

**STUDI PENGGUNAAN CRUMB RUBBER SEBAGAI PENGGANTI FINE
AGREGAT PADA CAMPURAN *Hot Rolled Asphalt* (HRA) DENGAN BAHAN
PENGIKAT ASPAL PENETRASI 60/70**

*Study of Crumb Rubber as Fine Aggregate Substitution for Hot Rolled Asphalt (HRA)
Mixture with 60/70 Penetration Grade Asphalt Binder*

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik,
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik,
Universitas Sebelas Maret
Surakarta*



Disusun Oleh :

SEBASTIANUS KRISTIANTO NUGROHO
NIM I 0113119

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**

MOTTO

“Dan apa saja yang kamu minta dalam doa dengan penuh kepercayaan, kamu akan menerimanya ”
(Matius 21:22)

“Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil, tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna”
(Albert Einstein)

“Kepuasan terletak pada usaha, bukan pada hasil. Berusaha dengan keras adalah kemenangan yang hakiki”
(Mahatma Gandhi)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada **Tuhan YME** yang telah memberiku semua keberkahan dan kelancaran selama hidupku. Syukur Kepada Allah

Bapak dan Ibu

Terima kasih atas segala cinta, kasih sayang, motivasi dan doanya, sehingga saya bisa mencapai gelar sarjana seperti yang bapak dan ibu inginkan.

Ir. Ary Setyawan, MSc, PhD, Dr. F. Pungky Pramesti, ST, MT, dan dosen-dosen Teknik Sipil FT UNS

Terima kasih untuk segala ilmu pengetahuan, bantuan, bimbingan serta pengalaman yang telah bapak dan ibu berikan kepada saya.

Teman-teman Skripsi

Terima kasih Rama, Hanan, dan Irsyad yang membantu dalam laboratorium dan berjuang dalam suka dan duka selama menempuh skripsi kita

Teman-teman Teknik Sipil 2013

Terima kasih untuk selalu membantu, menemani dan menyemangati saat kuliah baik susah maupun senang. *Thank you all for everything.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan YME atas berkat dan rahmat-Nya, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Penggunaan Crumb Rubber Sebagai Pengganti Fine Agregat Pada Campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) Dengan Bahan Pengikat Aspal Penetrasi 60/70.” tepat pada waktunya. Penelitian ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam penulisan skripsi ini sehingga semuanya dapat berjalan lancar. Oleh karena itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Ary Setyawan, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan selama penulisan skripsi.
2. Ibu Dr. F. Pungky Pramesti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan selama penulisan skripsi.
3. Bapak Ir. Sulastoro R. Ignatius, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan akademik selama kuliah.
4. Keluarga Penulis yang selalu memberikan dukungan dalam penulisan skripsi.
5. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil UNS 2013 yang terus memberikan semangat dan bantuan dalam penulisan skripsi.
6. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa Teknik Sipil.

Surakarta, September 2017

Penulis

ABSTRAK

Sebastianus Kristianto Nugroho, 2017. *Studi Penggunaan Crumb Rubber Sebagai Pengganti Fine Agregat pada Campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) Dengan Bahan Pengikat Aspal Penetrasi 60/70*. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Crumb rubber (serbuk ban) adalah limbah vulkanisir ban dalam bentuk parutan dan serutan yang dibersihkan dan disaring terlebih dahulu. Penggunaan *crumb rubber* sebagai pengganti agregat ini didasari dengan terbatasnya material-material alam yang umumnya digunakan untuk perkerasan jalan. Selain itu dengan pemanfaatan *crumb rubber* maka dapat mengurangi limbah *crumb rubber* tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan penelitian sebelumnya mengenai penggunaan *crumb rubber* dalam campuran beraspal dengan menganalisis hasil perencanaan campuran *Hot Rolled Asphalt* menggunakan *crumb rubber* sebagai pengganti agregat halus, ditinjau dari karakteristik Marshall, Permeabilitas, dan Keausannya.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium dengan benda uji yang terbuat dari campuran *Hot Rolled Asphalt* yang telah dikombinasikan dengan *crumb rubber* untuk menggantikan agregat halus yang tertahan saringan No.#8 hingga tertahan saringan No.#200 dengan gradasi agregat untuk campuran adalah British Standard No.594 (1992 a) tipe C. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70. Kadar aspal yang digunakan adalah 6%; 6,5%; 7%; 7,5%; 8%. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian Marshall, Permeabilitas, dan Keausan. Nilai kadar aspal optimum didapat dari grafik hubungan antara kadar aspal dan stabilitas, yaitu 7,19% untuk *Hot Rolled Asphalt* menggunakan *crumb rubber* dan 7,07% untuk *Hot Rolled Asphalt* tanpa *crumb rubber*.

Penambahan *crumb rubber* sebagai pengganti agregat halus pada campuran *Hot Rolled Asphalt* mengakibatkan penurunan Porositas sebesar 60,7%, Densitas sebesar 37,2%, Stabilitas sebesar 84,1%, Marshall Quotient sebesar 93,1% Permeabilitas sebesar 48,0%, Keausan sebesar 87,8%, akan tetapi juga mengakibatkan kenaikan Flow sebesar 56,1%

Kata Kunci: *Hot Rolled Asphalt*, Marshall, Permeabilitas, Keausan, *Crumb rubber*

ABSTRACT

Sebastianus Kristianto Nugroho, 2017. *Study of the Use of Crumb Rubber as a Fine Aggregate Substitute in 60/70 Hot Rolled Asphalt (HRA) Asphalt mixture*. Undergraduate Thesis, Civil Engineering Study Program Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Crumb rubber is a shredded waste tire, which is commonly used as an aggregate substitute for asphalt mixture. The purpose of the utilization of crumb rubber is to reduce waste tires and make it beneficial for road pavement. The objective of this study is to identify the characteristics of Hot Rolled Asphalt mix design using crumb rubber as a substitute of its fine aggregates, in terms of Marshall, permeability, and abrasion loss.

This research was performed on Hot Rolled Asphalt mixture specimens which have been modified with crumb rubber as the substitute of its fine aggregate. The fine aggregate retained filter No. # 8 to No. # 200 based on British Standard aggregate gradation No .594 (1992 a) type C. The 60/70 asphalt contents were 6%; 6.5%; 7%; 7.5%; 8%. Marshall Tests were conducted upon these specimens to determine the optimum bitumen content. The results show the optimum bitumen content of 7.19% for Hot Rolled Asphalt using crumb rubber and 7.07% for Hot Rolled Asphalt without crumb rubber. Furthermore, permeability tests and Cantabro loss tests were carried out on the specimens which made with these optimum bitumen contents.

The addition of crumb rubber as a substitute of fine aggregate in Hot Rolled Asphalt mixture resulted in decreasing of porosity, density, stability, Marshall quotient, permeability and abrasion loss of 60,7%, 37,2%, 84,1%, 93,1% 48,0%, and 87.8% respectively. The result also shows the increasing of flow of 56.1% which is predictable as it has been declared by previous researcher.

Keywords: Hot Rolled Asphalt, Marshall, Permeability, Abrasion Loss, Crumb Rubber.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.5.1. Manfaat Teoritis.....	4
1.5.2. Manfaat Praktis	5

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Dasar Teori.....	12
2.2.1. <i>Hot Rolled Asphalt</i>	12
2.2.2. Spesifikasi Campuran.....	13
2.2.3. Kadar Aspal Rencana (Pb)	15

2.2.4. Material Penyusun HRA.....	16
2.2.4.1 Agregat	16
2.2.4.2 Aspal.....	18
2.2.4.3 <i>Filler</i>	20
2.2.5. <i>Crumb Rubber</i>	21
2.2.6. Karakteristik Campuran	23
2.2.7. Pengujian Volumetrik	25
2.2.8. Pengujian Marshall.....	26
2.2.9. Pengujian Permeabilitas	28
2.2.10. Pengujian Keausan	31

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum.....	35
3.2. Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.3.1. Data Primer	36
3.3.2. Data Sekunder.....	36
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	37
3.4. Refrensi Terkait	38
3.5. Alat dan Bahan.....	38
3.5.1. Alat	38
3.5.2. Bahan	38
3.6. Pemeriksaan Bahan.....	39
3.6.1. Pemeriksaan Aspal	39
3.6.2. Pemeriksaan Agregat	43
3.6.3. Pemeriksaan <i>Filler</i>	44
3.7. Pembuatan Benda Uji	44
3.7.1. Perencanaan Rancang Campur (<i>Job Mix Design</i>).....	44
3.7.2. Pembuatan Benda Uji.....	44
3.8. Pengujian Benda Uji.....	46
3.8.1. Pengujian <i>Volumetric</i>	46
3.8.2. Pengujian <i>Marshall</i>	47
3.8.3. Pengujian Permeabilitas	48
3.8.4. Pengujian Keausan.....	51

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Pemeriksaan Bahan Penelitian.....	52
4.1.1. Data Pemeriksaan Aspal.....	52
4.1.2. Data Pemeriksaan Agregat.....	53
4.1.3. Data Pemeriksaan <i>Crumb Rubber</i>	55
4.2. Pembuatan Benda Uji	56
4.2.1. Gradasi Benda Uji.....	56
4.2.2. Kadar Aspal Rencana (Pb).....	56
4.2.3. Hasil Perencanaan Benda Uji Crumb Rubber.....	57
4.2.4. Hasil Perencanaan Benda Uji Tanpa Crumb Rubber	62
4.3. Hasil Pengujian Marshall	66
4.3.1. Hasil Pengujian Benda Uji Crumb Rubber.....	66
4.3.2. Hasil Pengujian Benda Uji Tanpa Crumb Rubber	71
4.4. Perhitungan Nilai Kadar Aspal Optimum.....	78
4.5. Karakteristik Campuran saat Kadar Aspal Optimum	79
4.6. Hasil Pengujian Permeabilitas.....	80
4.7. Hasil Pengujian Keausan	82
4.8. Pembahasan Hasil Penelitian.....	84
4.8.1 Perbandingan Densitas.....	84
4.8.2 Perbandingan Porositas	86
4.8.3 Perbandingan Nilai <i>Flow</i>	87
4.8.4 Perbandingan Nilai Stabilitas	89
4.8.5 Perbandingan <i>Marshall Quotient</i>	91
4.8.6 Pembahasan Hasil Permeabilitas	92
4.8.7 Pembahasan Hasil Keausan.....	93
4.9. Rekapitulasi Hasil Penelitian.....	95

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	96
5.2. Saran.....	97

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Rangkuman Hasil Penelitian Crumb Rubber Terdahulu.....	10
Tabel 2.2. Komposisi Campuran HRA tipe C.....	14
Tabel 2.3. Batasan Gradasi HRA tipe C.....	14
Tabel 2.4. Ketentuan agregat kasar.....	18
Tabel 2.5. Ketentuan agregat halus.....	18
Tabel 2.6. Persyaratan Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi.....	20
Tabel 2.7. Kriteria Pemeriksaan Filler.....	21
Tabel 2.8. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Permeabilitas.....	29
Tabel 3.1. Jumlah benda uji Pengujian Marshall.....	41
Tabel 4.1. Hasil Pemesriksaan Aspal Penetrasi 60/70.....	52
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan <i>Coarse Aggregate</i> (CA).....	53
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan <i>Fine Aggregate</i> (CA).....	53
Tabel 4.4. Gradasi HRA tipe C.....	54
Tabel 4.5. Perhitungan agregat dengan tebal rerata sampel = 6 cm.....	58
Tabel 4.6. Perhitungan agregat dengan tebal rerata sampel = 6,5 cm.....	59
Tabel 4.7. Perhitungan agregat dengan tebal rerata sampel = 6,1 cm.....	61
Tabel 4.8. Rekapitulasi hasil perhitungan agregat dengan <i>crumb rubber</i> sebagai pengganti <i>fine aggregate</i>	64
Tabel 4.9. Rekapitulasi hasil perhitungan agregat tanpa <i>crumb rubber</i> sebagai pengganti <i>fine aggregate</i>	65
Tabel 4.10. Hasil uji <i>volumteric</i> dan <i>marshall</i> pada HRA dengan <i>crumb rubber</i> sebagai pengganti <i>fine aggregate</i>	67
Tabel 4.11. Rekapitulasi perhitungan Marshall untuk HRA dengan <i>crumb rubber</i> sebagai pengganti <i>fine aggregate</i>	68
Tabel 4.12. Hasil uji <i>volumteric</i> dan <i>marshall</i> pada HRA tanpa <i>crumb rubber</i> sebagai pengganti <i>fine aggregate</i>	73
Tabel 4.13. Rekapitulasi perhitungan Marshall untuk HRA tanpa <i>crumb rubber</i> sebagai pengganti <i>fine aggregate</i>	74

Tabel 4.14.	Rekapitulasi Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> untuk Benda Uji dengan Kadar Aspal Optimum.....	79
Tabel 4.15.	Hasil pengujian permeabilitas campuran HRA dengan substitusi crumb rubber pada fine aggregate.....	81
Tabel 4.16.	Hasil pengujian permeabilitas campuran HRA tanpa substitusi crumb rubber pada fine aggregate.....	82
Tabel 4.17.	Hasil pengujian keausan campuran HRA dengan substitusi crumb rubber pada fine aggregate.....	83
Tabel 4.18.	Hasil pengujian keausan campuran HRA tanpa substitusi crumb rubber pada fine aggregate.....	84
Tabel 4.19.	Rekapitulasi Hasil Penelitian.....	95

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Batas Gradasi Campuran HRA tipe C	15
Gambar 2.2. Alat Uji Permeabilitas Tipe AF-16.....	30
Gambar 2.3. Mesin Los Angeles	31
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2. Crumb Rubber	39
Gambar 4.1. PT. Pancadarma Puspawira	54
Gambar 4.2. Agregat Kasar	54
Gambar 4.3. Gradasi HRA tipe C dan HRA RSNI.....	54
Gambar 4.4. Crumb Rubber	55
Gambar 4.5. Benda Uji dengan Crumb Rubber.....	61
Gambar 4.6. Benda Uji tanpa Crumb Rubber	63
Gambar 4.7. Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas Benda Uji menggunakan <i>Crumb Rubber</i> sebagai Pengganti Agregat Halus	69
Gambar 4.8. Hubungan Kadar Aspal dengan Porositas Benda Uji menggunakan <i>Crumb Rubber</i> sebagai Pengganti Agregat Halus.....	69
Gambar 4.9. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow Benda Uji menggunakan <i>Crumb Rubber</i> sebagai Pengganti Agregat Halus	70
Gambar 4.10. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas Benda Uji menggunakan <i>Crumb Rubber</i> sebagai Pengganti Agregat Halus	70
Gambar 4.11. Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i> Benda Uji menggunakan <i>Crumb Rubber</i> sebagai Pengganti Agregat Halus.....	71
Gambar 4.12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas HRA tanpa Crumb Rubber.....	75
Gambar 4.13. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Porositas HRA tanpa Crumb Rubber	75
Gambar 4.14. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow HRA tanpa Crumb Rubber.....	76
Gambar 4.15. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas HRA tanpa Crumb Rubber	76

Gambar 4.16.	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i> HRA tanpa Crumb Rubber.....	77
Gambar 4.17	Grafik Perbandingan Nilai Densitas	85
Gambar 4.18.	Grafik Perbandingan Nilai Porositas	86
Gambar 4.19.	Grafik Perbandingan Nilai <i>Flow</i>	88
Gambar 4.20.	Benda Uji HRA <i>Crumb Rubber</i> Sebelum dan Sesudah Uji Marshal.....	88
Gambar 4.21.	Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas	90
Gambar 4.22.	Grafik Perbandingan Nilai <i>Marshall Quotient</i>	91
Gambar 4.23.	Grafik Perbandingan Nilai Permeabilitas.....	93
Gambar 4.24.	Grafik Perbandingan Nilai Keausan	94

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

HRA	= <i>Hot Rolled Asphalt</i>
CR	= <i>Crumb Rubber</i>
W_w	= Berat di dalam air
W_{dry}	= Berat di udara
W_s	= Berat SSD
cm	= centimeter
D	= Densitas
°C	= Derajat <i>Celcius</i>
d	= Diameter sampel
k	= Faktor kalibrasi alat
f	= <i>Flow</i>
gr	= gram
AC	= <i>Asphalt Concrete</i>
JMF	= <i>job mix formula</i>
kg	= kilogram
r	= Koefisien korelasi
H	= Koreksi tebal benda uji
ITS	= Kuat tarik tidak langsung
A	= Luas permukaan benda uji
MQ	= <i>Marshall Quotient</i>
mm	= Milimeter
q	= Pembacaan stabilitas alat
Wah	= Persen berat agregat halus
Wak	= Persen berat agregat kasar
Wb	= Persen berat aspal
Wf	= Persen berat <i>filler</i>
%	= Persentase
P	= Porositas
π	= phi (3,14)
SG_{mix}	= <i>Spesific Grafity</i> campuran

SG = *Spesific Grafity* tiap komponen campuran
S = Stabilitas
BS = British Standard
SNI = Standart Nasional Indonesia
h = Tebal rata-rata benda uji
L = Tebal sampel
VIM = *Void In Mix*

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Data Sekunder Penelitian
- Lampiran B Data Primer Penelitian
- Lampiran C Dokumentasi Penelitian
- Lampiran D Kelengkapan Administrasi