

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN ADIKTIF  
CRUMB RUBBER DENGAN FILLER SEMEN PORTLAND TERHADAP  
NILAI MARSHALL BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC)**

Laporan Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

**HANS AGATHA NATHANIEL**

**NPM: 11 02 13926**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**Januari 2016**

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN ADIKTIF *CRUMB RUBBER***

**DENGAN *FILLER* SEMEN PORTLAND TERHADAP NILAI *MARSHAL***

**BETON ASPAL LAPIS AUS (*AC-WC*).**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dan karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

**Yogyakarta, 05 Januari 2016**

**Yang membuat pernyataan**



**(Hans Agatha Nathaniel)**

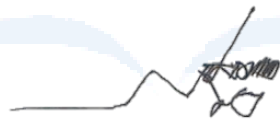
PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

Oleh:  
HANS AGATHA NATHANIEL  
NPM: 11 02 13926

telah disetujui oleh pembimbing  
Yogyakarta, ..... 22. 01. 2016

Pembimbing



(Ir. Yohanes Lulie, MT.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(I. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN ADIKTIF  
CRUMB RUBBER DENGAN FILLER SEMEN PORTLAND TERHADAP  
NILAI MARSHALL BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC)**


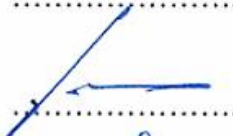



Oleh:

**HANS AGATHA NATHANIEL**

NPM: 11 02 13926

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Ir. Yohanes Lulie, M.T.		22.01.2016
Anggota	: Benediktus Susanto, S.T., M.T.		22.01.2016
Anggota	: Ir. Y. Hendra Suryadharma, M.T.		22.01.2016

## KATA HANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui penulisan tugas akhir ini dapat menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
2. J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
3. Ir. Yohanes Lulie M.T., selaku Kepala Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta serta selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajar dan membagikan ilmunya kepada penulis,

5. Bapak L. Beny Antana, selaku staf Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
6. Bapak (Heri Susila Aji), Ibu (Atik Dwi Widarti) yang selalu mendoakan dan membesarkan dengan penuh kasih sayang serta adikku (De Agusta Jesua, Satya Novendra dan Agung Wicaksono) yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang serta perhatiannya,
7. Putu Reza, Yohanes Dedy, Vinsentius, Richo, Hizkia, Elizabeth Ajeng, Yudha, Tiwi, Edgar, Toni, Ajeng, Via dan Reynard selaku asisten praktikum Bahan Perkerasan Jalan, Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
8. Teman-Teman B.L.P. dan TUSTEL Rico, Gerry, Odel, Mei, Ata, Martin, Andre, Astrid, Fia, Rindu, Ginus dan Lius,
9. Teman-teman kuliah angkatan 2010, 2011, 2012, 2013, PPM 48, KKN 67 khususnya Loveandre, Winda, Mira, Ignatius Bayu, Bayu Tirta, Catur, Sigit, Tanti, Joses, Nico, Novi, Dicky, Brian, Owen, Mela, Reinhard, Gideon Yohanes Calvin dan pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, Januari 2016

Hans Agatha Nathaniel  
NPM. 11 02 13926

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA HANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	3
1.3.Batasan Masalah .....	3
1.4.Keaslian Tugas Akhir .....	4
1.5.Tujuan Penelitian .....	6
1.6.Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1.Aspal .....	8
2.2.Agregat .....	8
2.3.Perkerasan Jalan .....	8
2.4. <i>Crumb Rubber</i> .....	9
2.5.Karakteristik dari Suatu Campuran .....	11
2.5.1.Stabilitas .....	11
2.5.2.Durabilitas ( <i>durability</i> ) .....	11
2.5.3.Flexibilitas ( <i>flexibility</i> ) .....	11
2.5.4.Kekasaran ( <i>skid resistance</i> ) .....	12
2.5.5.Ketahanan Kelelehan ( <i>fatigue resistance</i> ) .....	12
2.5.6.Kemudahan Untuk Dikerjakan ( <i>workability</i> ) .....	13
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>14</b>
3.1.Beton Aspal .....	14
3.2.Bahan Penyusun Perkerasan .....	14
3.3.Agregat .....	15
3.4.Aspal .....	16
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
4.1.Tahapan Persiapan .....	18
4.1.1.Cara Pengumpulan Data .....	18
4.1.2.Bahan yang Dipergunakan .....	18
4.1.3.Peralatan yang Dipergunakan .....	19
4.2.Tahapan Pemeriksaan Bahan .....	20

4.2.1.Pemeriksaan Agregat .....	20
4.2.2.Pemeriksaan Aspal .....	21
4.3.Tahapan Pembuatan Benda Uji .....	27
4.4.Tahapan Pengujian <i>Marhsall</i> .....	30
4.5.Bagan Alir Penelitian .....	34
4.6. <i>Time Schedule</i> .....	35
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
5.1.Hasil Penelitian.....	36
5.1.1.Pemeriksaan Agregat .....	36
5.1.2.Pemeriksaan Aspal .....	37
5.2.Analisis Hasil <i>Marshall</i> .....	38
5.2.1.Pengaruh penambahan <i>Crumb Rubber</i> terhadap Density campuran aspal beton. ....	38
5.2.2.Pengaruh penambahan <i>Crumb Rubber</i> terhadap <i>VFWA (Void Filled With Ashpalt)</i> campuran aspal beton .....	40
5.2.3.Pengaruh penambahan <i>Crumb Rubber</i> terhadap <i>VITM (Void In The Mix)</i> campuran aspal beton .....	42
5.2.4.Pengaruh penambahan <i>Crumb Rubber</i> terhadap Stabilitas campuran aspal beton .....	45
5.2.5.Pengaruh penambahan <i>Crumb Rubber</i> terhadap <i>Flow</i> campuran aspal beton.....	47
5.2.6.Pengaruh penambahan <i>Crumb Rubber</i> terhadap <i>Marshall Quotient (QM)</i> campuran aspal beton .....	49
5.3.Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	51
5.4.Pembahasan Kadar Aspal Optimum.....	55
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>57</b>
6.1.Kesimpulan.....	57
6.2.Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar .....	15
Tabel 3.2. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus .....	15
Tabel 3.3. Grading IV Agregat Campuran .....	16
Tabel 3.4. Pengujian dan Persyaratan Aspal Keras Pen 60/70 .....	17
Tabel 4.1. Jumlah Pembuatan Benda Uji .....	28
Tabel 4.2. Rencana Mix Desain Agregat .....	28
Tabel 4.3. Rencana Pencampuran Variasi Crumb Rubber .....	29
Tabel 5.1. Pemeriksaan Agregat Kasar .....	36
Tabel 5.2. Pemeriksaan Agregat Halus .....	37
Tabel 5.3. Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70 .....	37
Tabel 5.4. Hasil Nilai <i>Density</i> dengan Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> .....	39
Tabel 5.5. Hasil Nilai <i>VFWA</i> dengan Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> .....	41
Tabel 5.6. Hasil Nilai <i>VITM</i> dengan Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> .....	43
Tabel 5.7. Hasil Nilai Stabilitas dengan Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> .....	46
Tabel 5.8. Hasil Nilai <i>Flow</i> dengan Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> .....	48
Tabel 5.9. Hasil Nilai <i>Marshall Quotient</i> dengan Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> ..	50
Tabel 5.10. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #0; 0% .....	52
Tabel 5.11. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #10; 2% .....	52
Tabel 5.12. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #10; 4% .....	53
Tabel 5.13. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #10; 8% .....	53
Tabel 5.14. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #10; 2% .....	54
Tabel 5.15. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #10; 4% .....	54
Tabel 5.16. Kadar Aspal Optimum Variasi <i>Crumb Rubber</i> #10; 8% .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Unsur yang Terkandung dalam Ban .....	10
Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian dan Pengujian .....	34
Gambar 5.1. Grafik hubungan Nilai <i>Density</i> dengan Kadar Aspal.....	39
Gambar 5.2. Grafik hubungan Nilai <i>VFWA</i> dengan Kadar Aspal .....	41
Gambar 5.3. Grafik hubungan Nilai <i>VITM</i> dengan Kadar Aspal.....	44
Gambar 5.4. Grafik hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal .....	46
Gambar 5.5. Grafik hubungan Nilai <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal.....	48
Gambar 5.6. Grafik hubungan Nilai <i>QM</i> dengan Kadar Aspal.....	50

## Daftar Lampiran

Lampiran 1. Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	63
Lampiran 2. Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal .....	64
Lampiran 3. Pemeriksaan Kelarutan Aspal Keras dalam CCl <sub>4</sub> .....	65
Lampiran 4. Pemeriksaan Daktilitas .....	66
Lampiran 5. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Keras.....	67
Lampiran 6. Pemeriksaan Titik Lembek.....	68
Lampiran 7. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Keras .....	69
Lampiran 8. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i> Agregat Halus .....	70
Lampiran 9. Pemeriksaan <i>Soundness Test</i> Agregat .....	71
Lampiran 10. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i> .....	72
Lampiran 11. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	73
Lampiran 12. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	74
Lampiran 13. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #0 0% ..	75
Lampiran 14. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #10 2%	76
Lampiran 15. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #10 4%	77
Lampiran 16. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #10 8%	78
Lampiran 17. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #40 2%	79
Lampiran 18. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #40 4%	80
Lampiran 19. Pemeriksaan Marshall Test Variasi Kadar <i>Crumb Rubber</i> #40 8%	81
Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian.....	82

## INTISARI

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN ADIKTIF *CRUMB RUBBER* DENGAN *FILLER* SEMEN PORTLAND TERHADAP NILAI *MARSHALL* BETON ASPAL LAPIS AUS (*AC-WC*), Hans Agatha Nathaniel, NPM 11.02.13926, tahun 2016, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.**

Ada banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan dini pada jalanan di Indonesia. Dari aspek teknis antara lain mutu aspal yang dipakai kurang sesuai dengan rencana jalan dalam melayani lalu lintas dan jumlah lalu lintas yang cukup tinggi disertai dengan beban kendaraan yang melebihi kapasitas dukung jalan. Dari aspek non teknis seperti suhu udara, kondisi Indonesia yang beriklim tropis suhu udara relatif tinggi. Oleh karena itu perlu adanya usaha untuk meningkatkan mutu aspal. Untuk meningkatkan mutu aspal, saat ini sudah ada berbagai macam bahan tambah. Di sisi lain banyak material material sisa/limbah yang dapat didaur ulang dan banyak terdapat di alam yang mempunyai kemungkinan kemungkinan dapat digunakan dalam campuran beton aspal campuran panas yang diyakini dapat meningkatkan kinerjanya seperti stabilitas dan durabilitasnya. Pada penelitian ini akan digunakan hasil daur ulang ban yaitu *Crumb Rubber* sebagai bahan tambah dan semen Portland sebagai *filler*. Penelitian ini mengacu pada spesifikasi umum 2010 (revisi 3) Bina Marga, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh *Crumb Rubber* pada campuran beton aspal lapis aus (*AC-WC*).

Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat 1 pembandingan dan 6 variasi *Crumb Rubber*. Variasi *Crumb Rubber* yang digunakan adalah nomor mesh 10 dan nomor mesh 40 masing-masing sebanyak 2%, 4%, dan 8% dari berat aspal. Masing-masing variasi digunakan aspal dengan kadar 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dan dibuat benda uji ganda (*duplo*) sehingga jumlah benda uji adalah 56 briket aspal. Pencampuran bahan tambah dilakukan secara *dry proses* pada agregat saat suhu mencapai 165°.

Dari pengujian *Marshall* yang dilakukan, menunjukkan bahwa tidak semua campuran beton aspal dengan variasi penambahan *Crumb Rubber* memenuhi persyaratan spesifikasi umum 2010 (revisi 3) Bina Marga. Namun secara garis besar penambahan variasi *Crumb Rubber* meningkatkan nilai *density*, *VFWA*, Stabilitas, *flow* dan *QM*, sedangkan nilai *VITM* cenderung menurun dibandingkan beton aspal normal. Dari hasil pengujian *marshall* beton aspal yang memenuhi persyatan spesifikasi umum 2010 (revisi 3) Bina Marga adalah variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 10 sebanyak 2% dengan kadar aspal optimum 6% – 7%, variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 2% dengan kadar aspal optimum 5,5% - 7%, variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 4% dengan kadar aspal optimum 6% - 7%, variasi *Crumb Rubber* nomor mesh 40 sebanyak 8% dengan kadar aspal optimum 7%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, penambahan *Crumb Rubber* dalam campuran dilihat dari karakteristik *marshall* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap campuran laston *AC-WC*. Penelitian ini masih dapat dilanjutkan dengan pengantian variasi nomor mesh, kadar *Crumb Rubber*, metoda pencampuran, maupun tipe perkerasan yang akan digunakan.

Kata kunci: Laston *AC-WC*, Karakteristik *Marshall*, *Crumb Rubber*, Semen Portland