

TUGAS AKHIR
PENGARUH LIMBAH *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH*
PLTU BANJARSARI KABUPATEN LAHAT PADA
CAMPURAN ASPAL HANGAT LASTON AC-WC
TERHADAP PERKERASAN LENTUR

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



FRISTI AFIFAH MARSYA

03011381722155

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH LIMBAH *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* PLTU
BANJARSARI KABUPATEN LAHAT PADA CAMPURAN ASPAL
HANGAT LASTON AC-WC TERHADAP PERKERASAN
LENTUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

FRISTI AFIFAH MARSYA


03011381722155

Palembang, Juli 2021

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing II


Mirka Pataras, S.T., M.T.
NIP. 198111262008121001


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

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,


Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 1976110312002122001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini dengan judul “**Pengaruh Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Pada Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC Terhadap Perkerasan Lentur**”. Laporan tersebut dibuat sebagai salah satu kelengkapan untuk mengambil gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan dikarenakan oleh segala keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Namun, penulis berusaha untuk mempersembahkan laporan ini dengan sebaik-baiknya agar dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Oleh karena itu, penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat positif dengan segala kerendahan hati dan lapang dada, karena hal ini merupakan suatu langkah untuk peningkatan kualitas diri dan juga pembekalan pengetahuan di masa yang akan datang.

Selain ucapan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan bagi penulis, tak lupa ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditujukan bagi semua pihak yang telah memberi bimbingan, dukungan, dan bantuan dalam jalannya laporan tugas akhir, mulai dari pelaksanaan hingga selesainya laporan, yaitu antara lain :

1. Ayah, Ibu, serta Kakak tercinta yang menjadi sumber semangat, terima kasih juga atas doa, usaha dan nasihat yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. , selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan Ibu Mona Foralisa Toyfur, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

3. Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis proposal ini.
4. Bapak Dr. Edi Kadarsa, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis proposal ini.
5. Teman satu tim dan teman-teman kelas S1 Teknik Sipil Universitas Sriwijaya 2017 yang tak bisa diucapkan satu per satu.
6. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all.*

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga pada semua pihak yang terlibat, dengan harapan laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis pribadi dan bagi jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2021



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	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 Struktur Perkerasan Jalan	9
2.3 Lapis Aspal Beton (Laston).....	12
2.4 Lapis Aspal Beton Aus (AC-WC).....	13
2.5 Campuran Aspal Hangat.....	15
2.6 Bahan Penyusun Perkerasan Jalan (Campuran Beraspal Hangat).....	16
2.6.1 Aspal.....	16
2.6.2 Agregat	19
2.6.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	23
2.6.4 Gradasi Agregat Gabungan	23
2.6.5 Bahan Aditif	25
2.7 Limbah.....	27
2.7.1 <i>Fly Ash</i>	27
2.7.2 <i>Bottom Ash</i>	30
2.8 Profil PT.Bukit Pembangkit Innovative PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Sumatera Selatan	33

2.9	<i>Design Mix Formula (DMF)</i>	34
2.10	<i>Job Mix Formula (JMF)</i>	35
2.11	Pengujian <i>Marshall</i>	35
2.11.1	Uji <i>Marshall</i>	35
2.11.2	Parameter Pengujian <i>Marshall</i>	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		39
3.1	Umum.....	39
3.2	Studi Literatur dan Lapangan	40
3.3	Persiapan Bahan dan Peralatan.....	43
3.4	Pengujian Material.....	46
3.5	<i>Design Mix Formula (DMF)</i>	48
3.6.	<i>Job Mix Formula (JMF)</i>	49
3.6	Pembuatan Benda Uji.....	49
3.8	Pengujian <i>Marshall</i>	50
3.9	Analisis Pengujian (Pembahasan)	51
3.10	Kesimpulan dan Saran.....	51
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		52
4.1	Hasil Pengujian Agregat.....	52
4.1.1.	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	52
4.1.2.	Hasil Pengujian Analisa Saringan	56
4.2	Hasil Pengujian Aspal	56
4.3	Hasil Pengujian Bahan Aditif.....	58
4.4	Perbandingan Karakteristik dan Komposisi Kimia Bahan Pengganti.....	59
4.5.	<i>Design Mix Formula (DMF)</i>	62
4.6.	<i>Job Mix Formula (JMF)</i>	65
4.6.1.	Campuran AC-WC Standar-Zeolit dan Campuran AC-WC Standar- <i>Wax</i>	66
4.6.2.	Campuran AC-WC FABA-Zeolit dan Campuran AC-WC FABA- <i>Wax</i> ...	69

4.7. Pembuatan Benda Uji.....	73
4.8. Pengujian <i>Marshall</i>	74
4.8.1. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC Standar- <i>Wax</i>	74
4.8.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC FABA- <i>Wax</i>	79
4.8.3. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC Standar- <i>Zeolit</i>	83
4.8.4. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC FABA- <i>Zeolit</i>	87
4.9. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Terhadap Nilai KAO	92
4.10. Pembahasan.....	94
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
5.1. Kesimpulan.....	99
5.2. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	103

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC).....	12
Tabel 2.2 Tebal Minimum Campuran Beraspal	15
Tabel 2.3 Ketentuan Viskositas dan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pematatan	18
Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Kasar	20
Tabel 2.5 Ketentuan Agregat Halus.....	22
Tabel 2.6 Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal	24
Tabel 2.7 Contoh Batas-Batas “Bahan Bergradasi Senjang”	24
Tabel 2.8 Sifat Bahan Tambah Zeolit untuk Campuran Beraspal Hangat	26
Tabel 2.9 Komposisi Kimia pada <i>Fly Ash</i> dari PT.Sucofindo	27
Tabel 2.10 Komposisi Kimia pada <i>Fly Ash</i> dari GeopolymerID	28
Tabel 2.11 Karakteristik Fisik <i>Bottom Ash</i>	31
Tabel 2.12 Komposisi Kimia <i>Bottom Ash</i> dari PT.Sucofindo	32
Tabel 2.13 Komposisi Kimia <i>Bottom Ash</i> dari GeopolymerID	33
Tabel 3.1 Matriks Hubungan Penelitian.....	40
Tabel 3.2 Jumlah Sampel Benda Uji untuk <i>Marshall Test</i>	49
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Batu Pecah 1-2.....	52
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Batu Pecah 1-1.....	53
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Abu Batu.....	53

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Pasir	54
Tabel 4.5. Hasil Pengujian <i>Bottom Ash</i>	54
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Karakteristik <i>Filler</i> (Semen).....	55
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Karakteristik <i>Filler</i> (<i>Fly Ash</i>)	55
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat	56
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Pen 60/70	57
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal dengan Bahan Tambah <i>Wax</i> 1% ...	57
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal dengan Bahan Tambah <i>Wax</i> 2% ...	57
Tabel 4.12. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Tambah Zeolit	58
Tabel 4.13. Hasil Pengujian <i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure</i> (TCLP) <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i>	59
Tabel 4.14. Perbandingan Karakteristik Agregat Halus.....	60
Tabel 4.15. Perbandingan Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> dan Semen	60
Tabel 4.16. Perbandingan Karakteristik <i>Filler</i>	61
Tabel 4.17. Perbandingan Komposisi Kimia <i>Bottom Ash</i> dan Pasir	61
Tabel 4.18. Tabulasi Perhitungan dengan Metode Bina Marga (Spesifikasi Umum Bina Marga,2018)	63
Tabel 4.19. Rencana Pembuatan Benda Uji.....	65
Tabel 4.20. Hasil Pengujian Gradasi Asli AC-WC Standar dengan Pengujian Analisa Saringan.....	66
Tabel 4.21. Hasil Pengujian Gradasi Asli AC-WC yang akan digunakan dalam eliminasi <i>Gauss-Jordan</i>	66
Tabel 4.22. Hasil perhitungan JMF Standar menggunakan metode eliminasi <i>Gauss-Jordan</i>	67
Tabel 4.23. Hasil Perhitungan Gradasi Campuran Agregat AC-WC Standar	68
Tabel 4.24. Hasil Pengujian Gradasi Asli Campuran AC-WC FABA dengan Pengujian Analisa Saringan	70
Tabel 4.25. Hasil Pengujian Gradasi Asli Agregat AC-WC <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i> yang akan digunakan dalam eliminasi <i>Gauss-Jordan</i>	70

Tabel 4.26. Hasil perhitungan JMF FABA menggunakan metode eliminasi <i>Gauss-Jordan</i>	71
Tabel 4.27. Hasil Perhitungan Gradasi Campuran Agregat AC-WC FABA.....	72
Tabel 4.28. Hasil pengujian <i>marshall</i> campuran hangat laston AC-WC standar- <i>wax</i>	74
Tabel 4.29. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC FABA- <i>Wax</i>	79
Tabel 4.30. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC Standar- Zeolit	83
Tabel 4.31. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Hangat Laston AC-WC FABA-Zeolit	88
Tabel 4.32. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> terhadap Nilai KAO Campuran Hangat Laston Standar- <i>Wax</i>	92
Tabel 4.33. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> terhadap Nilai KAO Campuran Hangat Laston FABA- <i>Wax</i>	93
Tabel 4.34. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> terhadap Nilai KAO Campuran Hangat Laston Standar-Zeolit.....	93
Tabel 4.35. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> terhadap Nilai KAO Campuran Hangat Laston FABA-Zeolit	93
Tabel 4.36. Rekapitulasi Hasil <i>Marshall</i> terhadap Nilai KAO Campuran AC-WC ...	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur	9
Gambar 2.2 Lapisan Konstruksi Perkerasan Kaku	11
Gambar 2.3 Lapisan Konstruksi Perkerasan Komposit	11
Gambar 2.4 Material <i>Fly Ash</i>	29
Gambar 2.5 Material <i>Bottom Ash</i>	31
Gambar 2.6. Diagram Alir Proses Limbah <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i> pada PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4.1 Grafik Komposisi Gradasi Campuran Standar.....	69
Gambar 4.2. Grafik Komposisi Gradasi Campuran FABA	73
Gambar 4.3. Grafik VMA Campuran Standar- <i>Wax</i>	75
Gambar 4.4. Grafik VFA Campuran Standar- <i>Wax</i>	76
Gambar 4.5. Grafik VIM Campuran Standar- <i>Wax</i>	76
Gambar 4.6. Grafik Stabilitas Campuran Standar- <i>Wax</i>	77
Gambar 4.7. Grafik Kelelehan (<i>Flow</i>) Campuran Standar- <i>Wax</i>	77
Gambar 4.8. Grafik MQ Campuran Standar- <i>Wax</i>	78
Gambar 4.9. Penentuan KAO Campuran Standar- <i>Wax</i>	78
Gambar 4.10 Grafik VMA Campuran FABA- <i>Wax</i>	80
Gambar 4.1 Grafik VFA Campuran FABA- <i>Wax</i>	80

Gambar 4.12 Grafik VIM Campuran FABA- <i>Wax</i>	81
Gambar 4.13 Grafik Stabilitas Campuran FABA- <i>Wax</i>	81
Gambar 4.14 Grafik Kelelehan (<i>Flow</i>) Campuran FABA- <i>Wax</i>	82
Gambar 4.15 Grafik MQ Campuran FABA- <i>Wax</i>	82
Gambar 4.16 Penentuan KAO Campuran FABA- <i>Wax</i>	82
Gambar 4.17 Grafik VMA Campuran Standar-Zeolit	84
Gambar 4.18 Grafik VFA Campuran Standar-Zeolit.....	85
Gambar 4.19 Grafik VIM Campuran Standar-Zeolit.....	85
Gambar 4.20 Grafik Stabilitas Campuran Standar-Zeolit.....	86
Gambar 4.21 Grafik Kelelehan (<i>Flow</i>) Campuran Standar-Zeolit.....	86
Gambar 4.22 Grafik MQ Campuran Standar-Zeolit	87
Gambar 4.23 Penentuan KAO Campuran Standar-Zeolit.....	87
Gambar 4.24 Grafik VMA Campuran FABA-Zeolit.....	89
Gambar 4.25 Grafik VFA Campuran FABA-Zeolit	89
Gambar 4.26 Grafik VIM Campuran FABA-Zeolit	90
Gambar 4.27 Grafik Stabilitas Campuran FABA-Zeolit	90
Gambar 4.28 Grafik Kelelehan (<i>Flow</i>) Campuran FABA-Zeolit.....	91
Gambar 4.29 Grafik MQ Campuran FABA-Zeolit.....	91
Gambar 4.30 Penentuan KAO Campuran FABA-Zeolit	92
Gambar 4.31 Grafik Perbandingan nilai KAO pada Campuran	94
Gambar 4.32 Grafik Perbandingan nilai VMA pada Campuran.....	95
Gambar 4.33 Grafik Perbandingan nilai VFA pada Campuran	96
Gambar 4.34 Grafik Perbandingan nilai VIM pada Campuran	96
Gambar 4.35 Grafik Perbandingan nilai Stabilitas pada Campuran	97
Gambar 4.36 Grafik Perbandingan nilai Kelelehan (<i>Flow</i>) pada Campuran	97
Gambar 4.37 Grafik Perbandingan nilai MQ pada Campuran.....	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1. Penjabaran Perhitungan Matriks *Gauss Jordan*

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....

Lampiran 3. Hasil Pengujian XRF *Fly Ash* dan *Bottom Ash*

Lampiran 4. Hasil Pengujian Agregat dan Aspal.....

RINGKASAN

PENGARUH LIMBAH *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* PLTU BANJARSARI KABUPATEN LAHAT PADA CAMPURAN ASPAL HANGAT LASTON AC-WC TERHADAP PERKERASAN LENTUR

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 03 Agustus 2021

Fristi Afifah Marsya; Dibimbing oleh Mirka Pataras, S.T., M.T. dan Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + halaman 102 halaman, 37 gambar, 36 tabel

Jenis campuran aspal yang paling sering digunakan pada perkerasan lentur merupakan campuran aspal panas (*hot mix asphalt*) yang merupakan campuran agregat dan aspal yang dipanaskan dalam temperatur yang tinggi sehingga membutuhkan bahan bakar yang banyak, dan dapat berdampak cukup besar terhadap lingkungan dan terjadinya perubahan iklim. Maka upaya yang dilakukan dengan cara mengurangi temperatur pada saat produksi campuran beraspal yaitu campuran aspal hangat (*warm mix asphalt*). Pada proses pencampuran aspal hangat ini akan digunakan bahan aditif zeolit dan *wax*, yang berfungsi sebagai penurun temperatur. Pada PLTU akan menghasilkan limbah sisa pembakaran batubara yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Saat ini dengan semakin bertambahnya limbah pembakaran *fly ash* dan *bottom ash* tetapi pemanfaatan limbah tersebut yang masih kurang dimanfaatkan terutama sebagai bahan konstruksi jalan. Pada penelitian ini menggunakan hasil pembakaran batubara dari PT. Bukit Pembangkit Innovative PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat yang telah memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. Hasil pengujian *marshall* pada penelitian ini yaitu kadar aspal optimum tertinggi pada campuran *fly ash* dan *bottom ash-wax* yaitu sebesar 6,31%, campuran standar-*wax* sebesar 6,23%, campuran faba-zeolit sebesar 6,1%, dan yang terendah campuran standar-zeolit sebesar 6%. Hasil pada parameter lainnya antara lain: campuran *fly ash* dan *bottom ash* memiliki nilai tertinggi terhadap VMA sebesar 17,34%, stabilitas sebesar 1236,10 kg, dan *marshall quotient* sebesar 347,98. Hasil dari campuran faba-zeolit memiliki nilai tertinggi pada parameter VIM sebesar 4,01%, dan kelelahan sebesar 3,73 mm, serta hasil dari campuran standar-*wax* memiliki nilai tertinggi pada nilai VFA yaitu 77,66%.

Kata kunci: campuran beraspal hangat, laston AC-WC, *fly ash*, *bottom ash*, *zeolit*, *wax marshall test*

SUMMARY

THE EFFECT OF FLY ASH AND BOTTOM ASH WASTE AT BANJARSARI POWER PLANT LAHAT REGENCY ON THE LASTON AC-WC WARM ASPHALT MIX WITH FLEXIBLE PAVEMENT

Scientific paper in the form of a Final Project, July 28 2021

Fristi Afifah Marsya; Supervised by Mirka Pataras, S.T., M.T. and Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + page 102 pages, 44 pictures, 51 tables

The type of asphalt mixture that is most often used in flexible pavements is a mixture of hot mix asphalt which is a mixture of aggregate and asphalt which is heated at high temperatures so that it requires a lot of fuel, and can have a considerable impact on the environment and climate change. So efforts are made by reducing the temperature during the production of asphalt mixtures, namely warm mix asphalt. In the process of mixing warm asphalt will use additives namely zeolite and wax, which function as a temperature reducer. The PLTU will produce waste from coal combustion, namely fly ash and bottom ash. Currently with the increasing number of combustion wastes fly ash and bottom ash, the utilization of these wastes is still underutilized, especially as road construction materials. In this study using the results of coal combustion from PT. Bukit Pembangkit Innovative PLTU Banjarsari Lahat Regency which has met the standards of the General Specifications of Bina Marga 2018 revision 2. The results of the test marshall in this study are the highest optimum asphalt content in the mixture of fly ash and bottom ash-wax which is 6.31%, standard-wax mixture is 6.23%, faba-zeolite mixture of 6.1%, and the lowest standard-zeolite mixture of 6%. The results on other parameters include: a mixture of fly ash and bottom ash has the highest value against VMA of 17.34%, stability of 1236.10 kg, and the marshall quotient of 347.98. The results of the faba-zeolite mixture had the highest value on the VIM parameter of 4.01%, and the melt was 3.73 mm, and the yield of the standard-mixturewax had the highest value on the VFA value of 77.66%.

Keywords: warm mix asphalt, laston AC-WC, fly ash, bottom ash, zeolit, wax marshall test

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Pengaruh Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Pada Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC Terhadap Perkerasan Lentur" yang disusun oleh Fristi Afifah Marsya, NIM 03011381722155 telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2021.

Palembang, Juli 2021

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:

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

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

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



PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fristi Afifah Marsya
NIM : 03011381722155
Judul : Pengaruh Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten
Lahat Pada Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC Terhadap
Perkerasan Lentur

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, 03 Agustus 2021


Fristi Afifah Marsya
NIM.03011381722155

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Fristi Afifah Marsya
Tempat Tanggal Lahir: Palembang, 20 Januari 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Jl.Sapta Marga Lrg.Karya No.43 RT/RW: 51/10, Bukit Sangkal,Kalidoni, Palembang
No.Hp : 0811-7870222
Email : fristiafifahmarsya@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Negeri 194 Palembang	-	-	2005-2011
SMP Negeri 4 Palembang	-	-	2011-2014
SMA Negeri 3 Palembang	-	IPA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2017-2021

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,


(Fristi Afifah Marsya)

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fristi Afifah Marsya

NIM : 03011381722155

Judul : Pengaruh Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Pada Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC Terhadap Perkerasan Lentur

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, 31 Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Fristi Afifah Marsya

NIM. 03011381722155

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya pembangunan prasarana di Indonesia, jalan merupakan salah satu sarana utama yang harus terselenggara dengan baik, dan lancar agar pengguna jalan aman, tepat waktu, efisien, bergerak cepat dan ekonomis. Struktur jalan yang paling umum digunakan di Indonesia merupakan perkerasan lentur. Perkerasan lentur ini terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus, dan *filler* (bahan pengisi). Dalam pelaksanaan pembangunan prasarana jalan, komposisi campuran aspal yang sering dipergunakan sebagai lapisan permukaan adalah lapisan aspal beton yang disebut dengan AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*), yang merupakan salah satu struktur perkerasan jalan yang langsung terkena cuaca dan bergesekan dengan ban kendaraan. Laston AC-WC cenderung cepat mengalami kerusakan, diakibatkan kelebihan muatan, air dan cuaca. Maka dari itu, dilakukan pencegahan dengan menggantikan material-material agar dapat meningkatkan mutu campuran tersebut.

Jenis campuran aspal yang paling sering digunakan pada perkerasan lentur merupakan campuran aspal panas (*hot mix asphalt*) yang merupakan campuran agregat dan aspal yang dipanaskan dalam temperature yang tinggi. Campuran aspal panas membutuhkan bahan bakar yang banyak agar dapat meningkatkan ke suhu temperatur yang dikehendaki sehingga berdampak cukup besar terhadap lingkungan dan pemanasan global. Maka upaya yang dilakukan dengan cara mengurangi emisi gas buang dengan mengurangi temperatur pada saat produksi campuran beraspal agar mendapatkan hasil yang baik. Salah satu metode yang digunakan yaitu campuran aspal hangat (*warm mix asphalt*), dikarenakan menggunakan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran aspal panas. Pada proses pencampuran aspal hangat ini akan digunakan bahan aditif zeolit dan *wax*, yang berfungsi sebagai penurun temperatur dikarenakan mudah diperoleh dan harga yang terjangkau.

Pada penelitian ini menggunakan hasil pembakaran batubara dari PT. Bukit Pembangkit Innovative PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat (PT. Bukit Asam). Dengan melalui proses yang cukup banyak pada pengolahan batu bara, akan menghasilkan dua limbah yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Pada setiap pembakaran batu bara berkualitas baik, PLTU Banjarsari ini dapat menghasilkan limbah *fly ash* dan *bottom ash* sekitar 5-10%, sedangkan jika yang digunakan batu bara berkualitas rendah akan menghasilkan limbah sekitar 15-20% limbah *fly ash* dan *bottom ash* dalam setiap pembakaran. Maka dari pembakaran tersebut, *fly ash* yang dihasilkan sebanyak 200-1000 ton/hari, sedangkan *bottom ash* yang dihasilkan mencapai 250 ton/hari. Saat ini dengan semakin bertambahnya limbah pembakaran *fly ash* dan *bottom ash* tetapi pemanfaatan limbah tersebut yang masih kurang dimanfaatkan terutama sebagai bahan konstruksi jalan.

Dalam rangka meningkatkan kekuatan, mengurangi bahan bakar dan biaya ekonomis struktur pada perkerasan jalan, maka dari itu dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai “Pengaruh Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Pada Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC Terhadap Perkerasan Lentur”. Diharapkan penggunaan limbah *fly ash* sebagai *filler* dan *bottom ash* sebagai agregat halus serta menggunakan campuran aspal hangat ini dapat memenuhi nilai stabilitas, nilai *marshall quotient* (MQ), nilai *flow*, nilai *void in mixture* (VIM), nilai *void filled with bitument* (VFB), nilai *void in mineral aggregate* (VMA), dan nilai kadar aspal optimum (KAO) yang memenuhi syarat dari spesifikasi Bina Marga tahun 2018 (Revisi 2).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, berikut adalah rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini antara lain :

1. Apakah penambahan limbah sisa pembakaran *fly ash* sebagai *filler* dan *bottom ash* sebagai agregat halus dengan campuran aspal hangat (*warm mix*) pada laston lapis

aus (WMAc-WC) memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 (Revisi 2).

2. Bagaimana karakteristik *marshall* campuran beraspal hangat (*warm mix*) limbah *fly ash* dan *bottom ash* pada laston lapis aus (WMAc-WC).
3. Bagaimana hasil nilai kadar aspal optimum (KAO) dan parameter-parameter *marshall* pada campuran aspal hangat dengan menggunakan tambahan *fly ash* dan *bottom ash* pada laston lapis aus (AC-WC)

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, berikut adalah tujuan penelitian yang akan dibahas pada penelitian ini antara lain :

1. Menganalisa limbah *fly ash* sebagai pengganti *filler* dan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus (pasir) pada campuran aspal hangat (*warm mix*) dan laston lapis aus (WMAc-WC) memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 (Revisi 2).
2. Menganalisa karakteristik *marshall* campuran beraspal hangat (*warm mix*) limbah *fly ash* dan *bottom ash* pada laston lapis aus (WMAc-WC).
3. Menganalisa dan membandingkan hasil nilai kadar aspal optimum dan nilai parameter-parameter *marshall* pada campuran aspal hangat dengan menggunakan *fly ash* dan *bottom ash* serta bahan tambah zeolit dan *wax* terhadap laston lapis aus (AC-WC)

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, berikut adalah batasan pembahasan yang akan dibahas pada penelitian ini antara lain :

1. Penelitian akan dilaksanakan dalam skala laboratorium Balai Jalan Nasional Sumatera Selatan.

2. Material yang digunakan antara lain: aspal pen 60/70 pada campuran hangat (*warm mix*) dengan bahan aditif tambahan zeolit dan *wax, filler* serta agregat kasar dan agregat halus yang sesuai dengan standar Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 (Revisi 2).
3. Limbah yang digunakan adalah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus dari PT. Bukit Pembangkit innovative PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat.
4. Standar yang digunakan pada penelitian ini adalah Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 (Revisi 2).
5. Metode yang digunakan adalah metode *Marshall*
6. Penelitian ini merupakan bagian penelitian disertasi Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T. yang merupakan kerjasama antara Universitas Sriwijaya dan Universiti Teknologi Malaysia (UTM)

1.5. Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada proposal laporan tugas akhir ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini pembahasan mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan pada judul penelitian “Pengaruh Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Pada Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC Terhadap Perkerasan Lentur”.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka pembahasan mengenai informasi teori dasar yang berkaitan dengan penelitian dasar, seperti material penyusun perkerasan jalan, komponen campuran aspal yaitu bahan pengisi (*filler*) berupa limbah *fly ash* dan limbah *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus terhadap karakteristik campuran

warm mix pada laston AC-WC, serta metode pengujian yang akan dilakukan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini pembahasan mengenai prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian yang berbentuk diagram alir dan membahas teknik pelaksanaan penelitian serta pembuatan dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan yang telah didapatkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan, serta kesimpulan dari hasil yang telah dibuat pada laporan ini. Setelah ditarik kesimpulan, penulis memberikan saran mengenai pengujian ini.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, F. dan Hadisi, H. (2011) Pengaruh Metode Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Beraspal Hangat. *Jurnal Jalan-Jembatan*, 28(1), pp. 1-8.
- Amalia, R. (2020) Pengaruh Penggunaan Material Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Sumatera Selatan Terhadap Perkerasan Jalan Lentur Pada Lapisan Laston *Binder Course* (AC-BC).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kemen PUPR (2017). *Standard Nasional Indonesia 3 Geoteknik*. Badan Standardisasi Nasional.
- Brent, M. and R.W. Forfylow. (2006). *Evaluation Of Warm-Mix Asphalt Produced With The Double Barrel Green Process Asphalt Pavement Material*. *Journal of the Transportation Research Board* No 2126.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (2010). Spesifikasi Umum Revisi 3.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Revisi 2.
- Farras M A (2020). Pengaruh Pemanfaatan Material Sisa Pembakaran Batubara (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*) PLTU Banjarsari Kab.Lahat Terhadap Laston AC-WC Menggunakan Metode *Marshall*.
- Hasmiati, dkk. (2014). *Mix Design Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) dengan Menggunakan *Fly Ash* Batu Bara Sebagai Pengganti *Filler*. *Jurnal Stabilitas* Vol.2 No.1.
- Haspiadi. (2009). Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Batu Bara Sebagai Campuran Pembuatan Bata Beton. *Jurnal Riset Teknologi Industri*.

- Kuniasari, P.R. (2017). Pemanfaatan Penggunaan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Sebagai Pozzolan pada *Binder Geopolymer*.
- Lizar. (2017). Analisis Pengaruh Perbedaan Sumber *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Terhadap Karakteristik Perkerasan Lentur. Tesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- 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.
- Rosyad F. (2017). Analisis Pengaruh Kehalusan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Stabilitas dan Kepadatan Campuran Beton Aspal (AC-WC).
- Saodang, Ir. Hamirhan MSCE. 2004. Perencanaan Geometrik Jalan. Nova : Bandung.
- Saodang, Hamirhan. (2005). Perancangan Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung.
- Siregar, W.R. (2019). Kinerja Campuran Hangat (*Warm Mix*) Laston Lapis Aus (WMAc-WC) dengan Penambahan Zeolit dan *Wax*.
- Sugiarti, Sri., Charlena., dan Aflakhah, NA. (2017). Zeolit Sintetis Terfungsionalisasi 3-(Trimetoksisilil)-1-Propaniol Sebagai Adsorben Kation Cu(II) dan Biru Metilena. Jurnal Kimia VALENSI : Jurnal Penelitian dan pengembangan Ilmu Kimia, 3(1): 11-19.
- Sukirman, Silvia. (1999) Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung.
- Sukirman, Silvia. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Grafika Yuana Marga : Bandung.
- Vasudevan, Gunalaan, dkk. (2017). *Effect on Coal Bottom Ash in Hot Mix Asphalt (HMA) as Binder Course*. Hong Kong