

LAPORAN TUGAS AKHIR

Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet–Wearing Course (HRS-WC)* dan *Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC)* Dengan Pemanfaatan limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall immersion* dan *Cantabro*



MUHAMMAD NUGRAHA PALAGUNA

03011381621093

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC)
dan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Dengan Pemanfaatan
limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat
Menggunakan Metode *Marshall immersion* dan *Cantabro***

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

MUHAMMAD NUGRAHA PALAGUNA

03011381621093

Palembang, 15 September 2020

Diperiksa dan disetujui oleh,

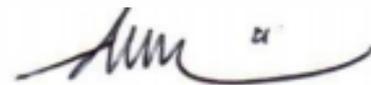
Dosen Pembimbing I,



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

NIP. 198111202008121001

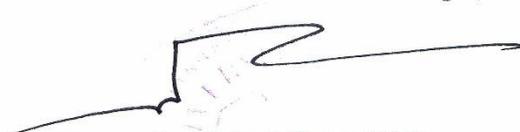
Dosen Pembimbing II,



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

NIP. 197311032008121003

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



Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya serta Nabi Muhammad SAW sebagai pedoman hidup manusia di dunia sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk melanjutkan penelitian yang akan dilakukan. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “Kinerja Perkerasan Lentur HRS-WC dan AC-WC Dengan Pemanfaatan limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall immersion* dan *Cantabro*”. Dalam penyusunan, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu dan saudara yang menjadi sumber semangat dan juga doa yang sering dipanjatkannya.
2. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1, dan Bapak Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2.
4. Rekan satu tim tugas akhir dan teman-teman Teknik Sipil angkatan 2016 Universitas Sriwijaya
5. Teman-teman uduk yang menyupport saya sambil menaikkan mood saya dengan bermain mobile legend dan menghibur selagi masa-masa penat mengerjakan skripsi.
6. Teman-teman SMA 2 Sekayu yang selalu mensupport saya terutama GMS smanda yang menyemangati saat skripsi dan juga revisi.
7. Terima kasih untuk umik yang menyupport Ketika masa-masa skripsi memberikan suplai makanan dan semangat kepada saya.
8. Laboratorium Balai V Perkerasan Jalan yang telah membantu dalam penyediaan alat dan bahan yang di perlukan serta membimbing dalam penggunaan alat di laboratorium.

Dalam menyusun proposal tugas akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam hal penulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat

diharapkan demi kemajuan proposal tugas akhir ini. Semoga proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis.

Palembang, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel.....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5. Rencana Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Perkerasan Jalan	8
2.2.1. Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	8
2.2.2. Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	9
2.2.3. Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	10
2.3. Lapis Aspal Beton (Laston).....	10
2.4. Lapis Tipis Aspal Beton, HRS (<i>Lataston, Hot Rolled Sheet</i>).....	11
2.5. Bahan Penyusun Aspal Beton	12
2.5.1 Agregat	12
2.5.2 Aspal.....	16
2.6. Limbah <i>Fly Ash</i>	16
2.7. Limbah <i>Bottom Ash</i>	19
2.7.1. Sifat Fisik.....	20
2.7.2. Sifat Kimia.....	21
2.8. Pengujian <i>Immersion Test</i>	21
2.9. Pengujian <i>Cantabro Test</i>	22

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Umum	24
3.2. Studi Literatur.....	26
3.3. Persiapan Penelitian.....	26
3.4. Pengujian Laboratorium.....	26
3.4.1. Pengujian Agregat.....	26
3.4.2. Pengujian <i>Filler</i>	31
3.4.3. Pengujian Aspal	31
3.5. <i>Design Mix Formula</i> (DMF).....	35
3.6. Pembuatan Benda Uji Berdasarkan KAO Penelitian Sebelumnya.....	35
3.7. Pembuatan Benda Uji Laston HRS-WC dan Laston AC-WC.....	36
3.8. Pengujian <i>Marshall Immersion</i>	38
3.9. Pengujian <i>Cantabro</i>	39
3.10. Analisa dan Pembahasan.....	39
3.11. Kesimpulan dan Saran.....	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	41
4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal.....	43
4.3. Perbandingan Karakteristik Bahan Pengganti.....	44
4.4. Komposisi Campuran Lapisan Laston AC-WC	45
4.4.1. Komposisi Campuran AC-WC Standar dan <i>Fly Ash</i> Pengganti <i>Filler</i>	46
4.4.2. Komposisi Campuran AC-WC <i>Bottom Ash</i> (Pengganti Agregat Halus) dan <i>Fly Ash</i> (Pengganti <i>Filler</i>)	49
4.5. Komposisi Campuran Lapisan Laston HRS-WC	53
4.5.1. Komposisi Campuran HRS-WC Standar dan <i>Fly Ash</i> Pengganti <i>Filler</i>	53
4.5.2. Komposisi Campuran HRS-WC <i>Bottom Ash</i> dan Campuran <i>HRS-WC Bottom Ash-Fly Ash</i>	56
4.6. Pengujian <i>Marshall</i> Standar Berdasarkan KAO.....	57
4.6.1. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Standar Laston AC-WC (Berdasarkan	

Nilai KAO).....	57
4.6.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Standar untuk Campuran <i>Fly Ash</i> Lataston HRS-WC	61
4.7. Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> Berdasarkan <i>KAO</i>	66
4.7.1. Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> untuk Laston AC-WC.....	66
4.7.2. Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> Lataston HRS-WC	70
4.8. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa Berdasarkan Pengujian <i>Marshall</i> <i>Immersion</i>	75
4.8.1. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa <i>Marshall Immersion</i> untuk Campuran Laston AC-WC	75
4.8.2. Hasil Analisa Indeks Kekuatan Sisa <i>Marshall Immersion</i> untuk Campuran Lataston HRS-WC	76
4.9. Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> Berdasarkan Nilai <i>KAO</i>	78
4.9.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> untuk Laston AC-WC ...	78
4.9.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Cantabro</i> untuk Lataston HRSC-WC	79
4.10. Pembahasan.....	81
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1. Kesimpulan.....	83
5.2. Saran	84
 DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Struktur lapisan perkerasan lentur	9
2.2 Struktur perkerasan kaku	9
2.3. <i>Fly Ash</i> PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat.....	17
2.4. <i>Bottom Ash</i> PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat.....	19
3.1. Diagram Alir Penelitian	25
4.1. Grafik Komposisi Gradasi Campuran AC-WC Standar dan <i>Fly Ash</i>	48
4.2 Grafik Komposisi Gradasi Campuran <i>Bottom Ash</i> dan <i>Fly Ash</i>	52
4.3. <i>Grafik Komposisi Gradasi Campuran Standar dan Campuran Fly Ash</i>	54
4.4. <i>Grafik Komposisi Gradasi Campuran Bottom Ash dan Campuran Bottom Ash-Fly ash</i>	57
4.5. Grafik hasil nilai VMA <i>marshall</i> standar untuk Laston AC-WC.....	58
4.6. Grafik hasil nilai VFA <i>Marshall</i> standar untuk Laston AC-WC	59
4.7 Grafik hasil nilai VIM <i>Marshall</i> Standar untuk Laston AC-WC.....	59
4.8. <i>Grafik hasil nilai stabilitas Marshall Standar untuk Laston AC-WC</i>	60
4.9. Grafik Hasil nilai <i>flow Marshall Standart untuk Laston AC-WC</i>	60
4.10. Grafik hasil parameter <i>Marshall Standart</i> untuk nilai MQ.....	61
4.11 Grafik hasil nilai VMA <i>Marshall Standart</i> untuk Lataston HRS-WC...	63
4.12. Grafik nilai VFA <i>Marshall Standart</i> untuk Lataston HRS-WC.....	63
4.13. Grafik nilai VIM <i>Marshall</i> Standar untuk Lataston HRS-WC	64
4.14. Grafik hasil parameter <i>Marshall Standart</i> untuk nilai stabilitas	65
4.15. Grafik nilai <i>flow marshall</i> standar untuk Lataston HRS-WC	65
4.16. Grafik nilai MQ <i>Marshall</i> Standar untuk Lataston HRS-WC.....	67
4.17. Grafik nilai VMA <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Lataston HRS-WC	68
4.18. Grafik nilai VFA <i>Marshall Immersion</i> untuk Laston AC-WC	68
4.19. Grafik nilai VIM <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Laston AC-WC	69
4.20. Grafik nilai stabilitas <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Laston	

AC-WC	69
4.21. Grafik nilai <i>Flow Marshall Immersion</i> untuk campuran Laston AC-WC	70
4.22. Grafik nilai MQ <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Laston AC-WC	70
4.23. Grafik Nilai VMA <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Lataston HRS-WC	72
4.24. Grafik nilai VFA <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Lataston HRS-WC	73
4.25. Grafik nilai VIM <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Lataston HRS-WC	73
4.26. Grafik nilai Stabilitas <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Lataston HRS-WC	74
4.27. Grafik nilai <i>Flow Marshall Immersion</i> untuk campuran Lataston HRS-WC	74
4.28. Grafik nilai MQ <i>Marshall Immersion</i> untuk Lataston HRS-WC.....	75
4.29. Grafik nilai analisa indeks kekuatan sisa untuk campuran laston AC-WC	76
4.30. Grafik Nilai analisa indeks kekuatan sisa untuk campuran Lataston HRS-WC	77
4.31. Grafik Perbandingan nilai uji <i>cantabro</i> untuk campuran Laston AC-WC	79
4.32. Grafik Perbandingan hasil uji <i>cantabro</i> untuk Lataston HRS-WC	80

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
2.1. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal.....	11
2.2. Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Pada Divisi 6)	13
2.3. <i>Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Pada Divisi 6)</i>	14
2.4. Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 Pada Divisi 6)	15
2.5. Klasifikasi <i>Fly Ash</i> Berdasarkan Komposisi Kimianya.....	18
2.6. Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat	18
2.7. Sifat fisik <i>bottom ash (Coal Bottom Ash/Boiler Slag-Material Description, 2000)</i>	20
2.8. <i>Hasil analisa saringan bottom ash PLTU Banjarsari kabupaten lahat</i> . 20	
2.9. <i>Komposisi Kimia Bottom Ash PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat</i>	21
3.1. Sampel benda uji <i>marshall standart</i> pada lapisan HRS – WC	34
3.2. Sampel benda uji <i>marshall standart</i> pada lapisan AC-WC	35
3.3. Sampel benda uji <i>marshall immersion test</i> pada lapisan HRS – WC.....	35
3.4. <i>Sampel benda uji marshall immersion test pada lapisan AC-WC</i>	35
3.5. Sampel benda uji <i>cantabro</i> pada lapisan HRS-WC.....	36
3.6. Sampel benda uji <i>cantabro</i> pada lapisan AC-WC.....	36
4.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Batu Pecah 1-1	41
4.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Batu Pecah 1-2.....	41
4.3. Hasil Pemeriksaan Abu Batu	41
4.4. Hasil Pemeriksaan Pasir	42
4.5. Hasil Pemeriksaan <i>Bottom Ash</i>	43
4.6. Hasil Pengujian. Karakteristik. Aspal (Aspal Pen. 60/70).....	44
4.7. Perbandingan Karakteristik Agregat Halus.....	44
4.8. Perbandingan karakteristik <i>filler</i>	45
4.9. Tabel Gradasi Agregat Hasil Pengujian Analisa Saringan	46
4.10. Tabel Gradasi Agregat Untuk Eleminasi <i>Gauss-Jordan</i>	46

4.11. Hasil perhitungan metode eliminasi <i>Gauss-Jordan</i>	47
4.12. Tabel Perhitungan Komposisi Gradasi Campuran Laston AC-WC Standar dan <i>Fly Ash</i>	47
4.13. Tabel Gradasi Agregat Hasil Pengujian Analisa Saringan	49
4.14. Tabel Komposisi Gradasi Agregat.....	49
4.15. Hasil Perhitungan Gradasi Campuran menggunakan metode eliminasi <i>Gauss-Jordan</i>	50
4.16. Tabel perhitungan gradasi campuran <i>bottom ash</i> dan <i>fly ash</i>	51
4.17. Komposisi Gradasi Hasil Analisa Saringan	52
4.18. Hasil Perhitungan Menggunakan Metode <i>Gauss-Jordan</i>	53
4.19. Gradasi campuran standar dan campuran <i>fly ash</i>	53
4.20. Komposisi Gradasi Analisa Saringan Campuran <i>Bottom Ash</i> dan Campuran <i>Bottom Ash-fly Ash</i>	54
4.21. Hasil Perhitungan Matriks Gradasi Campuran Dengan Metode <i>Gauss-Jordan</i>	55
4.22. Komposisi Gradasi Campuran <i>Bottom ash</i> dan Campuran <i>Bottom. ash-Fly. Ash</i>	56
4.23. Rekapitulasi Hasil pengujian <i>Marshall</i> Standar untuk campuran laston AC-WC.....	57
4.24. Rekapitulasi hasil pengujian <i>Marshall</i> Standar untuk campuran laston HRS-WC	61
4.25. Rekapitulasi hasil pengujian <i>Marshall Immersion</i> untuk campuran Laston AC-WC	66
4.26. Rekapitulasi hasil pengujian <i>Marshall Immersion</i> campuran Laston HRS-WC	70
4.27. Rekapitulasi nilai indeks kekuatan sisa laston AC-WC.....	76
4.28. Rekapitulasi nilai indeks kekuatan sisa laston HRS-WC.....	77
4.29. Rekapitulasi Nilai Hasil Pengujian <i>cantabro</i> untuk Laston AC-WC.....	78
4.30. Rekapitulasi Nilai Hasil pengujian <i>cantabro</i> untuk Campuran Laston HRS-WC	80

DAFTAR LAMPIRAN

TABEL	Halaman
1. Lampiran dokumentasi penelitian	86
2. Hasil pengujian agregat, aspal, dan campuran beraspal	95
3. Penjabaran perhitungan.....	113

RINGKASAN

Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet–Wearing Course* (HRS-WC) dan *Asphalt Concrete–Wearing Course* (AC-WC) Dengan Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*

Muhammad Nugraha Palaguna ; Dibimbing oleh Mirka Pataras, S.T., M.T. dan Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvii + 126 halaman, 37 gambar, 45 tabel, 3 lampiran

Indonesia merupakan salah satu penghasil batu bara terbesar di dunia. Pada tahun 2019 produksi batu bara Indonesia mencapai 565,81 juta ton dengan pemakaian dalam negeri 128,38 juta ton (Sujatmiko, 2019). Dari pembakaran batu bara dihasilkan $\pm 5\%$ polutan padat yang berupa abu (*fly ash* dan *bottom ash*). PT. Bukit Asam Tbk di provinsi Sumatera Selatan dalam sehari dapat menghasilkan limbah *bottom ash* sebanyak 250 ton dan *fly ash* sebanyak 200-1000 ton. Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan yang tepat untuk pengolahan dari limbah-limbah tersebut. Dalam upaya peningkatan kekuatan struktur pada perkerasan jalan dan pemanfaatan limbah-limbah tersebut, salah satu inovasi untuk Lapis Permukaan (AC-WC) dan HRS Lapis Aus (HRS-WC) dengan menjadikan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan limbah *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus. Diperlukan juga penelitian lanjut terhadap nilai keausan pada lapis permukaan jalan yaitu laston lapis aus (HRS-WC) dan laston lapis aus (AC-WC). Penelitian lebih lanjut terhadap nilai KAO yang di dapat dari penelitian sebelumnya dengan uji *marshall immersion* dan *cantabro* untuk mendapatkan nilai indeks kekuatan sisa dan nilai persentase kehilangan berat. Dalam penelitian ini digunakan tiga campuran yaitu *fly ash* sebagai pengganti filler, *bottom ash* sebagai pengganti agregat dan campuran *fly ash + bottom ash*. Dari pengujian ini di dapatkan nilai rata-rata indeks kekuatan sisa paling besar yaitu 94,97% untuk lapis AC-WC dan 92,88% dan untuk nilai persentase kehilangan berat terkecil yaitu 3,20% untuk lapis AC-WC dan 2,80% untuk lapis HRS-WC.

Kata kunci: *Fly Ash, Bottom Ash, Pengujian marshall immersion dan Cantabro*

SUMMARY

Performance Flexible Pavement Hot Rolled Sheet–Wearing Course (HRS-WC) and Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) With Fly Ash and Bottom Ash Waste PLTU Banjarsari, Lahat District Using Marshall Immersion and Cantabro Methods

Muhammad Nugraha Palaguna ; Guided by Mirka Pataras, S.T., M.T. dan Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvii + 126 halaman, 37 gambar, 45 tabel, 3 lampiran

Indonesia is one of the largest coal producers in the world. In 2019 Indonesia's coal production reached 565.81 million tons with domestic use of 128.38 million tons (Sujatmiko, 2019). From burning coal is produced $\pm 5\%$ solid pollutants in the form of ash (fly ash and bottom ash). Pt. Bukit Asam Tbk in South Sumatra province in a day can produce 250 tons of bottom ash waste and 200-1000 tons of fly ash. Therefore proper utilization is required for the treatment of such wastes. In an effort to increase the strength of the structure in road pavement and utilization of these wastes, one of the innovations for Surface Layer (AC-WC) and HRS Lapis Aus (HRS-WC) by making fly ash waste as filler and bottom ash waste in place of fine aggregate. Further research is also needed on the value of wear on the road surface layer namely laston layer wear (HRS-WC) and laston layer wear (AC-WC). Further research into kao scores can be obtained from previous studies with marshall immersion and cantabro tests to obtain residual strength index values and weight loss percentage values. In this study, three mixtures were used, namely fly ash as a substitute filler, bottom ash as a substitute for aggregate and fly ash + bottom ash mixture. From this test, the average value of the remaining strength index was 94.97% for the AC-WC layer and 92.88% and for the smallest weight loss percentage value was 3.20% for the AC-WC layer and 2.80% for the HRS-WC layer.

Kata kunci: *Fly Ash, Bottom Ash, Pengujian marshall immersion dan Cantabro*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Nugraha Palaguna
NIM : 03011381621093
Judul Tugas Akhir : Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet–Wearing Course* (HRS-WC) dan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Dengan Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*.

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

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



Palembang, Agustus 2020



Muhammad Nugraha Palaguna

NIM.03011381621093

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Nugraha Palaguna
NIM : 03011381621093
Judul Tugas Akhir : Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet–Wearing Course* (HRS-WC) dan *Asphalt Concrete–Wearing Course* (AC-WC) Dengan Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro*.

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

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

Indralaya, Agustus 2020



Muhammad Nugraha Palaguna

NIM.03011381621093

HALAMAN PERSETUJUAN

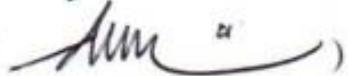
Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet–Wearing Course (HRS-WC)* dan *Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC)* Dengan Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall immersion* dan *Cantabro*” yang disusun oleh Muhammad Nugraha Palaguna, NIM. 03011381621093 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2020.

Palembang, September 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir,

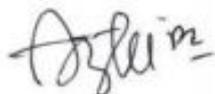
Ketua :

1. Mirka Pataras, S.T., M.T.
NIP. 198111202008121001
2. Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.
NIP. 197311032008121003

()
()

Anggota :

3. Prof. Ir. Hj. Erika Buchari, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196010301987032003
4. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002
5. Dr. Melawaty Agustien, S.Si., M.T.
NIP. 197408151999032003
6. Aztri Yuli Kurnia, S.T., M.Eng.
NIP. 198807132012122003

()
()
()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya negara Indonesia maka semakin meningkat mobilitas penggunaan jalan untuk kehidupan sehari-hari yang menyebabkan volume lalu lintas akan terus meningkat. Peningkatan volume lalu lintas ini mempengaruhi beban yang akan diterima oleh struktur perkerasan jalan. Dengan bertambahnya beban yang berlebihan akibat truk modifikasi bebas tidak dikenakan sanksi beredar di Indonesia maka hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada lapisan perkerasan jalan. Selain itu juga banyak faktor yang mengakibatkan kerusakan lapisan perkerasan seperti halnya perubahan iklim yang tidak menentu, bencana alam dan lain sebagainya. Oleh karena itu di perlukan peningkatan kualitas dari lapis perkerasan jalan.

Lapisan jalan yang umum digunakan yaitu Lapis Aspal Beton (Laston) dan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston). Menurut fungsinya, pemakaian Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete, AC*) terdiri dari tiga jenis yaitu lapisan aspal beton yang digunakan sebagai lapis permukaan atau Lapis Aus (*AC-Wearing Course*), sebagai lapis antara atau Lapis Pengikat (*AC-Binder Course*) dan sebagai Lapis Pondasi (*AC-Base*). Lapis Permukaan (*AC-WC*) merupakan salah satu struktur perkerasan jalan yang langsung bersentuhan dengan ban kendaraan dan cuaca sedangkan lapisan Laston *Binder Course* (*AC-BC*) difungsikan untuk menahan beban maksimal akibat beban lalu lintas. Sedangkan untuk Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet, HRS*) terdiri dari dua jenis campuran, HRS pondasi (*HRS-Base*) dan HRS Lapis Aus (*HRS Wearing Course, HRS-WC*).

Indonesia merupakan salah satu penghasil batu bara terbesar di dunia. Pada tahun 2019 produksi batu bara Indonesia mencapai 565,81 juta ton dengan pemakaian dalam negeri 128,38 juta ton (Sujatmiko, 2019). Batu bara adalah bahan bakar fosil yang merupakan sumber energi terpenting untuk pembangkitan listrik dan juga bahan bakar pokok untuk produksi baja dan semen. Dari pembakaran batu bara dihasilkan $\pm 5\%$ polutan padat yang berupa abu (*fly ash* dan *bottom ash*). Limbah *fly ash* dan *bottom ash* ini dikategorikan sebagai limbah B3 (Bahan

Berbahaya dan Beracun) yang berarti dapat mencemari dan merusak lingkungan hidup, serta membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.

PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) merupakan salah satu penghasil limbah *fly ash* dan *bottom ash* terbesar karena penggunaan batu bara sebagai bahan bakar utamanya. Seperti halnya PLTU-PLTU yang di jalankan oleh PT. Bukit Asam Tbk di provinsi Sumatera Selatan dalam sehari dapat menghasilkan limbah *bottom ash* sebanyak 250 ton dan *fly ash* sebanyak 200-1000 ton. Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan yang tepat untuk pengolahan dari limbah-limbah tersebut.

Adapun upaya untuk peningkatan kekuatan struktur pada perkerasan jalan dan pemanfaatan limbah-limbah tersebut, salah satu inovasi untuk Lapis Permukaan (AC-WC) dan Lapis Aus (HRS-WC) dengan menjadikan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan limbah *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus. Kemudian dari lapis dua lapis perkerasan tersebut yaitu AC-WC dan HRS-WC di perlukan uji nilai indeks kekuatan sisa dan nilai keausan karena lapisan ini menerima kontak langsung gesekan terhadap ban kendaraan. Kedua lapisan tersebut juga merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus serta merupakan faktor daya tahan masa pelayanan dari konstruksi perkerasan.

Dengan penggunaan limbah *fly ash* dan *bottom ash* sebagai pengganti *filler* dan agregat halus dapat memenuhi nilai stabilitas indeks kekuatan sisa serta nilai keausan yang sesuai dengan syarat Spesifikasi Bina Marga. Selain itu juga diharapkan dengan penggunaan bahan limbah tersebut dapat meningkatkan ketahanan konstruksi perkerasan jalan.

Berdasarkan uraian informasi-informasi di atas, maka akan dilaksanakan penelitian yang merupakan lanjutan dari penelitian Muhammad Afif Faras, dengan judul “Pemanfaatan Material Sisa Pembakaran Batubara *Fly Ash* dan *Bottom Ash* terhadap Flexible Pavement Laston (AC-WC) Menggunakan Metode *Marshall* (Studi Kasus : PLTU Banjarsari Kab. Lahat Sumsel)” dan penelitian Maulidina Ainun Ari Putri dengan judul “Karakteristik *Marshall flexible pavement* (HRS-WC) Menggunakan Limbah Sisa Pembakaran Batubara (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*) PLTU Banjar Sari Kab.Lahat”. Penelitian lanjutan tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan nilai indeks kekuatan sisa dan nilai keausan menggunakan metode

marshall immersion dan *cantabro*. Maka dari itu judul penelitian ini adalah “Kinerja Perkerasan Lentur *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) dan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Dengan Pemanfaatan Limbah Fly Ash dan Bottom Ash PLTU Banjarsari Kabupaten Lahat Menggunakan Metode *Marshall immersion* dan *Cantabro*”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang akan di bahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai indeks kekuatan sisa pada laston campuran HRS-WC dan AC-WC yang menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus, setelah pengujian *Marshall Immersion*?
2. Bagaimana nilai keausan pada laston campuran HRS-WC dan AC-WC yang menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus, setelah dilakukan pengujian *Cantabro test*

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas tujuan penelitian yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan menganalisis nilai indeks kekuatan sisa pada laston campuran HRS-WC dan AC-WC yang menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus, setelah dilakukan pengujian *Marshall Immersion*.
2. Mengetahui dan menganalisis nilai keausan pada laston campuran HRS-WC dan AC-WC yang menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus, setelah dilakukan pengujian *Cantabro Test*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, batasan masalah yang akan dibahas dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini dilaksanakan dalam skala laboratorium.
2. Campuran aspal yang digunakan pada penelitian ini yaitu campuran HRS-WC dan AC-WC yang menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus.
3. Standar yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (revisi 1).
4. Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro Test*.

1.5. Sistematika Penulisan

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

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori, temuan, dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini. Informasi yang diberikan antara lain mengenai perkerasan jalan, material perkerasan jalan, campuran aspal panas, pengujian aspal, limbah *fly ash* dan *bottom ash*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas rancangan dan prosedur penelitian atau pengujian yang akan dilakukan dalam diagram alir, pengujian material di laboratorium,

perencanaan campuran, pembuatan sampel, pengujian menggunakan metode *Marshall Immersion* dan *Cantabro Test*.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas hasil dari pengujian laboratorium dan pembahasan dari hasil pengujian tersebut

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas kesimpulan dari tugas akhir dan saran untuk penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

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

DAFTAR PUSTAKA

- Wibisono, Suparma . 2015. Perancangan Laboratorium Asphalt Concrete-Binder Coarse (AC-BC) Dengan Aspal Modifikasi Elastomer dan Limbah Fly Ash Batubara Sebagai Pengganti Filler
Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum*, Edisi 2018 Revisi 1.
- Buanti. 2018. Analisis Pengaruh Penggunaan Fly Ash dan Asbuton Sebagai Filler Pada Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)
- Subakti, A. 2017. Pengaruh Durabilitas Terhadap Stabilisasi *Sub Base* Jalan Dengan *Fly Ash* Dari PLTU Asam Asam Kalimantan
- Indriani, Santoso, dkk. 2013. Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton.
- Saodang, Hamirhan. 2005. *Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Nova, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Syaiful. 2013. Studi Penambahan Abu Batubara Sebagai *Filler* Pada Campuran Beraspal. Universitas Ibn Khaldun. Bogor.
- Alfian Saleh. Dkk. 2018. menentukan ketahanan lapis perkerasan terhadap keausan dengan mesin *los angeles*.
- Wahjoedi. 2009. Evaluasi karakteristik campuran BMA dan indeks kekuatan sisa (IKS) campuran BMA yang diperoleh dari pengujian perendaman *marshall* (*marshall immersion*).