

**PENGARUH KEHALUSAN ABU TERBANG TERAK BOILER SAWIT
SEBAGAI *FILLER* TERHADAP STABILITAS DAN KEPADATAN
CAMPURAN LAPIS *ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE***



TESIS

**MUHAMMAD SHAID RAMADHINATA
STRUKTUR DAN BAHAN
222710024**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2024**

**PENGARUH KEHALUSAN ABU TERBANG TERAK BOILER SAWIT
SEBAGAI *FILLER* TERHADAP STABILITAS DAN KEPADATAN
CAMPURAN LAPIS *ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE***



**Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar**

MAGISTER TEKNIK SIPIL

**MUHAMMAD SHAID RAMADHINATA
STRUKTUR DAN BAHAN
222710024**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2024**

Halaman Pengesahan Pembimbing Tesis

Judul Tesis : PENGARUH KEHALUSAN ABU TERBANG TERAK BOILER SAWIT SEBAGAI FILLER TERHADAP STABILITAS DAN KEPADATAN CAMPURAN LAPIS *ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE*

Oleh MUHAMMAD SHAID RAMADHINATA NIM. 222710024 Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR DAN BAHAN, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada tanggal 24 September 2024 dan telah dinyatakan LULUS.

Mengetahui,

Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma
Ketua,

Universitas Bina Darma



.....

Dr. Ir. Firdaus, S.T.,M.T.,IPM,ASEAN Eng.

Pembimbing,

.....
Dr. Ir. Firdaus, S.T.,M.T.,IPM,ASEAN Eng.

Halaman Pengesahan Penguji Tesis

Judul Tesis : PENGARUH KEHALUSAN ABU TERBANG TERAK BOILER SAWIT SEBAGAI FILLER TERHADAP STABILITAS DAN KEPADATAN CAMPURAN LAPIS *ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE*

Oleh MUHAMMAD SHAID RAMADHINATA NIM. 222710024 Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR DAN BAHAN, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada tanggal 24 September 2024 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 24 September 2024

Mengetahui,


Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma
Direktur,


PROGRAM PASCASARJANA

Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Tim Penguji :

Penguji I ,


.....
Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
Penguji II ,


.....
Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji III ,


.....
Dr. Rosidawani, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Shaid Ramadhinata

NIM : 222710024

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya (Tesis, Skripsi, Tugas Akhir) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik (Magister, Sarjana, dan Ahli Madya) di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, saya menyatakan bersedia Tesis/Skripsi/Tugas Akhir, yang saya hasilkan di unggah ke internet;
5. Surat pernyataan ini saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terbukti melakukan penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Perguruan Tinggi ini.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dipertanggung jawabkan sebagaimana mestinya.

Palembang, 24 September 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Muhammad Shaid Ramadhinata

222710024

Abstrak

Terak boiler kelapa sawit memiliki *massa* yang lebih berat dari pada *flyash* yang keluar dari cerobong asap, dan terak boiler ini relatif memiliki pori-pori yang banyak. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menurunkan resiko deformasi permanen dan meningkatkan nilai stabilitas, durabilitas, sekaligus salah satu langkah untuk pengurangan limbah dengan peningkatan nilai fungsinya. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma dan di laboratorium PT. HAKAASTON Indralaya. Penelitian ini dibuat benda uji sebanyak 85 bricket benda uji, menggunakan bahan tambah *filler* dengan persentase 1%, 2%, 3%, dan 4%. Untuk nilai optimum kepadatan persentase 4,0% dengan nilai sebesar 2,169 gr/cc. Nilai stabilitas *marshall standard* dengan nilai optimum persentase 2,1% sebesar 1181,01 kg/cm dan telah memenuhi persyaratan spesifikasi. Nilai kelelahan (*flow*) optimum dengan persentase 3,11% sebesar 3,11 mm Untuk keawetan atau *marshall* sisa nilai optimum persentase 1,8% sebesar 94,75%. Untuk Nilai Optimum VIM persentase *filler* di 2,0% sebesar 3,98 %. Nilai optimum dari VMA berada di persentase *filler* 2,51 % sebesar 30,56 %. Sedangkan nilai Optimum untuk VFB berada di persentase *filler* 2,71 % sebesar 88,16 % dengan batas minimum spesifikasi 65 %.

Kata Kunci : Abu Terak Boiler Sawit, Karakteristik Marshall, Lapis AC-WC

Abstract

Palm oil boiler slag has a heavier mass than the flyash that comes out of the chimney, and this boiler slag has relatively many pores. This research was conducted with the aim of reducing the risk of permanent deformation and increasing the value of stability, durability, as well as one of the steps to reduce waste by increasing its functional value. This research was conducted in the laboratory of Civil Engineering of Bina Darma University and in the laboratory of PT HAKAASTON Indralaya. This study made 85 test specimens, using filler additives with a percentage of 1%, 2%, 3%, and 4%. For the optimum value of density percentage of 4.0% with a value of 2.169 gr/cc. The standard marshall stability value with an optimum percentage of 2.1% is 1181.01 kg/cm and has met the specification requirements. Optimum melting value (flow) with a percentage of 3.11% amounting to 3.11 mm For durability or marshall remaining optimum value percentage of 1.8% amounting to 94.75%. For the optimum value of VIM, the percentage of filler at 2.0% amounted to 3.98%. The optimum value of VMA is at a filler percentage of 2.51% amounting to 30.56%. While the Optimum value for VFB is at a filler percentage of 2.71% at 88.16% with a minimum specification limit of 65%.

Keywords: Palm Boiler Slag Ash, Marhall Characteristics, AC-WC Layer

MOTTO

“Ilmu Pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat.”

Imam Syafi'i

Kupersembahkan Tesis ini untuk :

- Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Yang telah memberikan kesehatan dan kemudahan serta selalu senantiasa memberikan ilmu dan petunjuk-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan Tesis ini.
- Kedua orang tuaku tersayang, yang selalu memberikan semangat, arahan, dan doa kelancaran yang tiada hentinya untukku.
- Kepada dosen pembimbing Bapak Dr. Firdaus, S.T.,M.T.,IPM. Yang telah membimbing dan banyak memberikan saran, masukan, dan motivasi serta arahan dengan penuh kesabaran.
- Seluruh dosen Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
- Seluruh rekan-rekan kerja dari PT. Aria Jasa Reksatama terutama Project Engineer Bapak Tarmain dan Quality Engineer, PT. Utama Karya, dan PT. Utama Karya Infrastruktur Proyek Tol Indraprabu dan Proyek Junction Palembang.
- Rekan-rekan AMP PT.HAKAASTON Tj.Senai, Bapak Wiyana selaku Head Quality yang telah banyak membantu dalam proses penelitian ini dan memberikan ilmu nya.
- Seluruh Almamaterku Angkatan Delapan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Judul yang diambil pada Tesis ini yaitu **“Pengaruh Kehalusan Abu Terak Boiler Sawit Sebagai Filler Terhadap Stabilitas dan Kepadatan Campuran Lapis Asphalt Concrete Wearing Course”**.

Keberhasilan dalam menyelesaikan Tesis ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan dari Dosen Pembimbing. Oleh karena itu, atas selesainya Tesis ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Bina Darma.
2. Bapak Dr. Firdaus, S.T.,M.T.,IPM. Selaku Dosen Pembimbing dan Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Bina Darma.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungannya. Besar harapan penulis semoga Tesis ini dapat berguna dan digunakan oleh seluruh pihak akademis.

Palembang, 24 September 2024

Muhammad Shaid Ramadhinata

NIM.222710024

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER TESIS	i
HALAMAN DEPAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS	iv
SURAT PERNYATAAN	v
ABSTRAK (BAHASA INDONESIA)	vi
ABSTRAK (BAHASA INGGRIS)	vii
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Studi Pustaka	5
2.2. Penelitian Terdahulu	5
2.3. Lapis Aspal Beton (Laston)	7
2.4. Campuran Aspal Panas (<i>Hotmix</i>)	9
2.5. Bahan Penyusun Campuran Aspal Panas	10
2.5.1. Aspal.....	11
2.5.2. Agregat	17
2.5.3. Gradasi Agregat Gabungan.....	19

2.6. <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	20
2.7. <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	21
2.8. XRD Test	21
2.9. Marshall Test	21
2.9.1. Parameter <i>Marshall test</i> 21	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Metodologi Penelitian	25
3.2. Tahap Persiapan Bahan	25
3.2.1. Bahan Penelitian	25
3.3. Tahap Persiapan Alat	28
3.4. Tahapan Prosedur Penelitian	29
3.5. Diagram Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Umum	33
4.2 Pengujian Aspal	33
4.3 Pengujian Aggregate Hotbin	34
4.3.1. Pengujian Gradasi Agregat hot bin 1	37
4.3.2. Pengujian Gradasi Agregat hot bin 2	37
4.3.3. Pengujian Gradasi Agregat hot bin 3	38
4.3.4. Pengujian Gradasi Abu Terbang	38
4.4 Rencana Kadar Aspal Optimum	39
4.5 Rencana Komposisi Campuran	39
4.6 Sampel Benda Uji yang Dibuat	40
4.7 Hasil Pengujian	42
4.7.1. Kepadatan Marshall Standar	42
4.7.2. Stabilitas Marshall Standar	46
4.7.3. Nilai Kelelahan (flow) Marshall Standar	50
4.7.4. Void in Mix (VIM)	54
4.7.5. Void in Mineral Aggregate (VMA)	59
4.7.6. Void Filled with Bitument (VFB)	63
4.7.7 Stabilitas Marshall Sisa	67
4.7.8 XRD Test	71

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
DAFTAR PUSTAKA	73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	74
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

Halaman

BAB II

2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston	8
2.3. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston Modifikasi	9
2.4. Ketentuan Untuk Aspal Keras	11
2.5. Spesifikasi Aspal keras Pen 60/70	14
2.6. Ketentuan Aggregate Kasar	17
2.7. Ketentuan Aggregate Halus	18
2.8. Gradasi Aggregate Gabungan untuk Campuran	20
2.9. Contoh Batas-batas Bahan Bergradasi Senjang	20

BAB III

3.1. Spesifikasi Pengujian aspal	26
3.2. Ketentuan Aggregate Kasar	26
3.3. Ketentuan Aggregate Halus	27
3.4. Jumlah Sampel Bricket yang dibuat	30

BAB IV

4.1. Hasil Pengujian Aspal Keras Pen 60/70	33
4.2. Gradasi Gabungan Aggregate Hot Bin AC-WC	35
4.3. Gradasi Gabungan Aggregate Hot Bin 1	37
4.4. Gradasi Gabungan Aggregate Hot Bin 2	37
4.5. Gradasi Gabungan Aggregate Hot Bin 3	38
4.6. Gradasi Abu Terbang	38
4.7. Komposisi Campuran Aspal AC-WC Normal	40
4.8. Jumlah Benda Uji yang Akan dibuat	40
4.9. Hasil Uji Kepadatan Marshall	42
4.10. Hasil Uji Stabilitas Marshall	46
4.11. Hasil Uji Kelelehan (flow) Marshall	50
4.12. Hasil Uji Nilai VIM Marshall	55
4.13. Hasil Uji Nilai VMA Marshall	59

4.14. Hasil Uji Nilai VFB Marshall	63
4.15. Hasil Uji Nilai Stabilitas Marshall Sisa	67
4.16. Hasil Uji XRD	71



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
BAB I	
1.1. Proses Pengolahan Limbah	2
BAB II	
2.1. Limbah Terak Boiler Sawit	19
BAB III	
3.1. Alat set up Penyaringan Fly ash	29
3.2. Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV	
4.1. Pembuatan Sampel Uji Ekstraksi	35
4.2. Pengujian Gradasi Ekstraksi	35
4.3. Grafik Gradasi Gabungan Aggregate Hot bin	36
4.4. Pengujian Gradasi Aggregate Hot Bin	36
4.5. Grafik Pengujian Kadar Aspal Optimum	39
4.6. Pembuatan Sampel Bricket	41
4.7. Pemadatan Sampel Bricket	41
4.8. Perendaman Sampel Bricket	42
4.9. Pengujian Marshall test	42
4.10. Grafik Hasil Uji Kepadatan Marshall Zona 0	43
4.11. Grafik Hasil Uji Kepadatan Marshall Zona 1	43
4.12. Grafik Hasil Uji Kepadatan Marshall Zona 2	44
4.13. Grafik Hasil Uji Kepadatan Marshall Zona 3	45
4.14. Grafik Hasil Uji Kepadatan Marshall Gabungan	45
4.15. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Zona 0.....	47
4.16. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Zona 1.....	47
4.17. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Zona 2.....	48
4.18. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Zona 3.....	49
4.19. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Gabungan	49
4.20. Grafik Hasil Uji Kelelehan (flow) Marshall Zona 0	51
4.21. Grafik Hasil Uji Kelelehan (flow) Marshall Zona 1	51

4.22. Grafik Hasil Uji Kelelehan (flow) Marshall Zona 2.....	52
4.23. Grafik Hasil Uji Kelelehan (flow) Marshall Zona 3.....	53
4.24. Grafik Hasil Uji Kelelehan (flow) Marshall Gabungan.....	54
4.25. Grafik Hasil Uji Nilai VIM Marshall Zona 0	55
4.26. Grafik Hasil Uji Nilai VIM Marshall Zona 1	56
4.27. Grafik Hasil Uji Nilai VIM Marshall Zona 2.....	57
4.28. Grafik Hasil Uji Nilai VIM Marshall Zona 3.....	57
4.29. Grafik Hasil Uji Nilai VIM Marshall Gabungan.....	58
4.30. Grafik Hasil Uji Nilai VMA Marshall Zona 0	59
4.31. Grafik Hasil Uji Nilai VMA Marshall Zona 1	60
4.32. Grafik Hasil Uji Nilai VMA Marshall Zona 2	61
4.33. Grafik Hasil Uji Nilai VMA Marshall Zona 3	61
4.34. Grafik Hasil Uji Nilai VMA Marshall Gabungan	62
4.35. Grafik Hasil Uji Nilai VFB Marshall Zona 0	63
4.36. Grafik Hasil Uji Nilai VFB Marshall Zona 1.....	64
4.37. Grafik Hasil Uji Nilai VFB Marshall Zona 2.....	65
4.38. Grafik Hasil Uji Nilai VFB Marshall Zona 3.....	65
4.39. Grafik Hasil Uji Nilai VFB Marshall Gabungan	66
4.40. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Sisa Zona 0	67
4.41. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Sisa Zona 1	68
4.42. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Sisa Zona 2	69
4.43. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Sisa Zona 3	69
4.44. Grafik Hasil Uji Stabilitas Marshall Sisa Gabungan	70
4.45. Grafik Hasil Uji XRD	71

DAFTAR LAMPIRAN

SK PEMBIMBING	
SURAT IZIN PENELITIAN.....	
HASIL PENELITIAN	
LEMBAR PERBAIKAN TESIS	

