

TUGAS AKHIR

NOMOR : 982/WM/FT.S/SKR/2017

**“PEMANFAATAN ABU BATU BARA SEBAGAI BAHAN
PENGISI (*FILLER*) PADA CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON
(LASTON) *ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE*
(*AC-WC*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL*”**



**DISUSUN OLEH :
AGOSTINHO MAC**

**NOMOR REGISTRASI :
211 11 018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL– FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
K U P A N G
2017**

LEMBARAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 982/WM/FT.S/SKR/2017

**“PEMANFAATAN ABU BATU BARA SEBAGAI BAHAN
PENGISI (*FILLER*) PADA CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON
(LASTON) *ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE*
(*AC-WC*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL*”**

DISUSUN OLEH :

AGOSTINHO MAC

NOMOR REGISTRASI :

211 11 018

DIPERIKSA OLEH :

PENGUJI I

PENGUJI II

SEBASTIANUS B. HENONG, ST.,MT

NIDN : 08 0207 8101

SRI SANTI SERAN, ST.,MSi

NIDN : 08 1511 8303

PENGUJI III

Ir. EGIDIUS KALOGO, MT

NIDN : 08 0109 6303

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 982/WM/FT.S/SKR/2017

**“PEMANFAATAN ABU BATU BARA SEBAGAI BAHAN PENGISI
(FILLER) PADA CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON)
ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN
MENGGUNAKAN METODE MARSHALL”**

**DISUSUN OLEH :
AGOSTINHO MAC**

**NOMOR REGISTRASI :
211 11 018**

DIPERIKSA OLEH :

PEMBIMBING I



Ir. EGIDIUS KALOGO, MT
NIDN : 08 0109 6303

PEMBIMBING II



PRISEILA PENTAWATI, ST., MSi
NIDN : 08 2605 7601

DISETUJUI OLEH :

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**



Ir. EGIDIUS KALOGO, MT
NIDN : 08 0109 6303

DISAHKAN OLEH :

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**



PATRISIUS BATARIUS, ST., MT
NIDN : 08 1503 7801

MOTTO

**“ JADILAH SEPERTI KARANG DILAUTAN YANG KUAT
DIHANTAM OMBAK DAN KERJAKANLAH HAL YANG
BERMANFAAT UNTUK DIRI SENDIRI DAN ORANG LAIN,
KARENA HIDUP HANYALAH SEKALI. INGAT HANYA PADA
TUHAN APAPUN DAN DI MANAPUN KITA BERADA KEPADA
DIA-LAH TEMPAT MEMINTA DAN MEMOHON ”**

**‘PEMANFAATAN ABU BATU BARA SEBAGAI BAHAN PENGISI (*FILLER*) PADA CAMPURAN
LAPIS ASPAL BETON (*LASTON*) *ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC)*
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *MARSHALL***

Agostinho Mac¹, Egidius Kalogo²

1. Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unwira Kupang
2. Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unwira Kupang

Email : aliungm9@gmail.com.

ABSTRAK

Penggunaan batu bara pada pembangkit listrik dan industri termasuk pada unit *Asphalt Mixing Plant* (AMP) menyisakan limbah abu batu bara yang sangat banyak. Upaya pemanfaatan limbah ini telah dilakukan untuk berbagai keperluan termasuk untuk konstruksi. Abu batu bara yang berupa abu terbang (*Fly Ash*) dan abu dasar (*Bottom Ash*) dapat digunakan sebagai mineral *filler* untuk pengisi voids dan memberikan contact point antar agregat pada campuran *asphalt concrete*. Dari hasil penelitian di laboratorium didapatkan kesimpulan seperti berikut; rancangan gradasi agregat dengan material semen dan abu batu bara sebagai *filler* pada laston AC-WC memenuhi parameter yang ditetapkan dalam spesifikasi Bina Marga. Terdapat perbedaan nilai karakteristik *marshall* dari *filler* semen dan *filler* abu batu bara. Pada uji *marshall* dengan kadar aspal optimum, seluruh sifat-sifat *Marshall* yang didapatkan mengalami kenaikan dan penurunan untuk masing-masing variasi *filler*. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,8%, dimana pada kadar aspal ini memenuhi semua parameter yang ditetapkan dalam spesifikasi Bina Marga dengan rangkuman pengujian seperti berikut ini; untuk Agregat Batu Pecah 3/4” memiliki porsi sebesar 6%, Batu Pecah 1/2” sebesar 10%, Abu Batu sebesar 32%, Pasir sebesar 51%, *Filler* sebesar 1%,. Rangkuman hasil uji total campuran; Kadar Aspal Optimum sebesar 5,8%, Berat Jenis Aspal 1,04%, Berat Jenis *Bulk* Agregat 2,54%, Proporsi Agregat 60%, Gmm, 2,39, Penyerapan Aspal 0,177, Kadar Aspal Efektif 5,62%, Gmb 2,31%, *Stabilitas* 1119,32%, *Flow* 3,58%, MQ 312,97%, VIM 4,45%, VMA 15,09%, VFA 70,52%. Dari hasil kesimpulan didapatkan saran seperti berikut; pembacaan nilai *stabilitas* dan *flow* pada pengujian *marshall* perlu diperhatikan agar tidak terjadi kesalahan pada pembacaannya. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan kimia hasil penggabungan semen dan abu batu bara. Pada penggunaan persentase variasi pencampuran perlu diperkecil lagi agar dapat diketahui lebih akurat lagi pada setiap perubahannya.

Kata Kunci : *Filler* Abu Batu Bara, *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*, *Marshall*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat diselesaikan Skripsi dengan baik, untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat dalam memperoleh gelar sarjan pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang sejak semula sampai selesainya Skripsi ini telah memberikan waktunya. Terima kasih disampaikan kepada :

1. Pater Yulius Yasinto, SVD. MA. MSc selaku Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT selaku Dekan Faktultas Teknik.
3. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT selaku pembimbing 1 (satu) yang dengan ikhlas telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Priseila Pentawati, ST. MSi selaku pembimbing 2 (dua) yang dengan ikhlas telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Sebastianus B. Henong, ST., MT selaku Penguji 1 (satu) yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan sumbangan pikiran.
7. Ibu Sri Santi Seran, ST. Msi selaku Penguji 2 (dua) yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan sumbangan pikiran.
8. Seluruh dosen dan karyawan pada program studi Teknik Sipil yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama penulis menuntut ilmu.
9. Ayahanda Koet Jung Mac dan ibu I Siau Tsin, serta adik Afu dan ici, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan terbesar melalui segala cara sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
10. Special untuk istri saya yakni Irna Susiyati dan anak saya yakni Valencia Mac karena telah memberikan dukungan penuh sampe saat ini.
11. Teman-teman seperjuangan CIVIL 2011 (Jimy, Andro dan Herin) yang telah memberikan dukungan.
12. Teman - teman kost Caliornia (Yamin, Teken, Riki, Jeki, Jefri, Macho, Deko, Ronald, Andro, Tino) yang dengan berbagai cara telah mendukung dan membantu penulis.

13. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan nama satu persatu (STAR CIKLULI).

Akhirnya disadari bahwa masih ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan Skripsi ini.

Kupang, Juni 2017

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL	
LEMBARAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan	I-3
1.4 Manfaat	I-4
1.5 Batasan Masalah.....	I-4
1.6 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu.....	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Lapis Aspal Beton (Laston).....	II-1
2.2 Konstruksi Perkerasan Lentur	II-1
2.2.1 Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>).....	II-2
2.2.2 Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	II-3
2.2.3 Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub Base Course</i>)	II-3
2.2.4 Tanah Dasar.....	II-3
2.3 Komponen Campuran Aspal Beton	II-3
2.3.1 Agregat Kasar.....	II-4
2.3.2 Agregat Halus.....	II-5
2.3.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	II-5
2.3.3.1 Abu Batubara (<i>Fly Ash</i>)	II-6
2.3.4 Aspal	II-8
2.4 Lapis Aspal Beton AC-WC.....	II-9
2.5 Gradasi Agregat	II-10
2.6 Gradasi Agregat Gabungan.....	II-11
2.7 Sifat Campuran Laston.....	II-12
2.8 Karakteristik Campuran Aspal Beton	II-13

2.8.1 Stabilitas.....	II-13
2.8.2 Keawetan (<i>Durabilitas</i>)	II-13
2.8.3 Kelenturan (<i>fleksibilitas</i>).....	II-14
2.8.4 Tahanan Geser/Kecepatan (<i>Skid Resistance</i>)	II-14
2.8.5 Ketahanan Terhadap Kelelahan (<i>Fatigue Resistance</i>).....	II-14
2.8.6 Kedap Air (<i>Impermeabilitas</i>)	II-15
2.8.7 Mudah Dilaksanakan (<i>Workability</i>).....	II-15
2.8.8 Metode Marshall	II-15
2.9 Hubungan Antar Kadar Aspal Dengan Parameter <i>Marshall</i>	II-17
2.10 Hubungan Antar <i>Filler</i> Dengan Parameter <i>Marshall</i>	II-17
2.11 Rumus-Rumus Yang Digunakan Untuk Menghitung Campuran Aspal Panas.....	II-18
BAB III METODE PENELITIAN.....	III-1
3.1 Data	III-1
3.1.1 Jenis Data	III-1
3.1.2 Sumber Data	III-1
3.1.3 Jumlah Material dan Benda Uji	III-1
3.1.4 Waktu Pengambilan Data	III-2
3.1.5 Proses Pengambilan Data	III-3
3.2 Prosedur Pengolahan Data	III-4
3.2.1 Diagram Alir Penelitian	III-4
3.2.2 Penjelsan Diagram Alir	III-5
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Pengambilan Sampel dan Material.....	IV-1
4.1.1 Kronologis Pengambilan Sampel Material	IV-1
4.1.2 Data.....	IV-1
4.2 Analisa Data.....	IV-2
4.2.1 Agregat Kasar.....	IV-2
4.2.1.1 Pengujian Analisa Saringan.....	IV-2
4.2.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	IV-3
4.2.1.3 Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles (Abrasi)	IV-5
4.2.1.4 Pengujian Bahan Lolos Saringan 200.....	IV-7

4.2.2 Agregat Halus.....	IV-8
4.2.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	IV-9
4.2.2.3 Pengujian Bahan Lolos Saringan No.200	IV-11
4.2.3 Filler	IV-11
4.2.3.1 Pengujian Analisa Saringan.....	IV-11
4.2.3.2 Pengujian Bert Jenis dan Penyerapan Air Filler	IV-13
4.2.4 Rencana Gradasi Agregat Gabungan.....	IV-14
4.2.5 Data Aspal Pen. 60/70.....	IV-16
4.2.6 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb)	IV-17
4.2.7 Rencana Benda Uji Marshall AC-WC dengan Kadar Aspal Rencana (Pb)	IV-18
4.2.8 Marshall Test.....	IV-19
4.2.8.1 Pembahasan	IV-21
4.2.9 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	IV-36
4.2.9.1 Rangkuman Hasil Pengujian Proporsi Campuran dengan KAO	IV-37
4.2.10 Rancangan Campuran Pada KAO Menggunakan Variasi Filler Abu Batu Bara dan Semen.....	IV-39
4.2.11 Marshall Test.....	IV-43
4.2.12 Evaluasi Karakteristik Marshall	IV-45
BAB V PENUTUP	V-I
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu	I-5
Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar	II-4
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus	II-5
Tabel 2.3 Persyaratan Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	II-6
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Abu Terbang Batubara	II-8
Tabel 2.5 Persyaratan Aspal Pen 60/70.....	II-9
Tabel 2.6 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal.....	II-12
Tabel 2.7 Persyaratan Sifat Campuran Laston.....	II-12
Tabel 3.1 Kebutuhan Material	III-2
Tabel 3.1 Kebutuhan Material	III-2
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	IV-2
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	IV-3
Tabel 4.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	IV-4
Tabel 4.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	IV-4
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles (Abrasi)</i> . ..	IV-6
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Bahan Dalam Agregat Lolos Saringan No. 200.....	IV-7
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Bahan Dalam Agregat Lolos Saringan No. 200.....	IV-7
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	IV-8
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	IV-9
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	IV-10
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	IV-10
Tabel 4.12 Pengujian Bahan Lolos Saringan No. 200.....	IV-11
Tabel 4.13 Pengujian Analisa Saringan	IV-12
Tabel 4.14 Pengujian Analisa Saringan	IV-12
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Air	IV-13
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Berat Jenis	IV-14
Tabel 4.17 Gradasi Gabungan.....	IV-15
Tabel 4.18 Pengujian Aspal 60/70	IV-17
Tabel 4.19 Formula Campuran Rencana	IV-19
Tabel 4.20 Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Menggunakan Filler Abu BatuBara	IV-20
Tabel 4.21 Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Menggunakan Filler Abu BatuBara	IV-21

Tabel 4.22 Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal.....	IV-22
Tabel 4.23 Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal.....	IV-23
Tabel 4.24 Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal	IV-24
Tabel 4.25 Hubungan Kelelahan dengan Kadar Aspal.....	IV-25
Tabel 4.26 Hubungan MQ dengan Kadar Aspal.....	IV-26
Tabel 4.27 Hubungan MQ dengan Kadar Aspal.....	IV-27
Tabel 4.28 Hubungan VIM dengan Kadar Aspal	IV-28
Tabel 4.29 Hubungan VIM dengan Kadar Aspal	IV-29
Tabel 4.30 Hubungan VMA dengan Kadar Aspal.....	IV-30
Tabel 4.31 Hubungan VMA dengan Kadar Aspal.....	IV-31
Tabel 4.32 Hubungan VFA dengan Kadar Aspal.....	IV-32
Tabel 4.33 Hubungan VFA dengan Kadar Aspal.....	IV-33
Tabel 4.34 Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal	IV-34
Tabel 4.35 Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal	IV-35
Tabel 4.36 Rangkuman Hasil Uji Coba Campuran.....	IV-38
Tabel 4.37 Rangkuman Hasil Uji Coba Campuran Total	IV-38
Tabel 4.38 Hasil Uji Campuran	IV-40
Tabel 4.39 Formula Campuran Rencana 0% Abu Batu Bara dan 100% Semen	IV-40
Tabel 4.40 Formula Campuran Rencana 25% Abu Batu Bara dan 75% Semen	IV-41
Tabel 4.41 Formula Campuran Rencana 50% Abu Batu Bara dan 50% Semen	IV-41
Tabel 4.42 Formula Campuran Rencana 75% Abu Batu Bara dan 25% Semen	IV-42
Tabel 4.43 Formula Campuran Rencana 100% Abu Batu Bara dan 0% Semen	IV-42
Tabel 4.44 Hasil Uji Marshall KAO dengan 2 x 75 Tumbukan dan Variasi Filler Perendaman 30 Menit	IV-44
Tabel 4.45 Pemanfaatan Abu Batu Bara Sebagai Filler Terhadap Laston AC-WC...	IV-45
Tabel 5.2 Rangkuman Hasil Uji Campuran	V-3
Tabel 5.3 Rangkuman Hasil Uji Campuran Total	V-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Agregat Bergradasi Seragam	II-10
Gambar 2.2 Agregat Bergradasi Menerus.....	II-11
Gambar 2.3 Agregat Bergradasi Senjang	III-11
Gambar 2.4 Skema Volume Beton Aspal.....	III-17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	III-5
Gambar 4.1 Kurva Gradasi Agregat Gabungan Laston AC-WC.....	IV-16
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal.....	IV-22
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal.....	IV-23
Gambar 4.4 Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal.....	IV-23
Gambar 4.5 Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal.....	IV-25
Gambar 4.6 Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Aspal	IV-26
Gambar 4.7 Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Aspal	IV-27
Gambar 4.8 Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal.....	IV-28
Gambar 4.9 Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal.....	IV-29
Gambar 4.10 Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal.....	IV-30
Gambar 4.11 Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal.....	IV-31
Gambar 4.12 Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Aspal	IV-32
Gambar 4.13 Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Aspal	IV-33
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal	IV-34
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal.....	IV-35
Gambar 4.16 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum (Filler Batu Bara)	IV-36
Gambar 4.17 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum (Filler Semen).....	IV-37
Gambar 4.18 Grafik Linear Hubungan Kepadatan Dengan Variasi Filler pada KAO	IV-46
Gambar 4.19 Diagram Batang Hubungan Kepadatan dengan Variasi Filler pada KAO.....	IV-46
Gambar 4.20 Grafik Linear Hubungan Stabilitas Dengan Variasi Filler pada KAO ...	IV-47
Gambar 4.21 Diagram Batang Hubungan Stabilitas dengan Variasi Filler pada KAO	IV-48
Gambar 4.22 Grafik Linear Hubungan <i>Flow</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-49
Gambar 4.23 Diagram Batang Hubungan <i>Flow</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-49
Gambar 4.24 Grafik Linear Hubungan <i>MQ</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-50

Gambar 4.25 Diagram Batang Hubungan <i>MQ</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-51
Gambar 4.26 Grafik Hubungan <i>VMA</i> dengan Variasi Filler pada KAO.....	IV-52
Gambar 4.27 Diagram Batang Hubungan <i>VMA</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-52
Gambar 4.28 Grafik Linear Hubungan <i>VIM</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-53
Gambar 4.29 Diagram Batang Hubungan <i>VIM</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-53
Gambar 4.30 Grafik Linear Hubungan <i>VFA</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-55
Gambar 4.31 Diagram Batang Hubungan <i>VFA</i> dengan Variasi Filler pada KAO	IV-55
Gambar 5.1 Kurva Gradasi Agregat Gabungan Laston AC – WC	V-1
Gambar 5.2 Merupakan Gambar 4.16 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum (Filler Batu Bara)	V-2
Gambar 5.3 Merupakan Gambar 4.17 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum (Filler Semen)	V-2