, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.

Purwanto, E.H., Sakti, H.S., Setiadji, B.H., dan Supriyono. (2014) Pengaruh Penambahan Sasobit pada *Warm Mix Asphalt* terhadap Mutu Campuran Beraspal. Universitas Diponegoro.

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.

Siregar, A.F. (2016) Pengaruh Penggunaan Aditif Zeolit pada *Warm Mix Asphalt* terhadap Mutu Campuran Beraspal di Laboratorium. Jurnal Teknik Sipil, Vol.5 No.1. Universitas Sumatera Utara.

Suaryana, N. and Kusnianti, N. (2016) *Characteristics of Warm Mix Asbuton With Wax Based*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, 33(2), pp. 80–91.

LAMPIRAN