

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS STABILITAS DINAMIS PADA CAMPURAN BERASPAL AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN METODE WARM MIX**

**Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana Teknik**

**strata 1 (S-1)**



Oleh :

Iman Ramdani

NIM. 41119110087

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

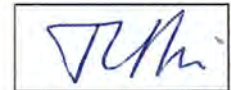
Nama : IMAN RAMDANI  
NIM : 41119110087  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Judul Tugas Akhir : ANALISIS STABILITAS DINAMIS PADA  
CAMPURAN BERASPAL AC-WC DENGAN  
MENGUNAKAN METODE WARM MIX

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

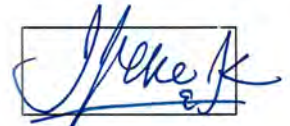
Pembimbing : Sylvia Indriany, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0302087103



Ketua Penguji : Muhammad Isradi, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0318087206



Anggota Penguji : Reni Karno Kinasih, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0317088407



MERCU BUANA

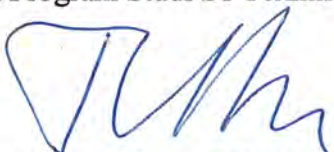
Jakarta, 12 September 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

  
**Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.**  
NIDN: 0307037202

  
**Sylvia Indriany, S.T., M.T.**  
NIDN: 030208710

**LEMBAR PERNYATAAN  
SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iman Ramdani  
NIM : 41119110087  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaannya saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 12 September 2023

Yang memberikan pernyataan



Iman Ramdani

## ABSTRAK

Terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan tentu tidak dapat dihindari. Dan yang paling dominan adalah kerusakan akibat deformasi permanen akibat jejak alur (*rutting*). *Rutting* / Jejak Alur) berasal dari deformasi permanen pada lapis perkerasan atau tanah dasar, yang biasanya disebabkan konsolidasi atau pergerakan lateral bahan perkerasan akibat beban kendaraan. (Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP), 2016). Pada umumnya, campuran beraspal yang sering dijumpai adalah campuran aspal panas (*Hotmix*). Namun *Hotmix* dianggap kurang baik terhadap lingkungan.

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan analisis stabilitas dinamis pada campuran beraspal AC-WC dengan metode *warm mix* sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah : Menentukan karakteristik campuran beraspal ACWC berdasarkan hasil *Marshall Test* standar, menentukan nilai IKS pada nilai KAO dan menentukan nilai stabilitas dinamis dari hasil pengujian *Wheel Tracking* untuk campuran ACWC pada nilai KAO dengan penambahan kadar zeolite 0,5%; 1%; dan 1,5%.

Berdasarkan hasil pengujian *marshal test* pada benda uji campuran beraspal ACWC dengan metode *hotmix* tanpa penambahan zeolite (Kadar Zeolite 0%) diperoleh nilai Stabilitas sebesar 1029,77 Kg, nilai flow sebesar 3,57 mm, nilai VIM sebesar 3,53%, nilai VFA sebesar 77,36% dan nilai VMA sebesar 15,57%. Dan berdasarkan hasil penelitian pengujian *marshal test* pada benda uji campuran beraspal ACWC dengan metode *warm mix*, diperoleh nilai: Kadar Zeolite 0%, diperoleh nilai Stabilitas sebesar 1029,77 Kg, nilai flow sebesar 3,57 mm, nilai VIM sebesar 3,53%, nilai VFA sebesar 77,36% dan nilai VMA sebesar 15,57%. Kadar Zeolite 0,5%, nilai Stabilitas sebesar 1337,88 Kg, nilai flow sebesar 3,22 mm, nilai VIM sebesar 3,03%, nilai VFA sebesar 80,01% dan nilai VMA sebesar 15,13%. Kadar Zeolite 1%, nilai Stabilitas sebesar 1393,86 Kg, nilai flow sebesar 3,13 mm, nilai VIM sebesar 3,01%, nilai VFA sebesar 80,13% dan nilai VMA sebesar 15,12%. Kadar Zeolite 1,5%, nilai Stabilitas sebesar 1444,24 Kg, nilai flow sebesar 3,02 mm, nilai VIM sebesar 3,11%, nilai VFA sebesar 79,54% dan nilai VMA sebesar 15,21%. Semua variasi kadar zeolite mendapatkan nilai yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Nilai IKS berdasarkan hasil pengujian *marshal test* pada benda uji campuran beraspal ACWC dengan metode *warm mix*, diperoleh nilai: Kadar Zeolite 0,5%, nilai IKS sebesar 92,05%. Kadar Zeolite 1%, nilai IKS sebesar 91,16%. Kadar Zeolite 1,5%, nilai IKS sebesar 90,31%. Semua variasi kadar zeolite mendapatkan nilai yang memenuhi persyaratan (minimal 90). Nilai Stabilitas Dinamis berdasarkan hasil pengujian *Wheel Tracking Machine* pada benda uji campuran beraspal ACWC dengan metode *warm mix*, diperoleh nilai: Kadar Zeolite 0,5%, nilai Stabilitas Dinamis sebesar 2172,4 lintasan/menit. Kadar Zeolite 1%, nilai Stabilitas Dinamis sebesar 2426,65 lintasan/menit. Kadar Zeolite 1,5%, nilai Stabilitas Dinamis sebesar 2744,3 lintasan/menit. Nilai minimal yang dipersyaratkan minimal 2500 lintasan/menit, maka nilai yang memenuhi persyaratan didapat pada kadar zeolite 1,5%.

Kata Kunci: jejak alur (*rutting*), *warm mix*, zeolite, stabilitas dinamis

## ABSTRACT

*The occurrence of damage to road pavement is certainly unavoidable. The most dominant is damage due to permanent deformation due to rutting/Rutting originates from permanent deformation in the pavement layer or subgrade, which is usually caused by consolidation or lateral movement of the pavement material due to vehicle loads. (Determination of the Pavement Condition Index (IKP), 2016). In general, the asphalt mixture that is often found is hotmix. However, Hotmix is considered not good for the environment.*

*The meaning of this research is to carry out a dynamic stability analysis of the AC-WC asphalt mixture using the warm mix method while the objectives of this research are to determine the characteristics of the ACWC asphalt mixture based on the results of the standard Marshall Test, determine the IKS value on the KAO value and determine the dynamic stability value from the results Wheel Tracking test for ACWC mixture at KAO value with the addition of 0.5% zeolite content; 1%; and 1.5%.*

*Based on the results of the marshal test on ACWC asphalt mixture test objects using the hot mix method without the addition of zeolite (0% Zeolite content), the Stability value was 1029.77 Kg, the flow value was*

*3.57 mm, the VIM value was 3.53%, the VFA value amounted to 77.36% and the VMA value was 15.57%. Zeolite content is 0.5%, Stability value is 1337.88 Kg, flow value is 3.22 mm, VIM value is 3.03%, VFA value is 80.01% and VMA value is 15.13%. Zeolite content is 1%, Stability value is 1393.86 Kg, flow value is 3.13 mm, VIM value is 3.01%, VFA value is 80.13% and VMA value is 15.12%. Zeolite content is 1.5%, Stability value is*

*1444.24 Kg, flow value is 3.02 mm, VIM value is 3.11%, VFA value is 79.54% and VMA value is 15.21%. All variations in zeolite content received a value that meets the requirements of the 2018 General Specifications for Highways. The IKS value is based on the results of the marshal test on ACWC asphalt mixture test objects using the warm mix method, the values obtained: Zeolite content 0.5%, IKS value 92.05 %. Zeolite content is 1%, IKS value is 91.16%. Zeolite content is 1.5%, IKS value is 90.31%. All variations in zeolite levels get a value that meets the requirements (minimum 90). Dynamic Stability Value Based on the results of Wheel Tracking Machine testing on ACWC asphalt mixture test objects using the warm mix method, the values obtained were: Zeolite content 0.5%, Dynamic Stability value of 2172.4 passes/minute. Zeolite content 1%, Dynamic Stability value of 2426.65 passes/minute. Zeolite content 1.5%, Dynamic Stability value of 2744.3 passes/minute. The minimum value required is at least 2500 passes/minute, so a value that meets the requirements is obtained at a zeolite content of 1.5%.*

*Keywords: rutting, warm mix, zeolite, dynamic stability*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, saya panjatkan dan terima kasih yang sebesar besarnya untuk semua pihak yang telah membantu proses penelitian “Analisis Stabilitas Dinamis Pada Campuran Beraspal AC-WC dengan Menggunakan Metode Warm Mix”

Penulis sadar bahwa keberhasilan dalam penyusunan proposal Tugas Akhir; ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan ucapan syukur dan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas berkat Rahmat dan KaruniaNya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terlaksana.
2. Kedua orangtua, istri, kedua anak anak yang hebat dan keluarga yang selalu mendukung dengan doanya, memberikan semangat serta kekuatan moril dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Sylvia Indriany, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta Kampus Meruya dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Para Pengampu pada Universitas Mercu Buana Meruya Jakarta Barat
5. Pimpinan dan teman teman teknisi Unit Penyelidikan, Pengujian dan Pengukuran Bina Marga Dinas Bina Marga Prov. DKI Jakarta
6. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan proposal Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung

Dalam pembuatan proposal Tugas Akhir ini, tentunya masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik maupun saran yang membangun agar proposal Tugas Akhir ini menjadi lebih baik lagi sangat diperlukan. Semoga proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat sekaligus menambah pengetahuan bagi berbagai pihak.

Jakarta, 12 September 2023

Iman Ramdani

41119110087



---



---

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah .....	I-4
1.3 Rumusan Masalah .....	I-4
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-5
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah .....	I-6
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Perkerasan Lentur.....	II-1
2.2 Kerusakan Jalan pada Perkerasan Lentur.....	II-5
2.3 Aspal .....	II-14
2.4 Agregat.....	II-23
2.4.1 Agregat Kasar .....	II-24
2.4.2 Agregat Halus .....	II-25
2.5 Syarat Agregat Sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.....	II-26



---

2.6	Bahan Pengisi (Filler) .....	II-28
2.7	Zeolite .....	II-29
2.8	Campuran Beraspal .....	II-30
2.8.1	Gradasi .....	II-32
2.8.2	Karakteristik Campuran Beraspal .....	II-35
2.9	Lapis Aspal Beton (LASTON).....	II-37
2.10	Metode <i>Warm Mix</i> .....	II-39
2.11	Parameter Pengujian Marshall .....	II-41
2.12	<i>Marshall Test</i> .....	II-43
2.13	<i>Wheel Tracking</i> .....	II-46
2.14	Kerangka Berfikir.....	II-49
2.15	Penelitian Terdahulu .....	II-50
2.16	Research GAP .....	II-60
BAB III METODE PENELITIAN .....		III-1
3.1	Tahapan penelitian .....	III-1
3.2	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-2
3.3	Lokasi Penelitian.....	III-5
3.4	Tahap Pendahuluan .....	III-5
3.4.1	Study Literatur .....	III-5
3.4.2	Penentuan Jumlah Sampel .....	III-6
3.4.3	Penyiapan Bahan dan Alat .....	III-7
3.4.4	Pengujian Sifat Bahan.....	III-8
3.4.5	Pengujian <i>Marshall</i> .....	III-9

---

3.4.6	Pengujian <i>Wheel Tracking</i> .....	III-10
3.5	Pengolahan Data.....	III-11
3.6	Analisis Data .....	III-12
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1	Pengujian Material Campuran Beraspal.....	IV-1
4.2	Hasil dan Analisis Pengujian Agregat Kasar dan Halus .....	IV-1
4.3	Hasil dan Analisis Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar dan Halus.....	IV-3
4.4	Hasil dan Analisis Pengujian Keausan Agregat Dengan Menggunakan Mesin Los Angeles.....	IV-5
4.5	Hasil dan Analisis Pengujian Berat Isi /Bobot Isi Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	IV-6
4.6	Hasil dan Analisis Pengujian Sand Equivalent (SE).....	IV-7
4.7	Hasil dan Analisis Pengujian Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Pada Saringan 75 $\mu$ m (lolos saringan No. 200) .....	IV-8
4.8	Hasil Dan Analisis Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus Yang Tidak Dipadatkan (Angularitas Agregat halus).....	IV-11
4.9	Hasil dan Analisis Gumpalan Lempung dan Butir Butir Mudah Pecah dalam Agregat .....	IV-12
4.10	Hasil dan Analisis Penyelimutan dan Pengelupasan Pada Campuran Agregat-Aspal .....	IV-14
4.11	Hasil dan Analisis Pengujian Kualitas Aspal Keras .....	IV-15
4.12	Pelaksanaan <i>Mix Design Hotmix</i> .....	IV-23

---

a.	Proporsi Berat Agregat Dengan Kadar Aspal.....	IV-29
4.13	Pelaksanaan <i>Job Mix Formula</i> .....	IV-31
4.14	Pengujian <i>MARSHALL TEST</i> .....	IV-32
a.	Perhitungan Marshall Test .....	IV-35
b.	Hasil <i>Marshall</i> .....	IV-36
4.15	Kadar Aspal Optimum (KAO).....	IV-41
4.16	Pengujian Marshall Waktu Perendaman 30 Menit.....	IV-43
4.17	Pengujian Marshall Waktu Perendaman 1 x 24 jam .....	IV-43
4.18	<i>Marshall Quotien (MQ)</i> .....	IV-45
4.19	<i>Indeks Kekuatan Sisa Marshall (IKS)</i> .....	IV-45
4.20	Pelaksanaan <i>Mix Design Warm Mix</i> .....	IV-47
4.21	Pelaksanaan <i>Job Mix Formula (JMF) Untuk Warm Mix</i> .....	IV-48
4.22	Pengujian <i>MARSHALL TEST Dengan KAO Dan Variasi Kadar Zeolite</i> .....	IV-49
4.22.1	Perhitungan Marshall Test 30 Menit dengan Zat Aditif Zeolite	IV-51
4.22.2	Grafik Marshall Test 30 Menit dengan Zat Aditif Zeolite.....	IV-52
4.22.3	Hasil <i>Marshall</i> pada <i>Job Mix Formula (JMF)</i> dengan Metode Warm Mix .....	IV-53
4.23	Penentuan Zeolite Optimum .....	IV-53
4.24	Pengujian Marshall Waktu Perendaman 1 x 24 jam .....	IV-55
4.25	<i>Indeks Kekuatan Sisa Marshall (IKS)</i> Dengan Tambahan Zeolite ...	IV-57
4.26	Pengujian Wheel Tracking Machine .....	IV-58

BAB V PENUTUP .....	V-1
1. Kesimpulan .....	V-1
4. Saran .....	V-3
DAFTAR PUSTAKA .....	Pustaka-1
LAMPIRAN.....	Lampiran-4



---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Distribusi Beban Pada Struktur Jalan. ....	II-2
Gambar 2. 2 Cracking.....	II-6
Gambar 2. 3 <i>Deformasi</i> .....	II-8
Gambar 2. 4 Photoles.....	II-9
Gambar 2. 5 <i>Polished Aggregate</i> .....	II-10
Gambar 2. 6 Pengelupasan Lapisan ( <i>Stripping</i> ) .....	II-10
Gambar 2. 7 Kegemukan ( <i>Bleending/Flushing</i> ).....	II-11
Gambar 2. 8 Alur Keparahan Rendah.....	II-13
Gambar 2. 9 Alur Keparahan Sedang.....	II-13
Gambar 2. 10 Alur Keparahan Tinggi.....	II-14
Gambar 2. 11 Zeolite .....	II-29
Gambar 2. 12 <i>Wheel Tracking Machine</i> .....	II-47
Gambar 2. 13 Kerangka Berfikir. ....	II-49
Gambar 3. 1 Flowchart Pengujian <i>Marshall Test</i> dan <i>Wheel Tracking</i> .....	III-4
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Gradasi Batas Atas dan Bawah Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev. 2 .....	IV-3
Gambar 4. 2 Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal .....	IV-14
Gambar 4. 3 Pengujian Kelarutan Aspal Dalam Trichloroethylene .....	IV-22
Gambar 4. 4 Pengujian Kualitas Aspal Keras.....	IV-23
Gambar 4. 5 Grafik Pembagian Gradasi Agregat Spesifikasi Bina Marga 2018 Rev. 2.....	IV-28
Gambar 4. 6 Pengujian Marshall .....	IV-33

Gambar 4. 7 Grafik Stabilitas .....	IV-36
Gambar 4. 8 Grafik Flow .....	IV-37
Gambar 4. 9 Grafik Void In Mix .....	IV-38
Gambar 4. 10 Grafik VFA .....	IV-39
Gambar 4. 11 Grafik Density.....	IV-40
Gambar 4. 12 Grafik VMA.....	IV-41
Gambar 4. 13 Grafik Penentuan nilai KAO.....	IV-42
Gambar 4. 14 Grafik Penentuan Kadar Zeolite Optimum .....	IV-58
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Pengujian Wheel Tracking Machine.....	IV-67
Gambar 4. 16 Grafik Kecepatan Deformasi Menggunakan WTM.....	IV-67



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70.....	II-18
Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar.....	II-25
Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Halus.....	II-26
Tabel 2. 4 Komposisi Kimia Zeolit .....	II-30
Tabel 2. 5 Sifat Bahan Tambah Zeolit untuk Campuran Beraspal Hangat.....	II-30
Tabel 2. 6 Gradasi Agregat Gabungan.....	II-33
Tabel 2. 7 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston.....	II-39
Tabel 2. 8 Ketentuan Viskositas Aspal untuk Pencampuran dan Pematatan beraspal hangat .....	II-40
Tabel 2. 9 Contoh Hasil Pengujian Marshall Test .....	II-45
Tabel 2. 10 Ketentuan Spesifikasi <i>Wheel Tracking</i> .....	II-48
Tabel 2. 11 Penelitian Terdahulu.....	II-50
Tabel 2. 12 Research GAP.....	II-60
Table 3. 1 Jumlah Benda Uji Marshall Test Untuk Mendapatkan KAO	III-6
Table 3. 2 Jumlah Benda Uji Marshall Test 1 x 24 Jam.....	III-6
Table 3. 3 Jumlah Benda Uji Marshall Test (KAO dengan kadar zeolite 0,5%;1%;1,5%).....	III-6
Table 3. 4 Jumlah Benda Uji Marshall Test 1x24 Jam (KAO+ kadar zeolite 0,5%;1%;1,5%).....	III-7
Table 3. 5 Jumlah Benda Uji <i>Wheel Tracking</i> Jam (KAO+ kadar zeolite 0,5%;1%;1,5%).....	III-7

---

Table 4. 1 Pengujian Agregat Hot Bin III, IV dan V.....	IV-2
Table 4. 2 Gradasi Batas Atas dan Bawah Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev.2.....	IV-2
Table 4. 3 Pengujian Agregat Untuk Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	IV-4
Table 4. 4 Pengujian Agregat Untuk Berat Jenis Dan Penyerapan Halus .....	IV-4
Table 4. 5 Pengujian Abrasi Agregat.....	IV-6
Table 4. 6 Pengujian Agregat Untuk Bobot Isi Agregat Kasar .....	IV-6
Table 4. 7 Pengujian Agregat Untuk Bobot Isi Agregat Halus .....	IV-7
Table 4. 8 Pengujian Agregat Untuk Sand Equivalent .....	IV-8
Table 4. 9 Pengujian Agregat Untuk Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan 75 $\mu$ m (Nomor 200) (Agregat Halus) .....	IV-9
Table 4. 10 Pengujian Agregat Untuk Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan 75 $\mu$ m (Nomor 200) (Agregat Kasar) .....	IV-10
Table 4. 11 Pengujian Agregat Untuk Angularitas Agregat Halus.....	IV-11
Table 4. 12 Pengujian Agregat Untuk Hasil Gumpalan Lempung Dan Butir Butir Mudah Pecah Dalam Agregat .....	IV-13
Table 4. 13 Pemeriksaan Aspal Keras .....	IV-16
Table 4. 14 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal .....	IV-16
Table 4. 15 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal.....	IV-17
Table 4. 16 Hasil Pengujian Titik Nyala Aspal .....	IV-18
Table 4. 17 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Aspal .....	IV-19
Table 4. 18 Hasil Pengujian Penetrasi Setelah Kehilangan Berat .....	IV-19



---

Table 4. 19 Hasil Pengujian Daktalitas Aspal .....	IV-20
Table 4. 20 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal .....	IV-21
Table 4. 21 Pengujian Kelarutan Aspal Dalam Trichloroethylene .....	IV-22
Table 4. 22 Hasil Pengujian Kualitas Agregat Kasar .....	IV-24
Table 4. 23 Hasil Pengujian Kualitas Agregat Halus .....	IV-24
Table 4. 24 Hasil Pengujian Kualitas Aspal Keras .....	IV-25
Table 4. 25 Hasil Analisis Saringan Agregat.....	IV-26
Table 4. 26 Perkiraan Komposisi Agregat.....	IV-27
Table 4. 27 Proporsi Agregat.....	IV-28
Table 4. 28 Proporsi Berat Agregat Dengan Kadar Aspal.....	IV-29
Table 4. 29 Proporsi Agregat Dan Variasi Kadar Aspal.....	IV-32
Table 4. 30 Jumlah Tumbukan Dari Masing-Masing Gradasi Dan Kadar Aspal	IV-33
Table 4. 31 Jumlah Tumbukan Dari Masing-Masing Gradasi Dan Kadar Aspal Optimum (Untuk Pengujian Marshall Test 24 Jam).....	IV-33
Table 4. 32 Hasil Pengujian Marshall Test.....	IV-36
Table 4. 33 Hasil Pembacaan Pada Grafik Pengujian Marsall .....	IV-43
Table 4. 34 Hasil Uji Marshall Perendaman 30 menit.....	IV-43
Table 4. 35 Hasil Uji Marshall Perendaman 24 Jam. ....	IV-45
Table 4. 36 Indeks Kekuatan Sisa Marshall (IKS) .....	IV-46
Table 4. 37 Hasil Uji Marshall Test, KAO dan IKS.....	IV-46
Table 4. 38 Proporsi Berat Agregat, KAO dan Kadar Zeolite.....	IV-47

---

Table 4. 39 Proporsi Agregat dan Kadar Aspal Optimum dengan Penambahan Zeolite .....	IV-49
Table 4. 40 Jumlah Tumbukan Dari Masing-Masing Kadar Zeolite .....	IV-50
Table 4. 41 Hasil Pengujian Marshall Test Dengan Variasi Kadar Zeolite.....	IV-57
Table 4. 42 Hasil Pembacaan Pada Grafik Pengujian Marsall dengan Zeolite Optimum .....	IV-58
Table 4. 43 Hasil Uji Marshall Perendaman 1 x 24 jam.....	IV-62
Table 4. 44 Indeks Kekuatan Sisa (IKS).....	IV-62
Table 4. 45 Hasil Uji Marshall Test, KAO dan IKS Dengan Variasi Kadar Zeolite .....	IV-63
Table 4. 46 Hasil Hasil Pengujian Wheel Tracking Machine.....	IV-66
Table 4. 47 Rekapitulasi Hasil Uji Marshall, Marshall Quotien (MQ), Stabilitas Dinamis dan KAO .....	IV-69

