

**ANALISIS PEMANFAATAN *RECLAIMED ASPHALT
PAVEMENT (RAP)* SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL
DINGIN MENGGUNAKAN ASPAL EMULSI
(Studi Kasus Material RAP dari Ruas Jalan Gempol–Bangil–Pasuruan)**

T E S I S

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik Sipil



diajukan oleh :

MOHAMMAD ZAINUL IKHWAN
NIM : 1471600111

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2019

TESIS

**ANALIS PEMANFAATAN *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT* (RAP) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL DINGIN MENGGUNAKAN ASPAL EMULSI
(Studi Kasus Material RAP dari Ruas Jalan Gempol–Bangil–Pasuruan)**

diajukan oleh :

**MOHAMMAD ZAINUL IKHWAN
NIM : 1471600111**

Disetujui untuk diuji :

Surabaya, 12 Januari 2019

Pembimbing I : Fredy Kurniawan, ST. MT. M.Sc. Ph.D

Pembimbing II : Hanie Teki Tjendani, ST. MT.

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2019**

TESIS

ANALIS PEMANFAATAN *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT* (RAP) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL DINGIN MENGGUNAKAN ASPAL EMULSI (Studi Kasus Material RAP dari Ruas Jalan Gempol–Bangil–Pasuruan)

Diajukan Oleh :

MOHAMMAD ZAINUL IKHWAN
NIM : 1471600111

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji dan dinyatakan lulus
pada Ujian Tesis Program Studi Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : Surabaya 25 Januari 2019

Tim Penguji

Ketua : Fredy Kurniawan, ST. MT. M.Sc. Ph.D

Anggota : Hanie Teki Tjendani, ST. MT.

Anggota : Ir. Gede Sarya, MT.

Mengetahui
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

**Dekan
Fakultas Teknik**

**Kaprodi
Magister Teknik Sipil**

Dr. Ir. Muaffaq Achmad Jani, M. Eng.

Prof. Dr. Dr(TS). Ir. Wateno Oetomo, MM. MT.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul :”**ANALISIS PEMANFAATAN RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL DINGIN MENGGUNAKAN ASPAL EMULSI**” (Studi Kasus Material RAP dari Ruas Jalan Gempol – Bangil – Pasuruan), sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat magister (S2) pada Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam menyusun tesis ini penulis merasakan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak berupa pengarahan, perhatian dan bimbingan. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. FredyKurniawan, ST., MT., M.Sc., Ph.D., selaku Pembimbing I atas kesabaran dan bantuannya dalam membimbing saya selama ini sampai terselesaikan tesis ini
2. Dr. MulyantoNugroho, MM., CMA., CPAI., selakuRektorUniversitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Ucapan terima kasih saya sampaikan juga kepada :

3. Hanie Teki Tjendani, ST. MT.,selaku Pembimbing II atas bimbingan dan tuntunannya serta ilmu – ilmu yang diberikan kepada saya dalam menyusun tesis sampai selesai.
4. Prof. Dr.Dr(TS). Ir. Wateno Oetomo, MM., MT., selakuKaprodi Magister TeknikSipilFakultasTeknikUniversitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak dan ibudosen yang tidakdapat saya sebutkansatupersatu atas bimbingannyaselamapenulismengikutiperkuliahan.

6. Para staf tata usaha baik umum dan akademik atas bantuannya yang telah memberikan informasi kepada penulis selama ini.
7. Sahabat-sahabat mahasiswa Magister Teknik Sipil pada umumnya khususnya angkatan 28 (MT-28) yang berslogan "*masuk kuliah secara bersama lulus pun wajib hukumnya bersama*" sehingga bisa mendorong untuk menyelesaikan kuliah dan tesis ini.
8. Sahabat-sahabat semua yang telah banyak memberikan bantuan, dukungan, saran dan mencari data yang diperlukan dalam penyelesaian tesis ini.
9. Lebih khusus saya sangat berterima kasih tertuju kepada bapak dan ibu saya yang senantiasa memberikan semangat, dorongan dan doa yang selalu mengiringi perjalanan hidup saya.

Akhirnya semoga tesis ini ada manfaatnya terutama bagi mahasiswa dan instansi (pemerintah) serta pembaca pada umumnya

Surabaya, Januari 2019

Penulis

**ANALISIS PEMANFAATAN *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP)* SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL DINGIN
MENGUNAKAN ASPAL EMULSI**

(Studi Kasus Material RAP dari Ruas Jl. Gempol – Bangil – Pasuruan)

Nama Mahasiswa : Mohammad Zainul Ikhwan
NIM : 1471600111
Dosen Pembimbing : Fredy Kurniawan, ST, MT, M.Sc, Ph.D
Hanie Teki Tjendani, ST, MT

ABSTRAK

Kerusakan perkerasan jalan di Indonesia berupa retak-retak yang dapat dicegah dengan penanganan tambal sulam (*patching*) menggunakan campuran aspal dingin *Cold Mix Asphalt* (CMA). Salah satu solusi pemeliharaan pelayanan jalan terjaga dengan pengupasan/pengerukan. Hasil kerukan perkerasan lama disebut *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP). Dalam perkerasan bahu jalan bisa menggunakan campuran aspal panas (*Hotmix*), tetapi kurang ekonomis dari segi biaya pelaksanaan. Sehingga dapat digunakan alternatif perkerasan menggunakan CMA. Jika penggunaan CMA tersebut dikombinasikan dengan RAP, maka diharapkan dapat menekan biaya pelaksanaan sekaligus memberikan daya dukung yang cukup layaknya campuran aspal panas (*Hotmix*). Penelitian ini dimulai meneliti karakteristik RAP dan material baru, kemudian membuat campuran aspal dingin menggunakan aspal emulsi jenis kationik tipe CMS-2, agregat baru, dan RAP. Jumlah agregat baru dalam campuran ditentukan oleh gradasi RAP dalam komposisi tertentu. kemudian diuji dengan pengujian Marshall untuk menentukan komposisi Spesifikasi Bina Marga 2018. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan di lapangan berupa tambal sulam (*patching*) dan perkerasan pada bahu jalan. Hasil penelitian menunjukkan komposisi 25% RAP dan 75% material baru memenuhi persyaratan Spesifikasi dengan Kadar Optimum sebesar 6,7% yang terdiri dari 1,5% aspal RAP dan 5,2% aspal emulsi. komposisi tersebut mengakibatkan pengurangan biaya sebesar 21,25% dibandingkan campuran aspal dingin tanpa menggunakan RAP.

Kata kunci : *Cold Mix Asphalt* (CMA), Analisa biaya, *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP), Aspal Emulsi tipe CMS-2,

**ANALYSIS OF UTILIZATION OF RECLAIMED ASPHALT
PAVEMENT (RAP) AS A COLD ASPHALT MIXED MATERIAL
USING ASPHALT EMULSION**

(A Case Study of RAP Material from the Section of Jl. Gempol - Bangil - Pasuruan)

Name : Mohammad Zainul Ikhwan

Student Number : 1471600111

Supervisors : Fredy Kurniawan, ST, MT, M.Sc, Ph.D

Hanie Teki Tjendani, ST, MT

ABSTRACT

Road pavement damage in Indonesia is in the form of cracks that can be prevented by patching using a mixture of Cold Mix Asphalt (CMA) cold asphalt. One of the maintenance solutions for road services is maintained by stripping / dredging. The results of the old pavement dredge are called Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). In pavement the road can use hot asphalt mixture (Hotmix), but it is less economical in terms of implementation costs. So that alternative pavement can be used using CMA. If the use of CMA is combined with RAP, it is expected to reduce implementation costs while providing sufficient carrying capacity like hot asphalt mixes (Hotmix).

This study began to examine the characteristics of RAP and new materials, then make cold asphalt mixtures using cationic type CMS-2 emulsion asphalt, new aggregates, and RAP. The new amount of aggregate in the mixture is determined by the gradation of RAP in certain compositions. then tested by Marshall testing to determine the composition of Bina Marga Specifications 2018. From the results of this study it is expected to be applied in the field in the form of patching and pavement on the shoulder of the road.

The results showed a composition of 25% RAP and 75% of new materials fulfilling the requirements of the Optimum Content of 6.7% consisting of 1.5% RAP asphalt and 5.2% emulsion asphalt. the composition resulted in a reduction in costs of 21.25% compared to cold asphalt mixture without using RAP.

Keywords : Cold Mix Asphalt (CMA), Cost Analysis, Reclaimed Asphalt

Pavement (RAP), Asphalt Emulsion type CMS-2

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	i
Lembar Tim Penguji.....	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	iv
Abstract	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Istilah.....	ix
Daftar Rumus	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian.....	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Pengertian Jalan Konstruksi.....	8
2.2 Material Perkerasan Jalan.....	11
2.2.1 Agregat.....	11
2.2.2 Aspal Emulsi.....	20
2.3 <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> (RAP)	32
2.4 Penyiapan Agregat	33
2.4.1 Pengambilan Contoh Agregat	33
2.4.2 Tata Cara Pengambilan Sampel Agregat.....	35
2.5 Perencanaan Campuran Aspal Dingin....	36
2.5.1 Komposisi Campuran..	36

2.5.2 Sifat Campuran.....	38
2.6 Pelaksanaan Pengujian.....	38
2.6.1 Pemeriksaan Agregat.....	39
2.6.2 Pemeriksaan Aspal emulsi.....	42
2.6.3 Pemeriksaan Campuran Aspal dan Agregat.....	49
2.7 Analisa Biaya.....	55
2.8 Penelitian Terdahulu.....	57
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	72
3.1 Identifikasi Masalah.....	72
3.2 Bahan Penelitian.....	72
3.3 Tahapan dan Metode Penelitian.....	72
3.4 Perancangan Benda Uji.....	76
3.5 Pengujian bahan.....	77
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	80
4.1 Karakteristik Material RAP untuk Campuran Aspal Dingin.....	80
4.1.1 Agregat RAP.....	80
4.1.2 Aspal RAP.....	81
4.2 Karakteristik Marterial Baru untuk Campuran Aspal Dingin.....	82
4.2.1 Agregat Baru.....	82
4.2.2 Aspal Baru.....	84
4.3 Analisis Karakteristik Material Campuran Aspal Dingin.....	85
4.3.1 Karakteristik Agregat RAP dan Agregat Baru.....	85
4.3.2 Analisis Karakteristik Aspal RAP dan Aspal Baru.....	87
4.4 Analisis gradasi Campuran Aspal Dingin.....	88
4.5 Analisis Karakteristik Campuran Aspal Dingin.....	91
4.5.1 Kadar aspal Emulsi awal.....	91
4.5.2 Perencanaan Komposisi Benda Uji.....	93
4.5.3 Hasil Pengujian Marshall.....	96
4.5.4Rangkuman Hasil Pengujian Marshall.....	102

4.6 Analisis Biaya Penggunaan RAP Jl. Gempol-Bangil;-Pasuruan..	105
4.6.1 Perhitungan Biaya Pengujian Laboratorium.....	106
4.6.2 Perhitungan Biaya Produksi Campuran Aspal Dingin.....	108
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	111
5.1 Kesimpulan.....	111
5.2 Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA	114

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar untuk Campuran Aspal Dingin	19
Tabel 2.2 Bahan Aspal Untuk Campuran Aspal Dingin.....	22
Tabel 2.3 Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik Mantap Sedang	23
Tabel 2.4 Minimum Contoh Dari Lapangan Berdasarkan Ukuran Agregat.....	34
Tabel 2.5 Ketentuan Campuran Dingin, Komposisi, dan Sifat Campuran.....	37
Tabel 2.6 Persyaratan Campuran Beraspal Dingin	38
Tabel 2.7 Temperatur Pengujian pada jenis aspal emulsi.....	42
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu.....	60
Tabel 3.1 Rincian Jumlah Benda Uji.....	78
Tabel 4.1 Karakteristik Agregat RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan	81
Tabel 4.2 Karakteristik Aspal RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	82
Tabel 4.3 Karakteristik Agregat Baru.....	83
Tabel 4.4 Perhitungan Gradasi Agregat Baru	83
Tabel 4.5 Karakteristik Aspal Emulsi CMS-2	84
Tabel 4.6 Perhitungan Komposisi Agregat RAP dan Agregat Baru	89
Tabel 4.7 Komposisi Benda Uji Tes Penyelimutan Agregat	94
Tabel 4.8 Komposisi Benda Uji Marshall dengan RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan 20% dan Material Baru 80%.....	95
Tabel 4.9 Detail Komposisi Benda Uji Marshall dengan RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan 20% dan Material Baru 80%	95
Tabel 4.10 Stabilitas Sisa terhadap Kadar Aspal Campuran dengan 20% RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	98
Tabel 4.11 Stabilitas Sisa terhadap Kadar Aspal Campuran dengan 25% RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	100
Tabel 4.12 Perhitungan Gradasi Agregat RAP 30% dan Agregat Baru 70% ...	102
Tabel 4.13 Pengendalian Mutu	107
Tabel 4.14 Perbandingan Harga Campuran Beraspal Dingin.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh tipikal jenis-jenis gradasi agregat.....	14
Gambar 2.2 Pengujian kekentalan.....	43
Gambar 2.3 Pengujian muatan listrik.....	48
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	79
Gambar 4.1 Gradasi Agregat RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	81
Gambar 4.2 Gradasi Agregat Baru.....	84
Gambar 4.3 Gradasi Campuran Agregat RAP 20% dan 80% Agregat Baru.....	90
Gambar 4.4 Grafik Stabilitas terhadap Kadar Aspal Campuran dengan 20% RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	97
Gambar 4.5 Grafik Tebal Film Aspal terhadap Kadar Aspal Campuran dengan 20% RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	97
Gambar 4.6 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Dingin Bergradasi Terbuka dengan 20% RAP Jl. Gempol-Bangil- Pasuruan.....	98
Gambar 4.7 Grafik Stabilitas terhadap Kadar Aspal Campuran dengan 25% RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	99
Gambar 4.8 Grafik Tebal Film Aspal terhadap Kadar Aspal Campuran dengan 25% RAP Jl. Gempol-Bangil-Pasuruan.....	100
Gambar 4.9 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Dingin Bergradasi Terbuka dengan 25% RAP Jl. Gempol-Bangil- Pasuruan.....	101
Gambar 4.10 Stabilitas Marshall Campuran Aspal Dingin Sampel 1 dan 2.....	103
Gambar 4.11 Tebal Film Aspal Campuran Aspal Dingin Sampel 1 dan 2.....	103
Gambar 4.12 Stabilitas Sisa Campuran Aspal Dingin Sampel.....	104

DAFTAR ISTILAH

AASHTO

American Association of State Highway and Transportation Officials.

Agregat

Sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan.

Aspal

Material perekat dengan unsur utama bitumen.

Aspal Emulsi

Adalah aspal yang terdispersi dalam air dengan adanya Bahan Pengemulsi.

ASTM

American Society for Testing and Material.

Bahan Pengemulsi/Pendispersi

Adalah suatu zat yang molekulnya memiliki bagian polar dan nonpolar sehingga dapat larut dalam zat yang polar maupun nonpolar. Dengan adanya Bahan Pengemulsi, suatu zat dapat teremulsi lebih stabil dalam zat lain yang berbeda sifat kepolarannya.

Breaking (Pecahnya Aspal Emulsi)

Adalah memecahnya Aspal Emulsi setelah tercampur dengan agregat. Pada saat memecah, partikel-partikel aspal memisahkan diri dari air dan menyelimuti agregat.

Cold Milling Machine

Mesin penghancur perkerasan yang digunakan untuk mengelupas sebagian atau seluruh lapisan perkerasan jalan beraspal.

CMA (*Cold Mix Asphalt*)

Adalah campuran bahan perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan tertentu dan dicampur dalam keadaan dingin.

Colloid Mill

Adalah alat untuk mengemulsikan fasa padat di dalam fasa cair sehingga diperoleh Aspal Emulsi.

CMS (*Cationic Medium Setting*)

Aspal emulsi jenis kationik yang partikel aspalnya memisah dengan sedang dari air setelah kontak dengan udara.

Emulsi Kationik

Merupakan aspal emulsi yang partikel-partikel aspalnya bermuatan listrik positif, cara penguraian air dan aspal dengan proses reaksi, mempunyai variabilitas yang luas, baik untuk kelekatan terhadap batuan asam dan dapat disimpan.

Gradasi Terbuka

Campuran agregat dengan distribusi ukuran butiran sedemikian rupa sehingga pori-pori antar agregat tidak terisi dengan baik.

KAO (*Kadar Aspal Optimum*)

Kadar aspal terhadap berat campuran beraspal yang memenuhi seluruh persyaratan dan menunjukkan kinerja yang paling baik.

Kationik

Adalah elektro positif.

Larutan Pengemulsi

Adalah Bahan Pengemulsi dan Bahan Tambah Lain, seperti Asam Klorida dan Kalsium Klorida, yang dilarutkan dalam air.

Mantap

Adalah cukup stabilnya perkerasan campuran Aspal Emulsi untuk dilalui lalu lintas.

NAPA

National Asphalt Pavement Association.

RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*)

Material hasil pengupasan dan atau pemrosesan ulang perkerasan jalan beraspal yang di dalamnya terdapat agregat dan aspal.

Setting

Yaitu pemisahan aspal dari air dan melekatnya pada permukaan agregat telah sempurna.

SNI

Standar Nasional Indonesia.

Teremulsi (Terdispersi)

Adalah tercampurnya suatu zat dalam bentuk partikel-partikel kecil dengan zat lain yang berbeda sifat kepolarannya. Kedua zat ini tidak dapat saling melarutkan sehingga campurannya bersifat heterogen.

DAFTAR RUMUS

2.1	$R - NH_2 + HCl \rightarrow R - NH_3^+ + Cl^-$ 27 <i>Amine Acid Amonium Ion Chloride Ion</i>	27
2.2	$\frac{100}{100 - \% \text{ minyak tanah dalam aspal cair}}$	37
2.3	$\frac{100}{100 - \%}$	37
2.4	$PA = (0,05 AK + 0,1 AH + 0,5 F) \times 0,7$ 50	50
2.5	$AE = (PA \times R) \times 100$ 51	51

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MOHAMMAD ZAINUL IKHWAN
NIM : 1471600111
Alamat : DESA JUMPUT RT.04 RW.01 SUKOSEWU-BOJONEGORO
Telpon / HP : 082234546522

Menyatakan bahwa TESIS yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan magister teknik sipil – program pascasarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul :

ANALIS PEMANFAATAN *RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT* (RAP) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPAL DINGIN MENGGUNAKAN ASPAL EMULSI

(Studi Kasus Material RAP dari Ruas Jalan Gempol – Bangil – Pasuruan)

Adalah hasil karya saya sendiri, dan bukan duplikasi dari karya orang lain.

Selanjutnya apabila dikemudian hari ada klaim dari pihak lain bukan tanggungjawab pembimbing dan atau Pengelola Program tetapi menjadi tanggungjawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa paksaan dari siapapun.

Surabaya, 09 Februari 2019

Hormat saya,

MOHAMMAD ZAINUL IKHWAN