

TUGAS AKHIR

NOMOR: 1273/W.M/F.TS/SKR/2020

**PENGARUH PENGGUNAAN STYROFOAM SEBAGAI
BAHAN TAMBAHAN (*ADDTIVE*) TERHADAP
DURABILITAS *ASPHALT CONCRETE* – *WEARING
COURSE (AC-WC)***



DISUSUN OLEH:

ALFONSUS DE LIGURI LANASAKTI

NOMOR REGISTRASI:

211 13 035

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2020**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan perlindungan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini diajukan sebagai bagian dari syarat untuk menyelesaikan studi program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini berhasil berkat campur tangan dari Tuhan Yang Maha Esa serta bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Untuk itu, pada kesempatan ini dengan tulus hati dihaturkan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus dan Bunda Maria yang senantiasa menyertai dan memberkati, sehingga masih diberikan kesehatan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Pater Dr. Philipus Tule, SVD selaku Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang,
3. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang,
4. Bapak Dr. Don G. N. Da Costa, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang,
5. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT dan Bapak Frederikus P. Ndouk, ST., MT selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir. Laurensius Lulu, MM dan Bapak Oktovianus E. Semiun, ST., MT selaku penguji yang telah banyak memberikan saran dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak, Ibu Dosen serta pegawai Universitas Katolik Widya Mandira Kupang khususnya di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil yang telah memberi bimbingan Saya.
8. Kakak Dwi Aryo Sudarsono selaku pembimbing Lab. Pengujian Teknik yang telah meluangkan waktu untuk membimbing saya dalam penelitian Tugas Akhir ini.
9. Kedua Orang Tua saya, Bapak Seli Endon dan Mama Udis Erimin. Terima kasih untuk jerih lelah dan pengorbanan demi pendidikan saya, kebanggaan ini untuk kalian.
10. Opa Petrus Oma Katarina dan Opa Dasa, Oma bet serta semua keluarga yang sudah mengsupport saya.
11. Nona Herlina Susilowati yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam penulisan tugas akhir.
12. Adik Tercinta, Elsa, Hardy, Ari, Putra, Aldo dan Kardianal yang selalu mensupport saya dalam keadaan apapun.

13. Teman-teman Orang Enak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir: Ikun, Pa'a, Gego, Putus, Adi, Natalino, Ojo, Itho, Albyn, Asber, Andro, Upeng, Sony, Phentom, Malak.
14. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2013 yang telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
15. Semua pihak yang selalu mendukung dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih ada kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian sangat diharapkan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Kupang, Juli 2020

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1273/W.M/F.TS/SKR/2020

**PENGARUH PENGGUNAAN *STYROFOAM* SEBAGAI
BAHAN TAMBAHAN (*ADDTIVE*) TERHADAP DURABILITAS
*ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC)***

DISUSUN OLEH:

ALFONSUS D. L. LANASAKTI

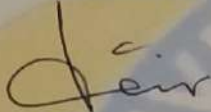
NOMOR INDUK MAHASISWA:

211 13 035

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING 1

PEMBIMBING 2



Ir. EGIDIUS KALOGO, MT

NIDN : 08 0109 6303




FREDERIKUS NDOUK, ST., MT

NIDN : 08 2607 9002

DISETUJUI OLEH:

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



Dr. DON G. N. DA COSTA, ST., MT

NIDN:08 2003 6801

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA



PATRISIUS BATARIUS, ST., MT

NIDN:08 1503 7801

LEMBARAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1273/W.M/F.TS/SKR/2020

**PENGARUH PENGGUNAAN STYROFOAM SEBAGAI
BAHAN TAMBAHAN (ADDTIVE) TERHADAP DURABILITAS
ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC)**

DISUSUN OLEH:

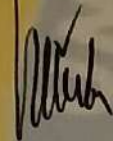
ALFONSUS D. L. LANASAKTI

NOMOR INDUK MAHASISWA:

211 13 035

DIPERIKSA OLEH:

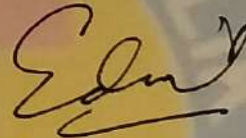
PENGUJI 1



Ir. LAURENSIUS LULU., MM

NIDN : 08 2010 6401

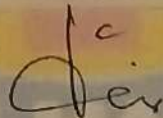
PENGUJI 2



OKTOVIANUS EDVICT SEMIUN, ST., MT

NIDN : 08 0110 8606

PENGUJI 3



Ir. EGIDIUS KALOGO, MT

NIDN : 08 0109 6303

DAFTAR ISI

JUDUL

LEMBARAN PENGESAHAN

PERNYATAAN KEASLIAN

MOTTOi

ABSTRAKii

KATA PENGANTARiii

DAFTAR ISI.....iv

DAFTAR TABEL.....viii

DAFTAR GAMBAR.....ix

DAFTAR NOTASIx

BAB 1 PENDAHULUAN.....I-1

1.1 Latar BelakangI-1

1.2 Rumuasan MasalahI-2

1.3 Tujuan PenelitianI-2

1.4 Manfaat PenelitianI-2

1.5 Batasan MasalahI-3

1.6 Keterkaitan Dengan Peneliti TerdahuluI-4

BAB II LANDASAN TEORI II-1

2.1 Metode Marshall Test.....II-1

2.2 Konstruksi Perkerasan LenturII-1

2.2.1 Lapis Permukaan (*Surface Course*)II-2

2.2.2 Lapis Pondasi Atas(*Base Course*).....II-3

2.2.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)II-4

2.2.4 Tanah Dasar(*Subgrade*).....II-5

2.3 Bahan Campuran Beton AspalII-6

2.3.1 Aspal.....II-6

2.3.2 AgregatII-7

2.3.2.1 Agregat KasarII-7

2.3.2.2 Agregat Halus	II-8
2.3.3 Filler / Bahan Pengisi	II-9
2.3.4 Bahan Aditif <i>Styrofoam</i>	II-9
2.4 Lapisan Aspal Beton AC-WC	II-10
2.5 Gradasi Agregat Campuran	II-11
2.6 Karakteristik Beton Aspal	II-13
2.6.1 Stabilitas	II-13
2.6.2 Kelenturan (Fleksibilitas)	II-14
2.6.3 Durabilitas (Keawetan)	II-14
2.6.4 Impermeabilitas.....	II-17
2.6.5 Ketahanan Kelelahan (Fatigue Resistance).....	II-18
2.6.6 Kemudahan Pelaksanaan	II-18
2.6.7 Tahan Geser (<i>Skid Resistance</i>).....	II-18
2.7 Kadar Aspal	II-19
2.7.1 Penentuan Kadar Aspal Rencana	II-19
2.7.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum	II-19
2.8 Karakteristik Marshall.....	II-19
2.8.1 Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Parameter Marshall.....	II-23
2.8.2 Volumetrik Campuran Beraspal.....	II-25
2.9 Pengujian Analisa Campuran AC-WC.....	II-26
2.9.1 Parameter Perhitungan Metode Marshall	II-26
2.9.2 Hasil Bagi Marshall.....	II-31
2.10 Standar Rujukan	II-31
BAB III METODELOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Umum	III-1
3.2 Teknik Pengumpulan Data	III-1
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian	III-1
3.4 Proses Penelitian	III-2
3.4.1 Diagram Alir Penelitian.....	III-2
3.4.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	III-3
3.4.2.1 Pengambilan dan Persiapan Material	III-3
3.4.2.2 Pengujian Material.....	III-3
3.4.2.3 Rancangan Gradasi Agregat Gabungan.....	III-4
3.4.2.4 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb).....	III-5
3.4.2.5 Rancangan Benda Uji Dengan Kadar Aspal Rencana (Pb)	III-5
3.4.2.6 Marshall Test.....	III-5

3.4.2.7 Analisa Parameter Marshall dan Penentuan Kadar Aspal Optimum	III-5
3.4.2.8 Rancangan Benda Uji dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 0,00%; 0,20%; 0,40% dan 0,60% Untuk Waktu Perendaman 30 menit dan 24 jam.....	III-6
3.4.2.9 Marshall Test.....	III-6
3.4.2.10 Analisa Parameter Marshall Akibat Pengaruh Penggunaan <i>Styrofoam</i>	III-6
3.4.2.11 Analisa Nilai Durabilitas.....	III-6
3.4.2.12 Kesimpulan	III-6

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....IV-1

4.1 Pengambilan dan Persiapan Material.....	IV-1
4.1.1 Kronologis Pengambilan Data	IV-1
4.1.2 Data	IV-1
4.2 Pengujian Material	IV-2
4.2.1 Pengujian Agregat Kasar.....	IV-2
4.2.1.1 Pengujian Analisa Saringan	IV-2
4.2.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	IV-4
4.2.1.3 Pengujian Abrasi	IV-9
4.2.2 Pengujian Agregat Halus.....	IV-11
4.2.2.1 Pengujian Analisa Saringan	IV-11
4.2.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	IV-13
4.2.3 Pengujian Filler / Bahan Pengisi.....	IV-18
4.2.3.1 Pengujian Analisa Saringan	IV-19
4.3 Rancangan Gradasi Proporsi Agregat Gabungan	IV-19
4.4 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb).....	IV-23
4.5 Rancangan Benda Uji dengan Kadar Aspal Rencana	IV-24
4.6 Pengujian Marshall	IV-25
4.7 Analisa Parameter Marshall	IV-28
4.7.1 Penentuan Kadar Aspal Optimum	IV-34
4.8 Rancangan Benda Uji dengan Penambahan <i>Styrofoam</i>	IV-35
4.9 Marshall Test	IV-36
4.10 Analisa Parameter Marshall Akibat Pengaruh Penambahan <i>Styrofoam</i>	IV-43
4.11 Analisa dan Pembahasan Nilai Durabilitas	IV-48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....V-1

5.1 Kesimpulan	V-1
----------------------	-----

5.2 Saran V-3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keterkaitan Dengan Peneliti Terdahulu	I-4
Tabel 2.1 Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Keras	II-6
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar	II-8
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus	II-8
Tabel 2.4 Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal.....	II-12
Tabel 3.1 Bahan Penelitian	III-1
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Anaisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah 3/4	IV-2
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Anaisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah 1/2.....	IV-3
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Batu Pecah 3/4	IV-5
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Batu Pecah 1/2	IV-7
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Abrasi	IV-10
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Anaisa Saringan Agregat Halus (Pasir).....	IV-11
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Anaisa Saringan Agregat Halus (Abu Batu).....	IV-12
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Abu Batu	IV-13
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir	IV-16
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Filler/Bahan Pengisi	IV-19
Tabel 4.11 Rekap Gradasi Individu	IV-20
Tabel 4.12 Kombinasi atau Penggabungan Agregat	IV-22
Tabel 4.13 Hasil Persen Lolos Gabungan	IV-22
Tabel 4.14 Formula Campuran Rencana	IV-24
Tabel 4.15 Formula Campuran Rencan dengan Aspal.....	IV-25
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Marshall	IV-25
Tabel 4.17 Kebutuhan Material Rancangan Benda Uji dengan Penambahan Styrofoam .	IV-36
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Marshall dengan Perendaman 30 Menit.....	IV-37
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Marshall dengan Perendaman 24 Jam	IV-40
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai Kekuatan Marshall Sisa	IV-48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Lapis Perkerasan Jalan Raya	II-2
Gambar 2.2 Contoh Lapis Permukaan	II-2
Gambar 2.3 Lapis Pondasi Atas	II-3
Gambar 2.4 Lapis Pondasi Bawah	II-4
Gambar 2.5 Tanah Dasar	II-5
Gambar 2.6 Contoh Hubungan <i>Marshall</i> Stabilitas Dengan Kadar Aspal	II-23
Gambar 2.7 Contoh Hubungan <i>Marshall</i> Kelelehan Dengan Kadar Aspal	II-24
Gambar 2.8 Contoh Hubungan <i>Marshall</i> Kepadatan Dengan Kadar Aspal	III-24
Gambar 2.9 Contoh Hubungan <i>Marshall</i> VIM Dengan Kadar Aspal	II-24
Gambar 2.10 Contoh Hubungan <i>Marshall</i> VMA Dengan Kadar Aspal	II-25
Gambar 2.11 Contoh Hubungan <i>Marshall</i> FVB Dengan Kadar Aspal	II-25
Gambar 2.12 Volumetrik Campuran Beraspal	II-26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	III-2
Gambar 4.1 Kurva Gradasi Agregat Gabungan	IV-23
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kepadatan dan Kadar Aspal	IV-29
Gambar 4.3 Grafik Hubungan VIM dan Kadar Aspal	IV-30
Gambar 4.4 Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal	IV-30
Gambar 4.5 Grafik Hubungan VFB dan Kadar Aspal	IV-31
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal	IV-32
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kelelehan dan Kadar Aspal	IV-33
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Ratio Partikel dan Kadar Aspal	IV-33
Gambar 4.9 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum	IV-34
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap Kepadatan	IV-44
Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap Stabilitas	IV-44
Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap Flow	IV-45
Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap VIM	IV-46
Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap VMA	IV-46
Gambar 4.15 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap VFB	IV-47
Gambar 4.16 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap Ratio Partikel	IV-48
Gambar 4.17 Grafik Pengaruh Penggunaan Styrofoam Terhadap Durabilitas	IV-49

DAFTAR NOTASI

LABEL	HALAMAN	KETERANGAN
A	II-17	Nilai absolute kehilangan kekuatan satu hari
a	II-16	persentase kehilangan kekuatan selama 1 hari
Ba	II-26	Berat benda uji dalam air
Bj	II-26	Berat benda uji kering permukaan jenuh
Bk	II-26	Berat benda uji kering oven
Bssd	II-26	Berat jenis jenuh kering permukaan
Bt	II-27	Berat piknometer+air+benda uji
b	II-30	Berat benda uji tertahan saringan No. 200
CA	II-19	% agregat yang tertahan saringan no 8
d	II-30	Ukuran maksimum agregat yang terdapat dalam campuran
D	II-30	Ukuran dari agregat yang diperiksa
FA	II-19	%agregat halus lolos saringan No. 8 - % tertahan No. 200
FF	II-19	Nilai persentase <i>Filler</i>
G1,,,Gn	II-27	Berat jenis <i>bulk</i> dari masing-masing fraksi agregat
Ga	II-25	Berat jenis aspal
Gmb	II-28	Berat jenis <i>bulk</i> beton aspal padat
Gmm	II-27	Berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan
Gsa	II-27	Berat jenis semua agregat campuran
Gsb	II-27	Berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat
Gse	II-27	Berat jenis dari agregat pembentuk beton aspal padat
IKS	II-15	Indeks kekuatan sisa
K	II-19	Konstanta
MF	II-31	<i>Flow marshall</i>
MQ	II-31	<i>Marshall quotient</i>
MS	II-31	<i>Marshall stability</i>
P	II-29	Persen lolos saringan dengan bukaan saringan d
P1,,,Pn	II-27	Persentase berat masing-masing fraksi agregat terhadap berat total agregat campuran
Pa	II-28	% aspal dari berat total campuran

Pab	II-28	% kadar aspal yang terabsorbsi ke dalam pori butir agregat
Pb	II-19	Perkiraan aspal rencana
Pae	II-28	% kadar aspal efektif yang menyelimuti butir-butir agregat
r	II-16	Indeks penurunan stabilitas
S0	II-17	Nilai absolute kekuatan awal
S1	II-15	Stabilitas marshall standar dengan perendaman selama 30 menit pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$
S2	II-15	Stabilitas marshall standar dengan perendaman selama 24 jam pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$
Sa	II-17	% kekuatan sisa satu hari
Si	II-16	Persentase kekuatan sisa pada waktu ti (%)
ti	II-16	Periode perendaman (jam)
tn	II-17	Total waktu perendaman (jam)
VFA	II-30	Volume pori antar butir agregat yang terisi aspal, % dari VMA
VIM	II-29	Volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat
VMA	II-29	Volume pori antar agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat

ABSTRAK
NOMOR: 1273/W.M/FTS/SKR/2020
PENGARUH PENGGUNAAN STYROFOAM SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN
(ADDITIVE) TERHADAP DURABILITAS ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE
(AC-WC)

Ketahanan perkerasan terhadap beban lalu lintas dan temperatur sangat tergantung pada kualitas aspal sebagai bahan pengikat dan kualitas agregat pembentuk campuran. Jika terjadi penurunan kualitas daya ikat aspal terhadap agregat, hal ini dapat mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah keawetan atau ketahanan jalan (*Durability*). Kondisi jalan yang selalu dipengaruhi oleh beban lalu lintas yang tinggi dan cuaca yang ekstrim cenderung akan menurunkan sifat durabilitas lapisan perkerasan aspal. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas campuran beton aspal, salah satunya adalah penggunaan bahan tambah pada aspal, salah satunya dengan menggunakan Styrofoam. Keuntungan penggunaan limbah Styrofoam sebagai bahan tambahan adalah memiliki kekuatan tarik sehingga dapat bekerja sebagai serat yang meningkatkan kemampuan kekuatan aspal, penambahan Styrofoam ke dalam campuran aspal cenderung akan menurunkan nilai penetrasi aspal yang berarti aspal akan menjadi lebih keras, sehingga durabilitas atau keawetannya meningkat. Dengan penambahan styrofoam menghasilkan kekuatan perkerasan AC-WC yang lebih baik jika dibandingkan dengan perkerasan AC-WC tanpa styrofoam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan aspal 0% styrofoam pada kadar aspal optimum, menghasilkan durabilitas 90,66%, pada penambahan kadar 0,2% styrofoam menghasilkan durabilitas 90,91%, penambahan kadar 0,4% styrofoam, menghasilkan durabilitas sebesar 91,17%, sedangkan pada penambahan 0,6% styrofoam menghasilkan durabilitas sebesar 91,54%. Jadi penambahan styrofoam membuat durabilitas campuran menjadi naik dan pada kadar 0,6% styrofoam mempunyai nilai durabilitas yang paling tinggi diantara keseluruhan persentase Styrofoam pada aspal.

Kata kunci : AC-WC, Styrofoam, Durabilitas.