

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA
SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS
PADA CAMPURAN ASPAL (AC-WC)**

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

Oleh :

NAMA : LEO RAMADONA

NPM : 1710015211004



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

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR INSTITUSI

**PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL (AC-WC)**

Oleh :

Nama : Leo Ramadona

NPM : 1710015211004

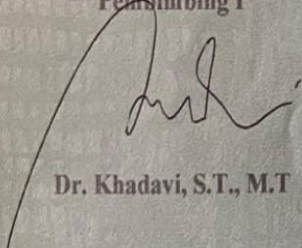
Program Studi : Teknik Sipil

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.

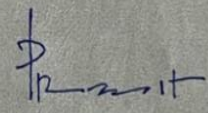
Padang, 21 Februari 2022

Menyetujui :

Pembimbing I

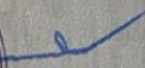

Dr. Khadavi, S.T., M.T

Pembimbing II

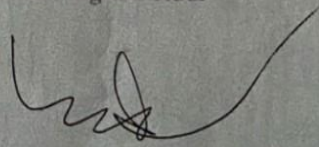

Eko Prayitno, ST., M.Sc

Dekan FTSP




Prof. Dr. Ar. Nasfryzal Carlo, M.Sc

Ketua Program Studi


Indra Khaidir, ST, MSc

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL (AC-WC)**

Oleh :

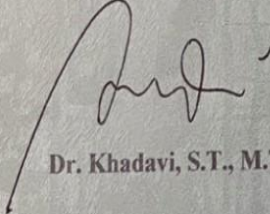
Nama : Leo Ramadona
NPM : 1710015211004
Program Studi : Teknik Sipil

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, 21 Februari 2022

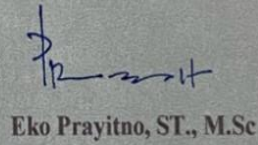
Menyetujui :

Pembimbing I



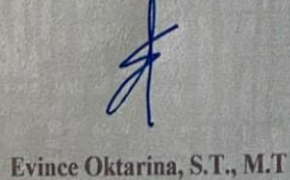
Dr. Khadavi, S.T., M.T

Pembimbing II



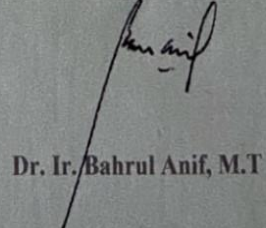
Eko Prayitno, ST., M.Sc

Penguji I



Evince Oktarina, S.T., M.T

Penguji II



Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

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

Nama : Leo Ramadona
Nomor Pokok Mahasiswa : 1710015211004

- 1) Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL (AC-WC)**. adalah : 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 tugas akhir ini batal.

Padang, 21 Februari 2022

Yang Membuat Pernyataan

Leo Ramadona

PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC

Leo Ramadona¹⁾, Khadavi²⁾, Eko Prayitno³⁾
Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta Padang

Email: leoramadona99@gmail.com, qhad_17@yahoo.com,
ekoprayitno@bunghatta.ac.id

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 cangkang kelapa sawit sebagai agregat halus pada lapisan AC-WC. Cangkang kelapa sawit merupakan limbah padat sawit hasil pemisahan dari inti sawit menggunakan alat *Hydrocyclone Separator* yang dapat dimanfaatkan sebagai pengeras jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan untuk mengetahui pengaruh cangkang kelapa sawit sebagai substitusi agregat halus 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 pemakaian limbah cangkang kelapa sawit, kemudian melakukan uji *marshall* dengan mendapatkan KAO sebesar 5,8%. Selanjutnya membuat benda uji dengan substitusi cangkang kelapa sawit terhadap agregat halus dengan kadar 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15%. Berdasarkan pengujian *marshall* pada kadar 5%-7,5% penggunaan cangkang kelapa sawit masih memenuhi spesifikasi dan layak digunakan dalam perkerasan lentur. Kadar cangkang kelapa sawit sebagai substitusi agregat halus pada campuran aspal AC-WC yang paling optimal berada pada kadar 7,5%.

Kata kunci : AC-WC, Cangkang Kelapa Sawit, KAO, Pengujian Marshall

EFFECT OF ADDITIONAL PALM OIL SHELL AS A SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE IN ASPHALT MIXTURE (AC-WC)

**Leo Ramadona¹⁾, Khadavi²⁾, Eko Prayitno³⁾
Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning,,
Bung Hatta University Padang**

Email: leoramadona99@gmail.com, qhad_17@yahoo.com,
ekoprayitno@bunghatta.ac.id

ABSTRACT

Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) This is the top layer or the so-called wear layer on the road pavement that is in direct contact with the vehicle wheels. This layer consists of a mixture of coarse aggregate, fine aggregate and filler. In this study, the substitution of oil palm shells as fine aggregate in the AC-WC layer will be carried out. Oil palm shell is solid waste of palm oil which is separated from palm kernel using a hydrocyclone separator which can be used as a road paver. This study aims to determine the Optimum Asphalt Content (KAO) and to determine the effect of oil palm shells as a substitute for fine aggregate in AC-WC coated asphalt on marshall characteristics. The method used in this research is Marshall test. The initial step of testing is to make standard specimens without the use of palm kernel shell waste, then perform a marshall test by obtaining an KAO of 5.8%. Next, make a test object by substituting palm kernel shell for fine aggregate with levels of 0%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, and 15%. Based on the Marshall test at 5%-7.5% the use of palm shells still meets the specifications and is suitable for use in flexible pavements. The oil palm shell content as a substitute for fine aggregate in the AC-WC asphalt mixture is the most optimal at 7.5%.

Keywords: AC-WC, Palm Oil Shell, KAO, Marshall Test

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Perkerasan Jalan	5
2.2. Jenis Struktur Perkerasan Jalan.....	5
2.2.1. Perkerasan Lentur (<i>Flexible pavement</i>).....	5
2.2.2. Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	7
2.2.3. Perkerasan Komposit.....	8
2.3. Aspal	8
2.3.1. Jenis-Jenis Aspal	9
2.3.2. Sifat-Sifat Aspal	10
2.3.3. Pengujian Aspal.....	12
2.4. Aspal Beton	14
2.4.1. Jenis Campuran Aspal Beton	15
2.5. Agregat.....	18
2.5.1. Agregat Kasar.....	19
2.5.2. Agregat Halus.....	19
2.5.3. <i>Filler</i>	20
2.6. Cangkang Kelapa Sawit	21
2.7. Metode Marshall	21
2.8. Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE PENELITIAN	29

3.1.	Umum.....	29
3.2.	Tahapan Penelitian	29
3.3.	Teknik Pengumpulan Data	31
3.3.1.	Data Primer.....	31
3.4.	Bahan dan Peralatan Penelitian	31
3.4.1.	Bahan.....	31
3.4.2.	Peralatan	34
3.5.	Pengujian Bahan dan Penyusun	44
3.5.1.	Pengujian Aspal.....	44
3.5.2.	Pengujian Agregat	45
3.5.3.	Pengujian Cangkang Kelapa Sawit.	45
3.6.	Rancangan Campuran Lapisan Aspal Beton (AC-WC).....	45
3.6.1.	Proporsi Agregat.....	46
3.6.2.	Perkiraan Kadar Aspal yang Digunakan	46
3.7.	Metode Marshall	47
3.7.1.	Persiapan Agregat Untuk Campuran Aspal.....	47
3.7.2.	Persiapan Aspal	47
3.7.3.	Pembuatan Benda Uji.....	47
3.7.4.	Pengujian Berat Jenis Campuran.....	48
3.7.5.	Pengujian <i>Marshall</i> Standar	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		50
4.1.	Pengujian Material	50
4.2.	Pengujian Hasil Mix Formula	58
4.2.1.	Menentukan Komposisi Campuran	58
4.2.2.	Menentukan Kadar Aspal Rencana	60
4.2.3.	Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)	62
4.3.	Hasil dan Analisa Benda Uji Substitusi Cangkang Kelapa Sawit Pada Campuran Aspal Beton (AC-WC)	68
4.4.	Analisa Terhadap Nilai Density	69
4.5.	Analisa Terhadap Nilai Void in Mineral Aggregate (VMA)	71
4.6.	Analisa Terhadap Nilai Void in the mix (VIM).....	74
4.7.	Analisa Terhadap Nilai Void filled with Asphalt (VFA).....	77

4.8.	Analisa Terhadap Nilai Stabilitas (Stability)	81
4.9.	Analisa Terhadap Nilai Flow (Kelelehan)	84
4.10.	Analisa Terhadap Nilai Marshall Quotient (MQ)	87
4.11.	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	89
BAB V PENUTUP		91
5.1.	Kesimpulan	91
5.2.	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA		93
DOKUMENTASI PENELITIAN.....		95
1.	Pengujian Agregat Kasar.....	95
1.1	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat	95
1.2	Pengujian Abrasi Dengan Mesin Los Angeles pada agregat kasar	97
1.3	Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal Pada Agregat Kasar .	99
1.4	Pengujian partikel pipih dan lonjong pada agregat kasar.....	102
2.	Pengujian Agregat Halus	103
2.1	Pengujian nilai setara pasir agregat halus (Sand Equivaland)	103
2.2	Pengujian Gumpalan Lempung.....	107
2.3	Pengujian Lolos Saringan No.200.....	109
2.4	Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	110
3.	Pengujian Cangkang Kelapa Sawit.....	112
3.1	Pengujian Abrasi Dengan Mesin Los Angeles.....	112
3.2	Pengujian Kelekatan Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Aspal.....	113
3.3	AIV (Agregat Impact Value).....	115
4.	Pengujian Aspal	116
4.1	Daktilitas	116
4.2	Penetrasi	118
4.3	Berat Jenis Aspal.....	120
4.4	Titik Lembek	122
4.5	Kehilangan Berat berat minyak.....	124
4.6	Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar	126
4.7	Pengujian Kelarutan Aspal.....	127
5.	Pembuatan Benda Uji	129

6. Pengujian Marshall	131
LAMPIRAN	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lapisan Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	7
Gambar 2. 2 Lapisan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	8
Gambar 2. 3 Lapisan Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	8
Gambar 2. 4 Lapisan Aspal Beton	16
Gambar 2. 5 Cangkang Kelapa Sawit	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Agregat Kasar	31
Gambar 3. 3 Agregat Halus	32
Gambar 3. 4 <i>Filler</i>	32
Gambar 3. 5 Aspal Pen 60/70	33
Gambar 3. 6 Cangkang Kelapa Sawit	33
Gambar 3. 7 Alat Uji Daktilitas	34
Gambar 3. 8 Alat Uji Titik nyala	35
Gambar 3. 9 Alat Uji Berat Jenis Aspal.....	35
Gambar 3. 10 Alat Uji Penetrasi	36
Gambar 3. 11 Alat Uji Kelarutan Aspal	36
Gambar 3. 12 Alat Uji Titik Lembek.....	37
Gambar 3. 13 Alat Uji Kehilangan Berat	37
Gambar 3. 14 Alat Uji Keausan Agregat.....	38
Gambar 3. 15 Saringan Agregat	38
Gambar 3. 16 Alat Uji Berat Jenis Agregat Kasar.....	39
Gambar 3. 17 Alat Uji Berat Jenis Agregat Halus.....	39
Gambar 3. 18 Alat Pengujian Pipih dan Lonjong.....	40
Gambar 3. 19 Alat Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	40
Gambar 3. 20 Alat Pengujian Nilai Setara Pasir.....	41
Gambar 3. 21 Alat Pengujian Agregat lolos Ayakan No. 200.....	41
Gambar 3. 22 Alat Pengujian gumpalan lempung.....	42
Gambar 3. 23 Cetakan Benda Uji	42
Gambar 3. 24 Mesin Penumbuk	43
Gambar 3. 25 <i>Exstruder</i>	43

Gambar 3. 26 Alat Uji Marshall	44
Gambar 4. 1 Gradasi Campuran AC-WC	59
Gambar 4. 2 Grafik Pita.....	66
Gambar 4. 3 Grafik <i>Density</i> Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit	70
Gambar 4. 4 Grafik Kepadatan Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit penelitian terdahulu.....	71
Gambar 4. 5 Grafik <i>Void in Mineral Agreggate (VMA)</i> Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit	73
Gambar 4. 6 Grafik VMA dengan Variasi Kadar Cangkang Kelapa Sawit Penelitian Terdahulu.....	74
Gambar 4. 7 Grafik <i>Void in the mix (VIM)</i> dengan variasi kadar cangkang kelapa sawit.....	76
Gambar 4. 8 Grafik VIM dengan variasi kadar cangkang kelapa sawit penelitian terdahulu	77
Gambar 4. 9 Grafik <i>Void Filled With Asphald (VFA)</i> Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit	79
Gambar 4. 10 Grafik <i>Void Filled With Asphalt (VFA)</i> Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit penelitian terdahulu	80
Gambar 4. 11 Grafik Stabilitas Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit	82
Gambar 4. 12 Grafik Stabilitas Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit penelitian terdahulu.....	83
Gambar 4. 13 Grafik <i>Flow</i> Dengan Penambahan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit.....	85
Gambar 4. 14 Grafik <i>Flow</i> Dengan Penambahan Variasi Kadar Cangkang Kelapa Sawit Penelitian Terdahulu.....	86
Gambar 4. 15 Grafik <i>Marshall Quotient (MQ)</i> dengan variasi kadar cangkang kelapa sawit.....	88
Gambar 4. 16 Grafik <i>Marshall Quotient (MQ)</i> dengan variasi kadar cangkang kelapa sawit Penelitian Terdahulu.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengujian Sifat Karakteristik Aspal.....	12
Tabel 2. 2 Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal Beton.....	17
Tabel 2. 3 Sifat Sifat Campuran Aspal Beton.....	18
Tabel 2. 4 Ketentuan Agregat Kasar.....	19
Tabel 2. 5 Ketentuan Agregat Halus.....	20
Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji Untuk Variasi Kadar Penggantian Agregat Halus Dengan Cangkang Kelapa Sawit	47
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian <i>Properties</i> Agregat Kasar	51
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Properties</i> Agregat Halus	53
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Properties</i> Cangkang Kelapa Sawit	54
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian <i>Properties</i> Aspal.....	57
Tabel 4. 5 Perencanaan Gradasi Campuran.....	59
Tabel 4. 6 <i>Mix Design</i>	62
Tabel 4. 7 Jumlah Benda Uji Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	62
Tabel 4. 8 Resume Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Aspal Rencana	63
Tabel 4. 9 Persentase Agregat Campuran AC/WC Dengan Penambahan Cangkang Kelapa Sawit	68
Tabel 4. 10 Resume Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Dengan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit.....	69
Tabel 4. 11 Pengaruh dengan penggunaan variasi kadar cangkang kelapa sawit terhadap density campuran AC-WC	69
Tabel 4. 12 Pengaruh Dengan Penggunaan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit Terhadap <i>Void in Mineral Aggregate (VMA)</i> Campuran AC-WC	72
Tabel 4. 13 Pengaruh Dengan Penggunaan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit Terhadap <i>Void in the mix (VIM)</i> Campuran AC- WC.....	75
Tabel 4. 14 Pengaruh Dengan Penggunaan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit Terhadap <i>Void filled with asphald (VFA)</i> Campuran AC-WC	78
Tabel 4. 15 Pengaruh Dengan Penggunaan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit Terhadap Stabilitas Campuran AC-WC	81

Tabel 4. 16 Pengaruh Dengan Penggunaan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit Terhadap <i>Flow</i> Campuran AC-WC	84
Tabel 4. 17 Pengaruh Dengan Penggunaan Variasi Kadar Cangkang kelapa sawit Terhadap <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Campuran AC-WC.....	87
Tabel 4. 18 Perbandingan Hasil Penelitian	90