

**PENGARUH CAMPURAN VARIASI KEHALUSAN BOTTOM ASH  
SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL ASPAL  
BETON LAPISAN WEARING COURSE**



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Program Strata Satu (S1)  
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**

**Oleh :**

**M. DIMAS RIDHO SAPUTRA  
171710069**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BINA DARMA  
PALEMBANG**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

Nama : M. Dimas Ridho Saputra  
Nim : 171710069  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Pengaruh Campuran Variasi Kehalusan Bottom Ash  
Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Aspal  
Beton Lapisan Wearing Course

Disetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Firdaus, S.T., M.T

## **LEMBAR PENGESAHAN KELULUSAN**

Skripsi dengan Judul “**Pengaruh Campuran Variasi Kehalusan Bottom Ash Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Aspal Beton Lapisan Wearing Course**” yang disusun oleh:

Nama : M. Dimas Ridho Saputra  
Nim : 171710069  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah dipertahankan dalam Sidang Panitia Ujian Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bina Darma pada tanggal April 2022.

**Panitia Ujian,**

Ketua

Dr. Fitrians, S.T., S.T

**Pengaji I**



Irham, S.T., M.M.

**Pengaji II**



Wanda Yudha Prawira, S.T., M.T.

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH CAMPURAN VARIASI KEHALUSAN BOTTOM ASH  
SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL ASPAL  
BETON LAPISAN WEARING COURSE**

**M. DIMAS RIDHO SAPUTRA**

**171710069**

**Telah Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Bina Darma**

**Palembang, April 2022**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**

**Dr. Firdaus, S.T., M.T.**



**Universitas Bina  
Darma**  
**Fakultas Teknik**

**Wanda Yudha Prawira, S.T.,M.T.**

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH CAMPURAN VARIASI KEHALUSAN BOTTOM ASH  
SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL ASPAL  
BETON LAPISAN WEARING COURSE**

**M. DIMAS RIDHO SAPUTRA**

**171710069**

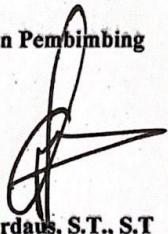
Telah Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Bina Darma

Palembang, April 2022

Disetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Firdaus, S.T., S.T

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Wanda Yudha Prawira, S.T., M.T

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Dimas Ridho Saputra  
NIM : 171710069

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Bina Darma.
2. Karya tulis ini meruni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, secara tulis dengan jelas dikutip dengan mencantungkan dengan nama pengarang dan memasukkan ke daftar rujukan.
4. Saya bersedia skripsi, yang saya hasilkan dicek keasliannya menggunakan plagiarism cheker diunggah ke internet, sehingga dapat diakses publik secara daring.
5. Surat pernyataan ini saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terbukti melakukan penyimpangan ketidak benaran dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat di pergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, April 2022  
Yang membuat pernyataan,



M. Dimas Ridho Saputra  
NIM. 171710069

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan”*

**(QS AR – RAHMAN )**

*“Cukuplah Allah menjadi pelindung bagi kami. Allah adalah sebaik-baik pemberi perlindungan”*

**(QS Ali’imran ayat 173)**

*“Agama tanpa ilmu adalah buta. Ilmu tanpa agama adalah lumpuh”*

**(Albert Einstein)**

*“Dont Give Up when you still have something to give. Nothing is really over until the moment you stop trying”*

**(Brian Dyson)**

*“Develop the winning edge. Small difference in your performance can lead to large differences in your results”*

**( Brian Tracy)**

*“Berikan langkah kecil untuk perubahan dimulai dari diri sendiri tanpa paksaan dari orang lain”*

**(Penulis)**

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

1. ALLAH SWT sebagai wujud rasa syukur atas ilmu yang Allah SWT berikan kepadaku.
2. Ayah, Ibu, Mbak Ayis, Mbak Lia, Kak Arli, Bang Aziz, Keponakan Tersayang Arcelio Ghalibie Asadel, dan Seluruh Keluarga Besar Syams Family beserta Kliwon Family yang sudah memberikan Doa, Semangat, Motivasi serta Dukungan Moral dan Moril.
3. Dosen pembimbing bapak Dr. Firdaus, S.T., M.T yang telah banyak membantu dan membimbing selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Teman seperjuangan dalam Praktek dan tes Laboratorium yang sudah banyak membantu dan sabar mendampingi dalam penelitian skripsi ini. dan teman-teman satu angkatan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu disini.
5. Seseorang tersayang yang saat ini menemani.
6. Almamaterku tercinta.

## ABSTRAK

Abu terbang adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel - partikel halus. Abu yang tidak naik disebut bottom ash. Bottom ash adalah limbah pembakaran batu bara yang ukurannya lebih besar dari fly ash. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode empiris, artinya metode ini akan menghasilkan informasi tentang penelitian tersebut. Penelitian ini dilakukan di LABORATORIUM UPTD PU BINA MARGA PROVINSI SUMATERA SELATAN. Tahapan yang dilakukan meliputi pengujian agregat (kasar, halus dan filler), pengujian aspal dan pengujian campuran (pengujian Marshall). Metode yang digunakan sebagai penguji pencampuran adalah metode Marshall, dimana hasil pengujian diperoleh dari Marshall berupa komponen Marshall yaitu stabilitas, flow, void in total mix (VITM), rongga terisi aspal (void filled with asphalt), dan kemudian dapat dihitung Marshall Quotient-nya. Tes terakhir berupa tes perendaman Marshall atau (test immersion). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penambahan Bottom ash sebagai pengganti filler didapatkan kesimpulan sebagai berikut : 1. Nilai stabilitas tertinggi didapat pada zona 3 dengan kadar 50% dengan nilai 1622,481 kg. 2. Nilai Flow yang memenuhi spesifikasi hanya didapat pada zona 1 pada kadar 30% dan 50%, zona 2 pada kadar 30% dan 50%, zona 3 pada kadar 50%. 3. Nilai VIM yang memenuhi spesifikasi terdapat pada zona 0 dengan kadar 30% dan 50%, zona 3 dengan kadar 30%,. 4. Nilai VMA seluruh zona memenuhi spesifikasi dan nilai tertinggi pada zona 3 dengan kadar 50% dengan nilai 16,649%.. 5. Nilai VFA seluruh zona memenuhi spesifikasi dengan nilai tertinggi pada zona 1 dengan kadar 10% dengan nilai 85,77%. 6. Nilai Marshall Quotient seluruh percobaan memenuhi spesifikasi dengan nilai tertinggi pada zona 1 dengan kadar 30% dengan nilai 367,685. 7. Kadar Bottom ash yang nilai Marshall paling baik didapat pada zona 3 pada kadar 50% seluruh pengujian memenuhi spesifikasi hanya VIM saja yang tidak memenuhi spesifikasi.

**Kata Kunci:** Aspal, *Bottom Ash*, Stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFA*, *Marshall Quotient*.

## ABSTRACT

*Fly ash is one of the residues produced in combustion and consists of fine particles. Ash that does not rise is called bottom ash. Bottom ash is coal burning waste that is larger than fly ash. The method used in this study is an empirical method, meaning that this method will produce information about the research. This research was conducted at the UPTD PU BINA MARGA Laboratory of SOUTH SUMATRA PROVINCE. Stages include aggregate testing (rough, smooth and filler), asphalt testing and mixed testing (Marshall testing). The method used as mixing testers is the Marshall method, where the test results are obtained from Marshall in the form of Marshall components, namely stability, flow, void in total mix (VIM), asphalt filled cavities (void filled with asphalt), and then can be calculated Marshall Quotientnya. The last test is in the form of a Marshall immersion test or (immersion test). From the results of research that has been done on the addition of Bottom ash as a substitute for fillers, the following conclusions are obtained: 1. The highest stability value is obtained in zone 3 with a rate of 50% with a value of 1622,481 kg. 2. Flow values that meet the specifications are only obtained in zone 1 at the rate of 30% and 50%, zone 2 at the level of 30% and 50%, zone 3 at the rate of 50%. 3. VIM values that meet the specifications are in zone 0 with a rate of 30% and 50%, zone 3 with a rate of 30%. 4. The VMA value of the entire zone meets the specifications and the highest value in zone 3 with a content of 50% with a value of 16,649%. 5. The VFA value of the entire zone meets the specification with the highest value in zone 1 with a content of 10% with a value of 85.77%. 6. The Marshall Quotient value of the entire experiment meets the specification with the highest value in zone 1 with a content of 30% with a value of 367,685. 7. Bottom ash levels that Marshall value is best obtained in zone 3 at a rate of 50% all tests meet the specifications only VIM does not meet the specifications.*

**Keywords:** Asphalt, Bottom Ash, Stability, flow, VIM, VMA, VFA, Marshall Quotient.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita persembahkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala Rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Campuran Variasi Kehalusan Bottom Ash Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Aspal Beton Lapisan Wearing Course”** penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh guna meraih gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bina Darma Palembang.

Skripsi ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan, bimbingan, bantuan, motivasi, serta doa dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Sunda Ariana, M.Pd., M.M. selaku Rektor Universitas Bina Darma Palembang.
2. Bapak Dr. Firdaus, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang.
3. Bapak Dr. Firdaus, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan dukungan, masukan, dan bimbingan selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Irham, S.T., M.M dan Ibu Indah Pratiwi, S.ST., M.T selaku Dosen Penguji Seminar Proposal dan Ujian Komprehensif.
5. Ayah, Ibu, Mbak Ayis, Mbak Lia, Kak Arli, Bang Aziz, Keponakan Tersayang Arcelio Ghalibie Asadel, dan Seluruh Keluarga Besar Syams Family beserta Kliwon Family yang sudah memberikan Doa, Semangat, Motivasi serta Dukungan Moral dan Moril.
6. Rekan Skripsi yang membantu urusan Laboratorium yaitu Yonox, Dahlani, Dedy, Adala(IS) dan Rizhu.

7. Sahabat yang selalu membantu yaitu Yonox, Adala(IS), Dahlani, Dedy, anggota GangSlbw dan teman-teman angkatan 2017 Program Studi Tenik Sipil yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya.
8. Seseorang Tercinta Melinda yang menemani dan membantu penggerjaan skripsi.
9. Sahabat yang selalu mensuport yaitu, Eko, Wahyu, Sawal, Arik, Cim, Rani, Nisak, Delak, dan Mutik.
10. Seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, April 2022

Penulis,

M. Dimas Ridho Saputra

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN KELULUSAN .....</b>	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	v
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	vi
<b>MOTTO DAN PERSEMBERAHAN.....</b>	vii
<b>ABSTRAK .....</b>	ix
<b>ABSTRACT .....</b>	x
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	xi
<b>DAFTAR ISI.....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	4
2.1 Aspal .....	4
2.1.1 Jenis Beton Aspal .....	5
2.1.2 Karakteristik Beton Aspal .....	7
2.1.3 Pengujian Aspal.....	8
2.1.4 Aspal Modifikasi .....	10
2.2 Agregat .....	11
2.2.1 Gradasi Agregat.....	12
2.2.2 Agregat Kasar.....	12
2.2.3 Agregat Halus.....	13

2.3 Filler .....	13
2.4 Pengujian Agregat.....	15
2.5 Bottom Ash .....	16
2.6 Pengujian Marshall.....	19
2.7 Penelitian Terdahulu .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Metode dan Lokasi Penelitian .....	27
3.2 Tahapan Penelitian .....	27
3.3 Bahan Penelitian.....	27
3.4 Tahap Persiapan .....	28
3.5 Pengujian Agregat .....	29
3.5.1 Analisa Saringan.....	29
3.5.2 Berat Jenis .....	30
3.5.3 Pengujian Bobot Isi Rongga Dalam Aggregat .....	32
3.5.4 Abrasi ( <i>Los Angeles</i> ) .....	33
3.6 Pengujian Aspal .....	34
3.6.1 Pengujian Penetrasি .....	34
3.6.2 Pengujian Titik Nyala.....	35
3.6.3 Pengujian Titik Lembek .....	36
3.6.4 Pengujian Daktilitas .....	38
3.6.5 Pengujian Berat Jenis Aspal .....	39
3.7 Pembuatan Benda Uji.....	41
3.8 Pengujian Marshall.....	42
3.9 Pelaksanaan Pengujian <i>Marshall</i> .....	43
3.10 Tahapan Pengujian Benda Uji.....	44
3.11 Bagan Alir Penelitian .....	45
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Hasil Pengujian .....</b>	<b>46</b>
4.1.1 Pengujian Agregat .....	46
4.1.2 Pengujian Aspal.....	56
4.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	57

4.3 Hasil Pengujian Marshall sesudah KAO.....	60
4.4 Hasil Pengujian Aspal dengan Penambahan Bottom ash.....	60
4.4.1 Stabilitas .....	61
4.4.2 Kelelahan ( <i>Flow</i> ).....	62
4.4.3 <i>Void in The Mix</i> (VIM) .....	63
4.4.4 <i>Void in Mineral Aggregate</i> (VMA).....	65
4.4.5 VFA / VFB .....	66
4.4.6 Marshall Quotient (MQ) .....	67
<b>BAB V Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>69</b>
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran .....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi Aspal.....	9
Tabel 2.3 Tipe-Tipe Polimer .....	11
Tabel 2.4 Gradasi Agregat Campuran.....	12
Tabel 2.5 Pengujian dan Sifat-Sifat Teknis Agregat Halus .....	13
Tabel 2.6 Ketentuan Agregat Kasar untuk Campuran Beton Aspal .....	15
Tabel 2.7 Agregat Halus untuk Campuran Beton Aspal.....	15
Tabel 2.8 Sifat Fisik Bottom Ash.....	17
Tabel 2.9 Sifat Kimia Bottom Ash.....	17
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji .....	44
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan 1/2.....	46
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan 1/1.....	46
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Dust (Abu Batu) .....	47
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sand (Pasir) .....	47
Tabel 4.5 Komposisi Campuran.....	48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Jenis 1/2 .....	49
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis1/1 .....	49
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Dust (Abu Batu) .....	50
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis Sand (Pasir).....	50

Tabel 4.10 Bobot Isi 1/2.....	51
Tabel 4.11 Bobot Isi 1/1.....	51
Tabel 4.12 Bobot Isi Dust (Abu Batu) .....	52
Tabel 4.13 Bobot Isi Sand (Pasir) .....	52
Tabel 4.14 Pemeriksaan keausan aggregat dengan mesin Los Angeles (a)....	53
Tabel 4.15 Pemeriksaan keausan aggregat dengan mesin Los Angeles (b)....	54
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Aspal .....	56
Tabel 4.17 Hasil Marshall Penentuan KAO.....	57
Tabel. 4.18 Nilai Marshall Kadar Aspal Normal .....	60
Tabel 4.19 Tabel Marshall KAO + Bottom Ash .....	60
Tabel 4.20 Nilai Stabilitas Aspal Modifikasi Bottom ash.....	61
Tabel 4.21 Nilai Keleahan Aspal Modifikasi Bottom ash .....	62
Tabel 4.22 Nilai VIM Aspal Modifikasi Bottom ash.....	64
Tabel 4.23 Nilai VMA Aspal Modifikasi Bottom ash .....	65
Tabel 4.24 Nilai VFA/VFB Aspal Modifikasi Bottom ash .....	66
Tabel 4.25 Nilai Marshall Quotient Aspal Modifikasi Bottom ash .....	67

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. <i>Set up</i> penyaringan bottom ash .....	18
Gambar 3.1 Sample Aspal.....	44
Gambar 4.1 Uji Analisa Saringan .....	47
Gambar 4.2 Gradasi Komposisi Campuran .....	48
Gambar 4.3 Uji Berat Jenis .....	51
Gambar 4.4 Uji Bobot Isi .....	53
Gambar 4.5 Uji Abrasi .....	55
Gambar 4.6 Pengujian Aspal.....	56
Gambar 4.7 Pengujian Marshall.....	57
Gambar 4.8 Grafik Penentuan KAO .....	59
Gambar 4.9 Grafik Stabilitas KAO dan Bottom ash.....	61
Gambar 4.10 Grafik Flow KAO dan Bottom ash .....	63
Gambar 4.11 Grafik VIM KAO dan Bottom ash.....	64
Gambar 4.12 Grafik VMA KAO dan Bottom ash .....	65
Gambar 4.13 Grafik VFA/VFB KAO dan Bottom ash.....	66
Gambar 4.14 Grafik Marshall Quotient KAO dan Bottom ash .....	67

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Hasil Pengujian Aggregat Kasar, Halus, dan Filler
- Lampiran 2. Hasil Pengujian Aspal
- Lampiran 3. Perhitungan *Design Mix Formula*
- Lampiran 4. Spesifikasi Umum Bina Marga (Revisi I)
- Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 6. SK Pembimbing
- Lampiran 7. Lembar Konsultasi Ketua Penguji
- Lampiran 8. Lembar Konsultasi Konsultasi Penguji I
- Lampiran 9. Lembar Konsultasi Konsultasi Penguji II
- Lampiran 10. Formulir Perbaikan Proposal Penelitian
- Lampiran 11. Formulir Perbaikan Komprehensif
- Lampiran 12. Lembar Turnitin Proposal
- Lampiran 13. Lembar Turnitin Komprehensif
- Lampiran 14. Surat Kelulusan Komprehensif