

TUGAS AKHIR

KINERJA SUBSTITUSI LIMBAH ABU BOILER SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta**

Oleh :

KUNTUM KHAIRA UMMA

1710015211077



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2022**

TUGAS AKHIR
KINERJA SUBSTITUSI LIMBAH ABU BOILER SEBAGAI *FILLER* PADA
CAMPURAN ASPAL AC-WC

Oleh :

Nama : Kuntum Khaira Umma

NPM : 1710015211077

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta – Padang.

Padang, 25 Februari 2022

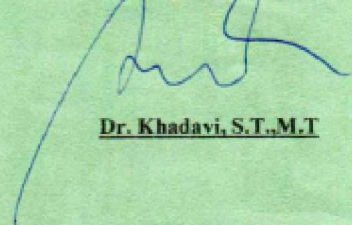
Menyetujui :

Pembimbing I



Veronika, S.T., M.T

Pembimbing II



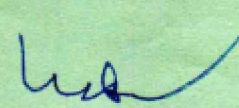
Dr. Khadavi, S.T., M.T

Dekan FTSP



Prof. Dr. Ir. Nasrlyzal Carlo, M.Sc., IPM, PA

Ketua Program Studi



Indra Khaidir, ST, M.Sc

TUGAS AKHIR

**KINERJA SUBSTITUSI LIMBAH ABU BOILER SEBAGAI *FILLER* PADA
CAMPURAN ASPAL AC-WC**

Oleh :

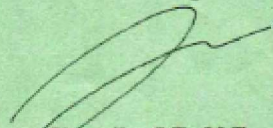
Nama : Kuntum Khaira Umma
NPM : 1710015211077
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta – Padang.

Padang, 25 Februari 2022

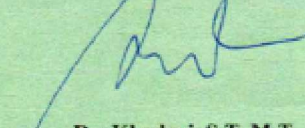
Menyetujui :

Pembimbing I



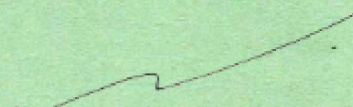
Veronika, S.T., M.T.

Pembimbing II



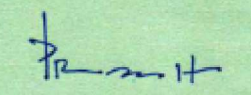
Dr. Khadavi, S.T., M.T.

Penguji I



Dr. Ir. Eva Rita, M.Eng.

Penguji II



Eko Prayitno, S.T., M.Sc

KINERJA SUBSTITUSI LIMBAH ABU BOILER SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC

Kuntum Khaira Umma¹⁾, Veronika²⁾, Khadavi³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta, Padang

E-mail : [1\)kuntumkhaira47@gmail.com](mailto:kuntumkhaira47@gmail.com) [2\)veronika@bunghatta.ac.id](mailto:veronika@bunghatta.ac.id), [3\)qhad_17@yahoo.com](mailto:qhad_17@yahoo.com)

ABSTRAK

Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Merupakan lapisan paling atas atau disebut lapis aus pada perkerasan jalan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapisan ini terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Dalam penelitian ini akan dilakukan substitusi limbah abu boiler sebagai pengganti filler pada lapisan AC-WC. Abu boiler merupakan limbah hasil pembakaran cangkang dan tandan kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pengganti semen pada campuran peneras jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan untuk mengetahui pengaruh kinerja limbah abu boiler sebagai substitusi *filler* pada aspal lapis AC-WC terhadap karakteristik *marshall*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian *marshall*. Langkah awal pengujian dengan membuat benda uji standar tanpa pensubstitusian filler dengan limbah abu boiler, kemudian melakukan uji *marshall* dengan mendapatkan KAO sebesar 5,8%. Selanjutnya membuat benda uji dengan substitusi *filler* dengan abu boiler dengan menggunakan kadar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Berdasarkan hasil pengujian *marshall* pada kadar 25%-50% penggunaan abu boiler sebagai substitusi *filler* masih memenuhi standar spesifikasi dan layak digunakan dalam perkerasan lentur. Kadar abu boiler sebagai substitusi semen pada campuran aspal AC-WC yang paling optimal dan layak digunakan adalah kadar 25%.

Kata Kunci : AC-WC, Abu Boiler, KAO, Marshall

HALAMAN PERNYATAAN

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta

Nama Mahasiswa : Kuntum Khaira Umma

Nomor Pokok Mahasiswa : 1710015211077

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **“KINERJA SUBSTITUSI LIMBAH ABU BOILER SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC”** adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metoda kesipilan
- 2) Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka karya tulis tugas akhir ini batal.

Padang, 18 Februari 2022

Yang membuat pernyataan

KUNTUM KHAIRA UMMA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, Sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul “KINERJA SUBSTITUSI LIMBAH ABU BOILER SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC” ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, doa dan bantuan dari berbagai pihak, Tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Nasfyzal Carlo, M.SC., IPM, PA selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
2. Bapak Indra Khaidir, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
3. Ibu Rita Anggraini, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta dan
4. Ibu Veronika, S.T., M.T., selaku Pembimbing I yang telah memberikan motivasi, bimbingan, kritik dan saran dengan tujuan mengarahkan penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Khadavi, S.T., M.T selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi serta kritik dan saran sehingga tugas akhir ini dapat penulis selesaikan.
6. Ibu Dr. Ir. Eva Rita, M.Eng dan Bapak Eko Prayitno, S.T., M.Sc, selaku Dosen Penguji yang selalu memberikan koreksi, kritik dan saran yang membangun dalam penulisan dan penyelesaian tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua penulis, ayahanda Jumnarlis dan ibunda Jasmawati yang selalu memberikan kasih sayang, nasehat, doa dan semangat cinta yang luar biasa serta kesabaran dalam setiap langkah, yang merupakan anugerah terbesar penulis.
8. Kakak penulis Hanifah, SKM dan Anisa Mardha Tilla, A.md.KL serta Abang Defta Menal Madia, SE dan Rolanda Putra, Amd yang tak henti-hentinya memberikan semangat dan motivasi kepada penulis

9. Kepada Leo Ramadona, Rahmad Riadi, Diki wahyudi, Muhammad fauzan, Asep Rahmatul Ikhlas, dan Wahyu Andika Caniago, yang telah banyak membantu dalam kelancaran penelitian ini
10. Untuk sabahabat dan teman-teman seperjuangan, Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bung Hatta Angkatan 2017, serta senior-senior dan rekan-rekan junior terimakasih atas nasehat dan saran yang telah diberikan

Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat dijadikan reverensi bagi pihak yang membutuhkan. Aamiin Yaa Rabbal Alamiin.

Wassalammualaikum, Wr. Wb

Padang , 2022

Kuntum Khaira Umma

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perkerasan Jalan	4
2.2 Jenis – Jenis Perkerasan Jalan	4
2.2.1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	4
2.2.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	6
2.2.3 Perkerasan Komposit.....	7
2.3 Aspal	7
2.4 Agregat.....	11
2.5 Bahan pengisi (<i>Filler</i>)	13
2.6 Abu Boiler	14
2.7 Metode Marshall	15
2.8 Penelitian Terdahulu	18
2.9 Rencana Penelitian Menggunakan Abu Boiler	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Umum.....	21
3.2 Metode Penelitian.....	21
3.3 Bagan Alir	22
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.5 Bahan dan Peralatan.....	23
3.5.1 Bahan.....	23
3.5.2 Peralatan	25
3.6 Pengujian Bahan dan Penyusun	33
3.6.1 Pengujian Agregat	33
3.6.2 Pengujian Aspal.....	33
3.7 Proporsi Agregat	34
3.8 Perkiraan Kadar Aspal yang Digunakan	34
3.9 Metode Marshall	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Pengujian Material	39
4.2 Analisa Saringan Campuran.....	43
4.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beraspal.....	46
4.4 Mix Design Campuran Beraspal	47
4.5 Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	48
4.6 Hasil dan Analisa	49
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible pavement</i>)	14
Gambar 2. 2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid pavement</i>).....	14
Gambar 2. 3 Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>).....	15
Gambar 3. 1 Bagan Alir Rencana Penelitian	30
Gambar 3. 2 Agregat.....	31
Gambar 3. 3 <i>Filler</i>	32
Gambar 3. 4 Aspal Penetrasi 60/70	32
Gambar 3. 5 Alat Uji Daktilitas	33
Gambar 3. 6 Alat Uji Berat Jenis Aspal.....	33
Gambar 3. 7 Alat Uji Penetrasi	34
Gambar 3. 8 Alat Uji Titik Lembek.....	34
Gambar 3. 9 Alat Uji Titik Nyala dan Titik Bakar	35
Gambar 3. 10 Alat Uji Kehilangan Berat Aspal	35
Gambar 3. 11 Alat Pengujian Analisa Saringan	36
Gambar 3. 12 Mesin Los Angeles	36
Gambar 3. 13 Alat Uji Berat Jenis Agregat Kasar.....	37
Gambar 3. 14 Alat Uji Berat Jenis Agregat Halus.....	37
Gambar 3. 15 Alat Uji Pipih dan Lonjong.....	38
Gambar 3. 16 Alat Pengujian Kelekatan Agregat.....	38
Gambar 3. 17 Alat Pengujian Nilai Setara Pasir.....	38
Gambar 3. 18 Alat Pengujian Lolos Saringan 200	39
Gambar 3. 19 Cetakan Benda Uji	39
Gambar 3. 20 Mesin Penumbuk Sampel	40

Gambar 3. 21 <i>Exstruder</i>	40
Gambar 3. 22 Alat Penguji Marshall	41
Gambar 4. 1 Grafik Gradasi Campuran AC-WC.....	52
Gambar 4. 2 Grafik Pita Kadar Aspal Optimum	57
Gambar 4. 3 Grafik <i>Density</i> dengan mensubsitusikan <i>filler</i> abu boiler.....	58
Gambar 4. 4 Grafik <i>Void In The Mineral Substitusi Filler</i> Abu Boiler.....	60
Gambar 4. 5 Grafik <i>Void In Mix</i> dengan Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler.....	59
Gambar 4. 6 Grafik <i>Void Filled With Asphalt</i> dengan Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler ..	66
Gambar 4. 7 Grafik Stabilitas dengan Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler	64
Gambar 4. 8 Grafik <i>Flow</i> dengan Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler	65
Gambar 4. 9 Grafik MQ Dengan Mensubsitusikan <i>Filler</i> Abu Boiler	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengujian Sifat Karakteristik Aspal.....	18
Tabel 2. 2 Ketentuan Untuk Aspal Keras	19
Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Kasar.....	20
Tabel 2. 4 Ketentuan Agregat Halus.....	21
Tabel 2. 5 Unsur Kimia Pada Abu Boiler.....	23
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Propertis Agregat Kasar	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Properties Agregat Halus	41
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Properties Aspal	42
Tabel 4. 4 Perencanaan Gradasi Campuran	44
Tabel 4. 5 Mix Design Campuran.....	47
Tabel 4. 6 Resume Hasil Pengujian Marshall Aspal Rencana.....	48
Tabel 4. 7 Tabel Persentase <i>Filler</i>	50
Tabel 4. 8 Pengaruh Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler Terhadap <i>Density</i>	50
Tabel 4. 9 Pengaruh Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler Terhadap VMA agregat	52
Tabel 4. 10 Pengaruh Substitusi Abu Boiler Terhadap <i>Void In Mix</i> (VIM).....	53
Tabel 4. 11 Hasil Pengaruh Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler Terhadap <i>Void Filled With Asphalt</i> (VFA) Campuran Aspal AC-WC	54
Tabel 4. 12 Pengaruh Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler Terhadap Nilai Stabilitas Pada Campuran AC-WC	56
Tabel 4. 13 Hasil Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler Terhadap Nilai <i>Flow</i>	57
Tabel 4. 14 Hasil Pengaruh Substitusi <i>Filler</i> Abu Boiler Terhadap <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Campuran AC-WC	58

Tabel 4. 15 Resume pengujian marshall dengan menggunakan limbah abu boiler sebagai filler.....60

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PENELITIAN LABORATORIUM.....	64
I. Pengujian Agregat.....	65
1) Pengujian Keausan Agregat Kasar.....	65
2) Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.....	67
3) Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	69
4) Pengujian Butiran Pipih dan Lonjong Agregat Kasar.....	71
5) Pengujian Nilai Setara Pasir Agregat Halus (<i>Sand Equivalend</i>).....	72
6) Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	76
II. Pengujian Aspal	78
1) Pengujian Daktilitas Aspal.....	78
2) Pengujian Penetrasi Aspal.....	79
3) Pengujian Titik Lembek Aspal.....	81
4) Pengujian Berat jenis Aspal	82
5) Pengujian Kehilangan Berat Aspal	84
6) Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar	86
7) Pengujian Kelarutan Aspal.....	87
III. Pembuatan Benda Uji.....	89
IV. Pengujian Marshall.....	92
LAMPIRAN DATA	95