PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 6 September 2005
NO. JUDUL : 001644
NO. INV. : 92 0001644 001
NO. INDUK :

TUGAS AKHIR

PENGARUH *ALKYL DIETHANOLAMIDE* SEBAGAI MATERIAL *ADDITIVE* PADA *HOT ROLLED ASPHALT* (HRA) TERHADAP SIFAT-SIFAT *MARSHALL* DAN KOHESI

Disusun oleh :

NAMA : **AGUNG WIBOWO**
NO. MHS : **97511092**

NAMA : **DIDIT ADITIYA KRISNAWAN**
NO. MHS : **97511170**

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005

TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH *ALKYL DIETHANOLAMIDE* SEBAGAI MATERIAL *ADDITIVE* PADA *HOT ROLLED ASPHALT* (HRA) TERHADAP SIFAT-SIFAT *MARSHALL* DAN KOHESI

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun oleh :

NAMA	: AGUNG WIBOWO
NO. MHS	: 97511092
NAMA	: DIDIT ADITIYA KRISNAWAN
NO. MHS	: 97511170

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2005

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH *ALKYL DIETHILNOLAMIDA* SEBAGAI ANTI STRIPPING *ADDITIVE* PADA *HOT ROLLED ASPHALT* (HRA) TERHADAP SIFAT-SIFAT *MARSHALL* DAN KOHESI

Disusun oleh :

NAMA : **AGUNG WIBOWO**
NO. MHS : **97511092**

NAMA : **DIDIT ADITIYA KRISNAWAN**
NO. MHS : **97511170**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir.H.Balya Umar,MSc
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 19/8 - 05

Ir.H.Bachnas,MSc
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 19 Agus 2005

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik walaupun masih terdapat kekurangannya. Sholawat dan salam pada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan pengikut-Nya hingga akhir jaman.

Tugas Ahir ini dilakukan penulis dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul "Pengaruh *Alkyl Diethanolamide* Sebagai Material *Additive* Pada *Hot Rolled Asphalt* (HRA) Terhadap Sifat –Sifat *Marshall* dan Nilai Kohesi" yang merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan jenjang studi strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta.

Semua ini tidak lepas dari dukungan dan sumbangan pikiran yang tidak ternilai bagi penyusun dari berbagai pihak yang telah mampu memberikan dan menumbuhkan semangat serta motivasi dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan penuh kerendahan hati dan rasa terima kasih yang sebesarnya kepada :

1. Bapak Prof.Ir.Widodo,MSCE,Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir.Munadhir,MS , selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3. Bapak Ir.H.Balya Umar,MSc, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Bapak Ir.Bachnas,MSc, selaku dosen pembimbing II dan yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
5. Bapak Berlian,ST,M.Eng, selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan kritikan dan masukan kepada penulis.
6. Semua teman-teman yang memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Ahkir ini banyak kekurangan dan kesalahan. Untuk itu kami mengharapkan saran dan kritik yang dapat memperbaiki dari laporan Tugas Akhir yang kami ajukan.

Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr. Wb,

Yogyakarta, Juli 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xv

DAFTAR ISTILAH xvii

INTISARI xxi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 2

1.5 Batasan Masalah 2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Aspal 4

2.2 Agregat 4

2.3 *Filler* 4

2.4 Bahan Tambah *Alkyl Diethanolamide* 5

2.5 *Hot Rolled Asphalt* (HRA) 5

2.6 Karakteristik Perkerasan 6

2.6.1 Stabilitas (*Stability*) 6

2.6.2 Perendaman (*Immersion test*) 7

2.6.3 Nilai Kohesi 7

2.7 Hasil Penelitian Sebelumnya..... 6

BAB III **LANDASAN TEORI** 10

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan 10

3.2 Bahan Penyusun Agregat 10

3.2.1Agregat 10

3.2.2 Aspal (*Asphalt*) 12

3.2.3 *Alkyl Diethanolamide* 13

3.3 Spesifikasi Campuran 13

3.4 Proporsi Campuran..... 14

3.5 Parameter *Marshall Test* 16

3.5.1 *Density* (Kepadatan)..... 16

3.5.2 *Void In Total Mix* (VITM) 16

3.5.3 *Void In Mineral Agregate* (VMA) 17

3.5.4 *Void Filled With Asphalt* (VFWA) 18

3.5.5 Stabilitas 19

3.5.6 Nilai Kelelehan *(Flow)*..... 20

3.5.7 Nilai *Marshall Quotient* (MQ) 20

3.6 Indek Penetrasi (PI) 21

3.7 *Immersion Test* 22

3.8 Nilai Kohesi 23

BAB IV **HIPOTESIS** 24

BAB V **METODE PENELITIAN** 25

5.1 Pelaksanaan Penelitian.....25

5.1.1 Lokasi Penelitian 25

5.2.2 Asal Bahan 25

5.2.3 Peralatan Penelitian 25

5.2 Pemeriksaan Bahan 26

5.2.1 Pemeriksaan Agregat 26

5.2.2 Pemeriksaan Aspal 27

5.3 Pembuatan Campuran 28

5.3.1 Campuran Aspal Biasa 29

5.3.2 Campuran Aspal Dengan *Alkyl Diethanolamide* 31

5.4 Alur Penelitian..... 33

BAB VI **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**.....36

6.1 Hasil Penelitian..... 36

6.1.1 Hasil Pengujian Agregat.....36

6.1.2 Hasil Pengujian Aspal.....37

6.1.3 Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal.....38

6.1.3.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Tanpa Bahan Tambah.....38

6.1.3.2 Hasil Pemeriksaan Campuran Dengan *Additive Alkyl Diethanolamide*..... 47

6.1.3.3 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Dan Titik Lembek Aspal Dengan *Additive Alkyl Diethanolamide*.....50

6.1.3.4 Hasil Pengujian Rendaman (*Immersion Test*)..... 51

6.1.3.5 Hasil Perhitungan *Index Of Retained Strength*..... 52

6.1.3.6 Hasil Pengujian Kohesi.....53

6.2 Pembahasan.....54

6.2.1 Sifat Fisik Bahan.....54

6.2.1.1 Agregat.....54

6.2.1.2 Aspal.....55

6.2.2 Karakteristik *Marshall* Campuran HRA.....57

6.2.2.1 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai *Density*.....57

6.2.2.2 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai VITM.....59

6.2.2.3 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai VFWA.....61

6.2.2.4 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai VMA.....63

6.2.2.5 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai Stabilitas.....65

6.2.2.6 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai *Flow*.....67

6.2.2.7 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai *Marshall Quotient*.....69

6.2.2.8 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap *Index Of Retained Strenght*.....71

6.2.2.9 Pengaruh *Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai Kohesi.....73

6.2.2.10 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Sifat Fisik Aspal (Peneterasi, TitikLembek dan Indek Penetrasi)..74

6.3 Rekapitulasi Hasil Penelitian..... 76

6.3 Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya..... 78

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN..... 82

7.1 Kesimpulan..... 82

7.2 Saran-Saran..... 83

DAFTAR PUSTAKA 84

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Persyaratan agregat kasar.....11

Tabel 3.2 Persyaratan agregat halus.....11

Tabel 3.3 Persyaratan gradasi agregat untuk HRA.....11

Tabel 3.4 Persyaratan AC peneterasi 60/70.....12

Tabel 3.5 Ketentuan sifat-sifat campuran untuk lalu lintas tinggi.....14

Tabel 3.6 Persyaratan rencana perkerasan metode *hveem*.....23

Tabel 5.1 Rencana pembuatan campuran aspal biasa.....30

Tabel 5.2 Rencana pembuatan campuran aspal dengan a*lkyl diethanolamide*...32

Tabel 6.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar.....36

Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan agregat halus.....36

Tabel 6.3 Hasil pemeriksaan AC 60/70.....38

Tabel 6.4 Hasil pengujian *marshal* dengan variasi kadar aspal 4% hingga 8%.39

Tabel 6.5 Spesifikasi *marshall properties* untuk lalu lintas tinggi.....46

Tabel 6.6 Kadar aspal optimum.....46

Tabel 6.7 Hasil pengujian *marshall* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide*, dengan variasi kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5%.....47

Tabel 6.8 Kadar *alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.....50

Tabel 6.9 Hasil uji penetrasi dan titik lembek aspal tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide*.....50

Tabel 6.10 Hasil *immersion test* 0,5 jam tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.....51

Tabel 6.11 Hasil *immersion test* 24 jam tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.....51

Tabel 6.12 *Index of retained strength* pada campuran KAO, tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum.....52

Tabel 6.13 Hasil pengujian kohesi campuran tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.....53

Tabel 6.14 Perbandingan campuran KAO + *adittive alkyl diethanolamide* dengan hasil penelitian sebelumnya.....81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik gradasi agregat 12

Gambar 3.2 Skematik campuran aspal..... 11

Gambar 5.1 Bagan alur penelitian laboratorium..... 34

Gambar 5.2 Lanjutan bagan alur penelitian laboratorium..... 35

Gambar 6.1 Grafik gradasi agregat pada variasi kadar aspal 4%..... 37

Gambar 6.2 Grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas..... 41

Gambar 6.3 Grafik hubungan kadar aspal dengan *flow*..... 42

Gambar 6.4 Grafik hubungan kadar aspal dengan *density*..... 43

Gambar 6.5 Grafik hubungan kadar aspal dengan VITM..... 43

Gambar 6.6 Grafik hubungan kadar aspal dengan VFWA..... 44

Gambar 6.7 Grafik hubungan kadar aspal dengan VMA..... 45

Gambar 6.8 Grafik hubungan kadar aspal dengan marshall quotient..... 45

Gambar 6.9 Grafik hubungan nilai *density* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 58

Gambar 6.10 Grafik persentase penurunan nilai *density* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 59

Gambar 6.11 Grafik hubungan nilai VITM campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 60

Gambar 6.12 Grafik persentase peningkatan nilai VITMcampuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 61

Gambar 6.13 Grafik hubungan nilai VFWA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 62

Gambar 6.14 Grafik persentase penurunan nilai VFWA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.....63

Gambar 6.15 Grafik hubungan nilai VMA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 64

Gambar 6.16 Grafik persentase peningkatan nilai VMA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.....65

Gambar 6.17 Grafik hubungan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 66

Gambar 6.18 Grafik persentase peningkatan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.....67

Gambar 6.19 Grafik hubungan nilai *flow* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 68

Gambar 6.20 Grafik persentase penurunan nilai *flow* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.....69

Gambar 6.21 Grafik hubungan nilai *marshall quotient* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 70

Gambar 6.22 Grafik persentase penurunan nilai *marshall quotient* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 71

Gambar 6.23 Grafik hubungan nilai *Index Of Retained Strenght* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 72

Gambar 6.24 Grafik persentase penurunan nilai stabilitas pada *immersion test* campuran aspal tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO..... 73

Gambar 6.25 Grafik persentase penurunan nilai kohesi pada campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO terhadap campuran aspal biasa pada KAO..... 74

Gambar 6.26 Grafik persentase penurunan nilai penetrasi pada aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa..... 75

Gambar 6.27 Grafik persentase peningkatan nilai titik lembek pada aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa..... 75

Gambar 6.28 Grafik persentase peningkatan nilai indekpenetrasi pada aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa..... 76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)

Lampiran 2 : Pemeriksaan Kelekatan Agrgat Terhadap Aspal

Lampiran 3 : Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Lampiran 4 : Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Lampiran 5 : Pemeriksaan *Sand Equivalent* Data

Lampiran 6 : Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Lampiran 7 : Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Lampiran 8 : Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar Aspal

Lampiran 9 : Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4

Lampiran 10 : Pemeriksaan Daktilitas *(Ductility)* / Residu

Lampiran 11 : Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Lampiran 12 : Pemeriksaan Penetrasi Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,1%

Lampiran 13 : Pemeriksaan Penetrasi Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,2%

Lampiran 14 : Pemeriksaan Penetrasi Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,3%

Lampiran 15 : Pemeriksaan Penetrasi Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,4%

Lampiran 16 : Pemeriksaan Penetrasi Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,5%

Lampiran 17 : Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,1%

Lampiran 18 : Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,2%

Lampiran 19 : Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,3%

Lampiran 20 : Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,4%

Lampiran 21 : Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + *Alkyl Diethanolamide* 0,5%

Lampiran 22 : Analisis Saringan Agregat Kadar Aspal 4%

Lampiran 23 : Analisis Saringan Agregat Kadar Aspal 5%

Lampiran 24 : Analisis Saringan Agregat Kadar Aspal 6%

Lampiran 25 : Analisis Saringan Agregat Kadar Aspal 7%

Lampiran 26 : Analisis Saringan Agregat Kadar Aspal 8%

Lampiran 27 : Analisis Saringan Agregat (Kadar Aspal Optimum = 5,689%)

Lampiran 28 : Hasil Pemeriksaan Marshall Test

Lampiran 29 : Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO + *Alkyl Diethanolamide* 0,1% - 0,5%

Lampiran 30 : Hasil Pemeriksaan Marshall Test (*immersion test* 0,5 jam)

Lampiran 31 : Hasil Pemeriksaan Marshall Test (*immersion test* 24 jam)

Lampiran 32 : Pengujian Cohessio Meter - Hveem

DAFTAR ISTILAH

AAI	: *Adhesion asphalt improver*, suatu bahan yang berfungsi untuk meningkatkan daya ikat aspal terhadap permukaan agregat.
AC (Asphalt Cement)	: Aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang.
Agregat	: Sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan.
Alkyl diethanolamide	: Bahan kimia, yang digunakan sebagai bahan tambah pada perkerasan jalan yang merupakan senyawa carbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen berbentuk cairan berwarna kuning kecoklatan.
Angular	: Bersudut, bentuk fisik dari agregat.
Aspal	: Bahan padat atau semi padat yang merupakan senyawa hidrokarbon, berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang sering tersusun dari *aspaltenes* dan *maltenes*.
Bleeding	: Naiknya aspal ke permukaan.
Daktilitas	: Keuletan, nilai elastisitas aspal.
Deformasi	: Perubahan bentuk dari perkerasan setelah menerima beban.
Density	: Kepadatan, berat campuran yang diukur tiap satuan

volume.

Durabilitas : Keawetan, daya tahan lapisan perkerasan menahan Keausan dari pengaruh cuaca, air dan suhu serta gesekan roda kendaraan.

Fatique resistance : Ketahanan perkerasan terhadap kelelahan akibat beban yang berulang-ulang dari beban lalu lintas tanpa terjadi keretakan.

Filler : Bahan pengisi, kumpulan mineral agregat yang lolos saringan #200 (0,075mm).

Film aspal : tebal lapisan aspal yang menyelimuti agregat.

Fleksibilitas : Kelenturan, kemampuan lapis perkerasan mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang tanpa terjadi keretakan dan perubahan bentuk.

Flexible pavement : Perkerasan lentur, perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat.

Flow : Kelelehan plastis, perubahan bentuk suatu campuran akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam satuan milimeter.

Gap graded : Gradasi timpang, suatu campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau sedikit sekali.

Gradasi : Susunan butiran agregat sesuai dengan ukuran.

Gradasi menerus : Susunan butiran agregat yang terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butiran.

Hot rolled asphalt : Bahan konstruksi lapis keras lentur bergradasi timpang

Surfac

Stabilit

Strippi

VFWA

Viskosit

VITM

VMA

yang pertama kali dikembangkan di Inggris

Immersion test : Pengujian perendaman untuk mencari rasio nilai stabilitas.

Index of retained stregth : Indeks perendaman, rasio nilai stabilitas terhadap rendaman standar 0,5 jam.

Indeks penetrasi : Indeks untuk menyatakan hubungan perubahan viskositas aspal terhadap temperatur.

Internal friction : gesekan antar agregat dalam campuran, yang merupakan kombinasi dari gesekan dan tahanan pengunci dari agregat campuran.

KAO : Kadar aspal optimum, kadar aspal tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat lapis perkerasan.

Kohesi : Kemampuan aspal mempertahankan agregat ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

Marshall test : pengujian untuk mengetahui nilai stabilitas dan nilai kelelehan plastis *(flow)* dari suatu perkerasan.

Marshall quotient : Perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai kelelehan plastis.

Ravelling : Lepasnya butiran dari perkerasan.

Rigid pavement : Perkerasan kaku, perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat.

Sand equivalent : Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui kadar debu yang menyerupai lempung pada agregat halus.

INTISARI

Hot rolled asphalt (HRA), adalah campuran yang mempunyai gradasi senjang (gap graded). Bahan penyusun campuran HRA terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal. Karakteristik dari campuran HRA ini dapat ditunjukkan dengan parameter stabilitas, immersion test dan nilai kohesi. HRA sebagai suatu lapis perkerasan mempunyai kekurangan, diantaranya kurang kaku dan kurang tahan terhadap deformasi. Penelitian dengan menggunakan alkyl diethanolamide sebagai material tambahan (additive) pada campuran HRA dimaksudkan untuk memperbaiki kekurangan dari HRA.

Dalam penelitian ini, penggunaan alkyl diethanolamide sebagai additive dengan variasi penambahan 0,1% sampai dengan 0,5% dengan interval 0,1%. Aspal yang digunakan adalah AC 60-70 dengan kadar aspal 4% sampai dengan 8% dengan interval 1%, untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO). Hasil penelitian yang didapat selanjutnya dianalisis dengan mengacu pada persyaratan Bina Marga 1987 untuk spesifikasi marshall test dan uji perendaman serta rekomendasi The Asphalt Institute 1983 untuk nilai kohesi berdasarkan metode Hveem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan additive alkyl diethanolamide pada campuran HRA, mengakibatkan naiknya nilai stabilitas, VITM, VMA, marshall quotient (MQ), kohesi dan menurunkan nilai density, VFWA dan indeks perendaman (IP). Campuran HRA menggunakan aspal AC 60 70 dengan additive alkyl diethanolamide juga memiliki kepekaan terhadap temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRA tanpa additive alkyl diethanolamide.

Berdasarkan karakteristik marshal pemakaian additive alkyl diethanolamide dapat digunakan sebagai additive pada kadar 0,1% sampai dengan 0,5%, dengan kadar optimum pada pemakaian 0,3%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari aktifitas hidup manusia sehari-hari, sehingga volume lalu lintas yang melewati suatu titik menyebabkan kerusakan seiring dengan pertambahan volume lalu lintas dengan repetisi beban lalu lintas yang semakin meningkat.

Salah satu alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur jalan raya adalah rendahnya kekuatan dan keawetan didalam campuran aspal pada konstruksi perkerasan jalan.

Campuran *hot rolled asphalt* (HRA) terdiri dari campuran aspal dan agregat bergradasi timpang (*gap graded*). Keuntungan dari campuran ini adalah tahan terhadap keausan, lebih lentur dan mempunyai fleksibilitas yang tinggi. *Hot rolled asphalt* juga mempunyai kekurangan, diantaranya kurang kaku dan kurang tahan terhadap deformasi.

Penelitian tentang pengaruh *alkyl diethanolamide* sebagai bahan tambah pada *hot rolled asphalt* ditujukan untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan dari sifat campuran *hot rolled asphalt.*

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini *alkyl diethanolamide* digunakan sebagai material *additive* dalam campuran *hot rolled asphalt* (HRA). Hasil dari campuran antara *alkyl diethanolamide* dengan *hot rolled asphalt* diharapkan akan terjadi peningkatan

kualitas dari campuran aspal dengan *alkyl diethanolamide*, ditinjau dari sifat-sifat *marshall* dan nilai kohesinya.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku *marshall* campuran HRA dan nilai kohesi yang menggunakan *alkyl diethanolamide* sebagai *additive* dan dibandingkan dengan perilaku HRA yang tidak menggunakan *alkyl diethanolamide* sebagai *additive*. Dengan demikian akan diperoleh perkerasan yang baik untuk digunakan di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran tentang penggunaan *alkyl diethanolamide* sebagai bahan tambah pada *hot rolled asphalt* untuk digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

1. Gradasi yang digunakan untuk campuran HRA adalah gradasi timpang berdasarkan *British Standart Institution, BS 594, Hot Rolled Asphalt For Roads And Other Paved Areas, (1992).*
2. Variasi kadar aspal untuk sampel adalah 4%, 5%, 6%, 7% dan 8% terhadap berat campuran dan variasi kadar *alkyl diethanolamide* 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% dan 0,5% terhadap kadar aspal optimum (KAO).
3. Pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan pemeriksaan aspal mengacu pada peraturan Bina Marga, (1987).

4. Spesifikasi *marshall test* untuk nilai stabilitas, *Flow*, *Void In Total Mix*, *Void In Mineral Agregate*, *Marshall Quotient* dan *Immersion test* mengacu pada Bina Marga, (1987).
5. Nilai kohesi mengacu pada rekomendasi *The Asphalt Institute*, (1983).
6. Penelitian terbatas pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang terkandung dalam agregat, aspal dan *alkyl diethanolamide*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan diuraikan tentang tulisan-tulisan dan literatur dari beberapa penulis serta hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2.1 Aspal

Aspal adalah bahan padat atau semi padat yang merupakan senyawa hidrokarbon, berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang sering tersusun dari *aspaltenes* dan *malteneses*. Aspal pada lapisan perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat (Kerbs and Walker, 1971).

2.2 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. (Bina Marga, 1987)

Agregat berperan dalam mendukung dan menyebarkan beban roda ke lapis tanah dasar. (Sukirman, 1992)

2.3 *Filler*

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan No. 200 (0,074 mm).

Filler merupakan butir pengisi pada pembuatan campuran beraspal yang bersifat non plastis (Totomiharjo,1991).

2.4 Bahan Tambah *Alkyl Diethanolamide*

Alkyl diethanolamide adalah keluarga dari *alkyl-amide* yang merupakan *surfactant (surface active agent)*. Bentuk fisik dari *Alkyl diethanolamide* adalah cair, yang berwarna kuning kecoklatan. Inti kerja dari *additive* ini adalah meningkatkan daya ikat aspal terhadap permukaan agregat, yang disebut *adhesion asphalt improver* (AAI).

Kerja AAI yaitu pada saat AAI dicampur dengan aspal, maka bagian yang bersenyawa dengan air akan mengarah ke agregat dan membawa air keluar dari aspal, sehingga saat aspal dicampur agregat, orientasi dari AAI yaitu yang bersenyawa dengan air mengarah ke agregat, sedang yang bersenyawa dengan minyak mengarah ke aspal. Ikatan AAI dengan agregat lebih kuat sehingga air susah menembus sampai permukaan agregat. Sehingga, tidak menurunkan daya lengket aspal dan juga memperbaiki nilai-nilai *Marshall*, karena yang berikatan dengan agregat adalah AAI, disamping aspal. AAI tidak dapat dipengaruhi oleh air.

2.5 *Hot Rolled Asphalt* (HRA)

Hot rolled asphalt (HRA) merupakan bahan konstruksi lapis keras lentur bergradasi timpang yang pertama kali dikembangkan di Inggris. *Hot rolled asphalt* mempunyai rongga dalam campuran cukup besar dan mampu menyerap aspal cukup tinggi, yaitu 6% sampai dengan 13% tanpa terjadi *bleeding*, sehingga lapis keras tersebut mempunyai durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi (Cox, 1982).

Komponen penyusun campuran HRA terdiri dari agregat kasar, agregat halus, butir pengisi serta bahan pengikat, yaitu aspal. Karena ketahanan terhadap deformasi yang rendah, maka perkerasan ini digunakan sebagai lapisan yang sifatnya non struktural yaitu untuk lapis penutup bagi permukaan yang telah teroksidasi, menutup retak-retak permukaan guna mencegah masuknya air ke dalam perkerasan dan meningkatkan kualitas berkendaraan.

2.6 Karakteristik Perkerasan

Perkerasan jalan raya harus memenuhi karakteristik tertentu, sehingga didapatkan lapisan perkerasan yang kuat, awet, aman dan nyaman. Karakteristik perkerasan dapat ditunjukkan dengan parameter berikut ini

2.6.1 Stabilitas *(Stability)*

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur maupun *bleeding* yang diakibatkan oleh pembebanan. (Sukirman, 1992).

Variabel yang mempengaruhi terhadap stabilitas lapis perkerasan antara lain kohesi dan *internal friction.* Gesekan dalam merupakan kombinasi dari gesekan dan tahanan pengunci dari agregat campuran *(The Asphalt Institute, 1983).*

Bentuk batuan yang lebih *angular* dan tekstur permukaan yang lebih kasar akan didapatkan *internal friction* yang lebih besar, karena sifat saling mengunci antara butiran lebih tinggi, dengan demikian akan diperoleh campuran dengan stabilitas

tinggi, akan tetapi jumlah yang melebihi pada kadar aspal optimum akan mengakibatkan menurunnya kekuatan kohesi.dan sebaliknya jika kadar aspal terlalu sedikit, akan menyebabkan campuran kurang rapat, yang akan menyebabkan turunnya stabilitas (Kerbs and Walker, 1971).

2.6.2 Perendaman (*Immersion Test*)

Uji perendaman *marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Prinsip dari pengujian ini sama dengan pengujian *marshall* standar, hanya dalam waktu perendamannya saja yang berbeda. Pada umumnya, nilai perendaman tergantung dari kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang kedap air serta kekerasan dari batu penyusunnya (*The Asphalt Institute*, 1983).

2.6.3 Nilai Kohesi

Nilai kohesi campuran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Kekuatan nilai kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi setelah mencapai nilai optimum, maka pertambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan nilai stabilitas (Kerbs and Walker, 1971).

2.7 Hasil Penelitian Sebelumnya

1. Yanuar (2002) ; *"Pengaruh Poly Ethylene sebagai additive terhadap sifat Marshall HRS-B"*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan kenaikan kadar *additive* dari 0% sampai 5% menyebabkan nilai *density*, VFWA, stabilitas, *flow* dan MQ secara garis besar naik. Sebaliknya nilai VITM dan VMA mengalami penurunan.
2. Camelia Nazir (2002);*"Pengaruh Penggunaan Serat Limbah Plastik Botol Minuman (Poly Ethylene Terephthalate) sebagai Additive pada campuran HRA ditinjau dari Sifat Marshal"*, dari hasil penelitian secara umum didapat hasil bahwa penambahan limbah plastik pada campuran HRA mampu memperbaiki sifat-sifat campuran terutama dalam hal stabilitas dan durabilitas HRA tersebut. *Additive* plastik sebanyak 0,1 % pada perkerasan dengan kadar aspal 7,3 % dapat meningkatkan kepadatan campuran sebesar 0,55 % sehingga perkerasan menjadi lebih tahan terhadap pengaruh cuaca, stabilitas pun mengalami peningkatan sebesar 6,05 %. Dengan demikian nilai *Marshall Quotient* (MQ) HRA akan naik sebesar 6,8 %.
3. *Muhammad Imtihan dan Mc Andy Yunista (2004);"Pengaruh Poly Ethylene sebagai Additive terhadap sifat Marshall dan Nilai Kohesi HRA"*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan meningkatnya nilai stabilitas pada penambahan *Poly Ethylene* 4 % sebesar 2.781 kg, nilai *flow* akan meningkat pada penambahan *Poly Ethylene* 4 %, nilai VFWA kecenderungan meningkat dikarenakan *Poly Ethylene* mengisi rongga

yang ada dalam campuran, MQ, indeks perendaman dan kohesi yang lebih tinggi dan nilai VITM serta VMA yang lebih rendah.

BAB III

LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas tentang konsep-konsep dasar yang akan dipakai untuk menyelesaikan penelitian yang dilakukan.

3.1 Konstruksi Perkerasan jalan

Lapisan perkerasan adalah konstruksi diatas tanah dasar yang berfungsi memikul beban lalu lintas dengan memberikan rasa aman dan nyaman. Pemberian konstruksi lapisan perkerasan dimaksudkan agar tegangan yang terjadi sebagai akibat pembebanan pada perkerasan ke tanah dasar *(subgrade)* tidak melampaui kapasitas dukung tanah dasar.

Menurut Sukirman (1992), bagian-bagian konstruksi perkerasan lentur terdiri dari : lapis permukaan *(surface course)*, lapis pondasi atas *(base course)*, lapis pondasi bawah *(sub base course)* dan lapis tanah dasar *(sub grade)*.

3.2 Bahan Penyusun Perkerasan

3.2.1 Agregat

Sifat-sifat agregat pada umumnya ditinjau dari ukuran butiran dan gradasi, kebersihan, kekerasan, bentuk butiran, permukaan butiran, sifat kimia serta kelekatan terhadap aspal (Kerbs and Walker, 1971).

Agregat yang dipakai harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam tabel 1 sampai dengan tabel 3 berikut :

Tabel 3.1 Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan dengan mesin *Los Angeles*	≤ 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	> 95%
3	Peresapan Agregat dengan air	< 3%
4	Berat jenis	≥ 2,5

Sumber : Bina Marga, 1987

Tabel 3.2 Persyaratan agregat halus

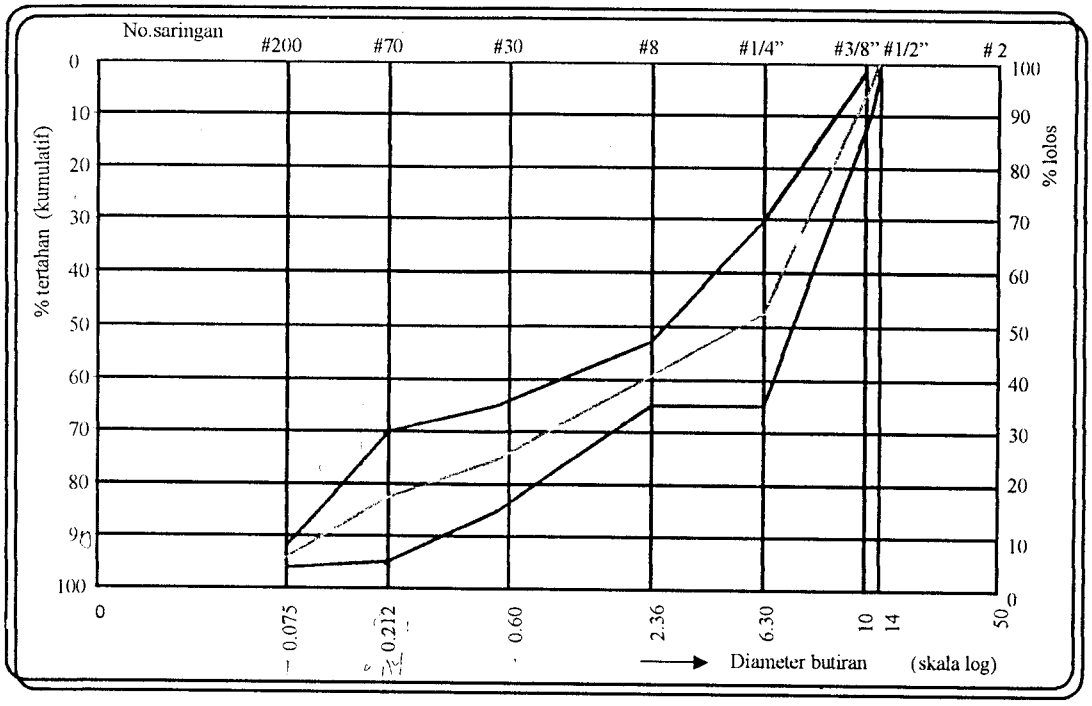
No	Jenis Pengujian	Syarat
1	*Sand Equivalent*	≥ 50%
2	Berat jenis	> 2,5
3	Peresapan Agregat dengan air	≤ 3%

Sumber : Bina Marga, 1987

Tabel 3.3 Persyaratan gradasi agregat untuk HRA

Ukuran Saringan	Persentase lolos saringan (%)	
	Spesifikasi	Nilai tengah
14 mm (1/2")	100	100
10 mm (3/8")	90 – 100	95
6,3 mm (1/4")	35 – 70	52,5
2,36 mm (#8)	35 – 47	41
0,60 mm (#30)	15 – 35	25
0,212 mm (#70)	5 – 30	17,5
0,075 mm (#200)	4 – 8	6

Sumber : *British Standart Institution, BS 594, Hot Rolled Asphalt For Roads And Other Paved Areas, (1992).*



Gambar 3.1 Grafik gradasi agregat

3.2.2 Aspal *(Asphalt)*

Pada penelitian ini digunakan AC penetrasi 60/70. persyaratan AC 60/70 ditunjukkan pada tabel 3.4. berikut ini :

Tabel 3.4 Persyaratan AC penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi		Satuan
		Min	Maks	
1	Penetrasi	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek	48	58	°C
3	Titik nyala	200	-	°C
4	Kehilangan berat	-	0,8	% berat
5	Kelarutan dalam CCL4	99	-	% berat
6	Daktilitas	100	-	cm
7	Berat jenis	1	-	-

Sumber : Bina Marga, 1987

3.2.3 *Alkyl Diethanolamide*

Alkyl diethanolamide adalah senyawa karbon (C), hidrogen (H), oksigen (N), dan nitrogen (N), berwarna kuning kecoklatan dan berbentuk cair. Penggunaan *alkyl diethanolamide* sebagai *additive* karena aspal mempunyai keterbatasan. Dengan memodifikasi dimaksudkan untuk meningkatkan sifat-sifat secara nyata seperti :

1. Mengurangi deformasi pada suhu tinggi
2. Tahan terhadap gaya geser

Pemakaian *alkyl diethanolamide* dimaksudkan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan dari campuran aspal biasa.

3.3 Spesifikasi Campuran

Spesifikasi campuran pada penelitian ini, mengacu pada Bina Marga, (1987). Mula-mula ditentukan kadar aspal dengan pengujian *Marshall* terhadap campuran aspal dengan agregat dengan jumlah tumbukan 75 x 2.

Dari pengujian *marshall* tersebut, didapat kadar aspal optimum yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

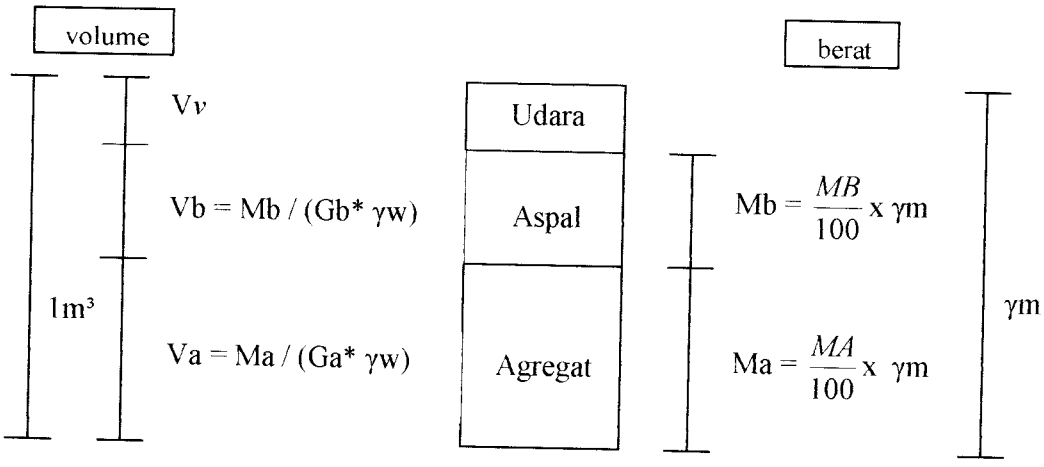
Tabel 3.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran untuk Lalu Lintas tinggi

No	Spesifikasi	Bina Marga 1987	Bina Marga 1998
1	Jumlah tumbukan	2 x 75	2 x 75
2	Stabilitas minimal (kg)	550	800
3	*Flow* (mm)	2 - 4	2
4	*Marshall quotient* (kg/mm)	200 – 350	200 – 500
5	VITM (%)	3 - 5	3 – 5
6	VMA (%)	≥ 14	-
7	VFWA (%)	-	65
8	Indek Perendaman	75%	75%

Sumber : Bina Marga 1987 dan Bina Maga 1998.

3.4 Proporsi Campuran

Campuran aspal agregat mempunyai tiga komponen utama, yaitu agregat, bahan ikat (aspal) dan udara. *Mechanical properties* dari campuran, tergantung pada proporsi volume masing masing komponen. Komponen volume dan komponen berat dari total campuran aspal agregat dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Skematik campuran aspal

MB = persentase berat aspal dari total campuran (%)

MA = persentase berat agregat dari total campuran (%)

Mb = berat aspal dari total campuran (kg)

Ma = berat agregat dari total campuran (kg)

Gb = berat jenis aspal

Ga = berat jenis agregat

γm = *density* campuran yang telah dipadatkan (kg/m^3)

γw = *density* air (1.000 kg/m^3)

Va = volume agregat (m^3)

Vb = volume aspal (m^3)

V*v* = volume rongga (m^3)

V_A = persentase volume agregat (%)

V_B = persentase volume aspal (%)

VV = persentase volume udara (%)

Penekanan dalam hal ini adalah dalam proporsi volume. Dari gambar 3.2 diatas, dapat dicari dua parameter berikut ini, yaitu:

V_{IB} = persentase volume aspal

V_{MA} = persentase volume rongga dalam campuran

Nilai V_{MA} diperoleh dari persamaan 1 hingga persamaan 4 berikut ini.

$$\gamma max = \frac{(100 * \gamma w)}{\{(MB/Gb) + (MA/Ga)\}} \quad (1)$$

$$VV = (\gamma max - \gamma m) / \gamma max \quad (2)$$

$$V_B = \frac{\{(100 - VV) * (MB/Gb)\}}{\{(MB/Gb) + (MA/Ga)\}} \quad (3)$$

$$V_{MA} = V_B + VV \quad (4)$$

3.5 Parameter *Marshall Test*

3.5.1 *Density* (Kepadatan)

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan.. Nilai *density* dapat dilihat pada persamaan 5 dan 6 :

$$g = \frac{c}{f} \qquad \text{(gram/cc)} \qquad (5)$$

$$f = (d - e) / \gamma w \qquad \text{(cc)} \qquad (6)$$

Keterangan :

γw = Berat jenis air = 1 gram/cc

g = Nilai *density* campuran (gram/cc)

c = Berat kering benda uji sebelum direndam (gram)

d = Berat dalam keadaan jenuh (SSD) (gram)

e = Berat dalam air (gram)

f = isi (gram)

3.5.2 *Void In Total Mix (VITM)*

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. VITM sama artinya dengan porositas, dan nilainya akan berkurang seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran karena rongga antar agregat terisi aspal. VITM semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar.

VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelehan yang semakin cepat, berupa alur dan retak (Silvia Sukirman, 1992).

Nilai VITM diperoleh dari persamaan 7 dan 8 berikut :

$$h = \frac{100}{\left[\frac{\%Agregat}{BjAgregat} + \frac{\%Aspal}{BjAspal}\right]} \qquad (7)$$

$$VITM = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h}\right) \quad (\%) \qquad (8)$$

Keterangan :

h = BJ maksimum (teoritis)

3.5.3 *Void In Mineral Agregate* (VMA)

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif setelah pemadatan, dinyatakan dalam persen terhadap campuran.

Nilai VMA didapat dari persamaan 13 berikut :

$$VMA = 100 - \left\{(100 - b) \times \frac{g}{Bj.Agregat}\right\} \quad (\%) \qquad (13)$$

Keterangan :

b = Persentase aspal terhadap campuran (%)

g = Nilai *density* (kepadatan) (gr/cc)

3.5.4 *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

VFWA adalah persentase volume rongga didalam agregat yang terisi aspal effektif. Nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan dan durabilitas campuran dan sangat dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Nilai VFWA akan naik seiring meningkatnya kadar aspal hingga kadar aspal optimum. Nilai VFWA yang tinggi akan menyebabkan campuran semakin kedap air dan udara, sehingga durabilitas menjadi tinggi, namun saat suhu tinggi akan menyebabkan naiknya aspal ke permukaan. Sebaliknya, nilai VFWA yang rendah akan berakibat campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi.

Nilai VFWA diperoleh dengan persamaan 9 sampai 12 berikut :

1). Persentase aspal terhadap campuran

$$b \quad \frac{a}{100+a} \; x \; 100\% \qquad (\%) \qquad (9)$$

Keterangan :

a = Persentase aspal terhadap batuan (%)

b = Persentase aspal terhadap campuran (%)

2.) Persentase rongga terhadap agregat

$$i \quad \frac{b.g}{Bj.Aspal} \quad (\%) \qquad (10)$$

$$l = 100 - \{(100 - b) \; x \; \frac{g}{Bj.Agregat}\} \; (\%) \qquad (11)$$

Keterangan :

b = Persentase aspal terhadap campuran (%)

g = Nilai *density* (kepadatan) (gr/cc)

l = Nilai VMA (%)

Dari rumus-rumus diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA \quad / \; 100 \; x \; \frac{i}{l} \; / \qquad (\%) \qquad (12)$$

3.5.5 Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kekelahan plastis. Stabilitas akan naik seiring bertambahnya kadar aspal sampai batas optimum. Kemudian akan turun bila sudah melewati kadar aspal optimum. Kondisi ini terjadi karena dengan sedikit aspal maka butiran agregat tidak terikat dengan baik. Sebaliknya, penggunaan aspal yang terlalu banyak akan menyebabkan fungsi aspal sebagai pengikat berubah menjadi pelicin antar agregat, terutama pada suhu tinggi.

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan *Marshall*.

Nilai stabilitas diperoleh dengan persamaan 14 :

$$\text{Nilai stabilitas} = p \times q \times y \qquad (kg) \qquad (14)$$

Keterangan :

p = nilai pembacaan stabilitas (kg)

q = koreksi tebal benda uji (lbs)

y = kalibrasi *proving ring*

3.5.6 Nilai Kelelehan (*Flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas), yaitu besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan, yang dinyatakan dalam satuan panjang. Campuran dengan nilai plastis akan cenderung plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban. Tapi jika campuran dengan angka kelelehan rendah akan cenderung bersifat getas, mudah retak dan durabilitas rendah.

3.5.7 Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall quotient merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dengan kelelehan plastis. Nilai *marshall quotient* pada perencanaan perkerasan dengan metode *marshall* digunakan sebagai pendekatan tingkat kekakuan dan nilai flekibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat agregat menjadi pelicin. Nilai *marshall quotient* yang besar

menunjukkan kekakuan lapis perkerasan yang tinggi dan berakibat mudah retak-retak, sebaliknya bila nilai *marshall quotient* kecil, menunjukkan terlalu plastis yang berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu lintas.

Nilai *marshall quotient* didapatkan dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan kelelehan plastis (*flow*), dan dapat dilihat pada persamaan 15 berikut:

$$MQ = \frac{q}{r} \quad \text{(kg/mm)} \qquad (15)$$

Keterangan :

q = stabilitas (kg)

r = *flow* (mm)

MQ = *marshall quotient* (kg/mm)

3.6 Indek Penetrasi (PI)

Untuk menyatakan hubungan perubahan viskositas aspal terhadap temperatur umumnya dinyatakan dalam indek penetrasi (PI). Salah satu penggunaan *additive* jenis *alkyl diethanolamide* adalah untuk mengidentifikasikan kepekaan aspal terhadap temperatur.

Menurut *The Shell Bitumen HandBook* (1990) :

$$PI = \frac{1952 - 500 \log pen - 20SP}{50 \log pen - SP - 120} \quad (16)$$

Keterangan :

pen = nilai penetrasi aspal

SP = titik lembek aspal

3.7 *Immersion Test*

Immersion test atau uji perendaman bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Uji perendaman ini mengacu pada AASHTO T.165 – 82.

Hasil perhitungan indek tahanan campuran aspal adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 0,5 jam yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam, seperti tercantum pada persamaan 17 :

$$\textit{Index of retained strenght} = \frac{S2}{S1} \times 100\% \quad (17)$$

Keterangan :

S1 = stabilitas setelah direndam selama 0,5 jam (kg)

S2 = stabilitas setelah direndam selama 24 jam (kg)

Apabila index tahanan campuran lebih atau sama dengan 75% seperti yang telah disyaratkan, campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.

3.8 Nilai Kohesi

Nilai kohesi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Nilai kohesi didapatkan dengan melakukan pengujian dengan menggunakan alat *Cohessiometer* yang direkomendasikan oleh *The Asphalt Institute*, 1983 untuk kriteria disain metode *Hveem* adalah seperti tabel 3.6 berikut :

Tabel 3.6 Persyaratan rencana perkerasan metode *hveem*

No	Nilai	Lalu Lintas		
		Ringan	Sedang	Berat
1	*Stabilometer (kg cm²)*	30	35	37
2	*Cohessiometer(gram inci²)*	50	50	50
3	*Swell (mm)*	0,75	0,75	0,75

Sumber : *The Asphalt Institute*, 1983

Nilai kohesi campuran dapat dihitung dengan persamaan 18 berikut :

$$C = \frac{L}{W(0{,}20H + 0{,}044H^2)} \qquad (18)$$

Keterangan :

C = Nilai kohesi (gr/inci ²)

L = Berat shot (bola-bola baja) (gr)

W = Diameter atau lebar sampel (inci)

H = Tebal sampel (inci)

BAB IV

HIPOTESIS

Dalam penelitian ini dikemukakan hipotesis, bahwa campuran *hot rolled asphalt* (HRA) dengan penambahan *alkyl diethanolamide* sebagai *additive* dapat memberikan peningkatan kualitas campuran dilihat dari karakteristik *marshall* dan nilai kohesinya, dibandingkan dengan campuran *hot rolled asphalt* (HRA) tanpa penambahan *alkyl diethanolamide* sebagai *additive*.

BAB V

METODE PENELITIAN

Metoda penelitian yang dilakukan termasuk dalam analisis kuantitatif. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil berupa angka-angka yang akan diklasifikasikan dalam kategori tertentu. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium.

5.1 Pelaksanaan Penelitian

5.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium. Untuk uji *marshall standard* dan *immersion test* dilakukan di laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Sedangkan untuk uji nilai kohesi dilakukan di laboratorium Teknik Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

5.1.2 Asal Bahan

1. Agregat berasal dari *Quarry* Clereng, Kulon Progo dan diolah dengan mesin *Stone Crusher* oleh PT. Selo Arta Mas, Yogyakarta.
2. Aspal AC 60/70 produksi Pertamina.
3. *Alkyl diethanolamide* produksi PT. Siskem Chemical, Tambun, Bekasi.

5.1.3 Peralatan Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Seperangkat alat uji pemeriksaan fisik yang meliputi mesin *Los Angeles*, saringan standar, dan tabung *sand equivalent*.
2. Alat uji pemeriksaan fisik aspal meliputi alat ukur penetrasi aspal, daktilitas aspal, titik lembek, titik nyala dan uji kehilangan berat.
3. Seperangkat alat uji karakteristik campuran metode *marshall*, meliputi alat tekan yang meliputi *proving ring* berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound), arloji pengukur stabilitas, arloji pengukur kelelehan *(flow meter)* dengan ketelitian 0,25 mm, serta dilengkapi dengan alat penunjang seperti penumbuk *(compactor)*, bak perendaman *(water bath)*, *ejector*, termometer, oven, kompor pemanasan, spatula, timbangan dengan ketelitian 0,001 gram dan alat penunjang lainnya.
4. Seperangkat alat uji kohesi, yaitu *Cohessiometer Reinhart Cat. No. 100*, yang dilengkapi dengan termometer, besi pemberat dan timbangan.

5.2 Pemeriksaan Bahan

5.2.1 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan bahan yang dilakukan meliputi :

1. Keausan agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Prosedur pemeriksaan mengikuti PB-0206-76.

2. Penyerapan agregat terhadap air

Pemeriksaan ini untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air. Prosedur pemeriksaan mengikuti PB-0202-76

3. Berat jenis

Besarnya berat jenis agregat sangat penting dalam perencanaan campuran karena pada umumnya lapis perkerasan direncanakan berdasarkan perbandingan berat dalam menentukan banyaknya pori. Prosedur pemeriksaan mengikuti PB-0202-76 untuk berat jenis agregat halus.

4. *Sand equivalent*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu yang menyerupai lempung pada agregat halus. Prosedur pemeriksaan mengikuti AASHTO T176-73

5. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PB-0205-76.

5.2.2 Pemeriksaan Aspal

1. Penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan memasukkan jarum dengan pembebanan tertentu pada waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu. Prosedur ini mengikuti PA-0301-76

2. Titk nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Syarat minimum dari pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0303-76.

3. Titik lembek

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai

mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viskositas yang rendah. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0300-76.

4. Daktilitas

Pemeriksan ini dilakukan untuk mengetahui nilai elastisitas aspal Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76.

5. Kelarutan dalam CCL4

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *carbon tetra chloride*. Prosedur penelitian ini mengikuti PA-0305-76.

5.3 Pembuatan Campuran

Bahan-bahan untuk penelitian ini terdiri dari agregat kasar, halus dan aspal yang diuji terlebih dahulu sebelum digunakan untuk campuran *hot rolled asphalt*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi persyaratan seperti yang telah ditentukan.

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat. Spesifikasi saringan yang dipakai dapat dilihat pada tabel 1 – 3. Kemudian setelah penyaringan selesai, dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan oleh spesifikasi.

Pada penelitian ini dibuat 48 benda uji. Tiap-tiap variasi dibuat 3 benda uji dan diberi penomoran A, B, C. Adapun perinciannya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mencari kadar aspal optimum (KAO), dibuat 5 variasi kadar aspal yaitu 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Jumlah sampel = 5 x 3 = 15 benda uji.
2. Untuk mencari kadar *alkyl diethanolamide* optimum pada KAO, dibuat 5 variasi kadar *alkyl diethanolamide*, yaitu 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% dan 0,5%. Jumlah sampel = 5 x 3 = 15 benda uji.
3. Untuk *immersion test*, pada KAO dengan dan tanpa penambahan *alkyl diethanolamide* pada kadar optimum, dibuat sampel = 4 x 3 = 12 benda uji.
4. Untuk pengujian kohesi pada KAO dengan dan tanpa penambahan *alkyl diethanolamide* pada kadar optimum dibuat sampel = 2 x 3 = 6 benda uji.

5.3.1 Campuran Aspal Biasa

1. Persiapan pencampuran

Setiap benda uji yang merupakan campuran aspal dengan agregat mempunyai berat 1200 gram dengan pemakaian variasi kadar aspal 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Agregat kemudian dimasukkan ke dalam wajan dan dipanaskan hingga mencapai suhu 170°C dan diaduk dengan spatula sehingga agregatnya tercampur secara merata. Aspal dipanaskan hingga mencapai suhu 155°C dan aspal yang diperlukan sesuai dengan variasi pemakaian kadar aspal yang kemudian dituangkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan sesuai dengan suhu diatas kemudian diaduk hingga agregat terselimuti oleh aspal secara merata pada proses pemanasan sampai suhu 170°C.

Adapun pemakaian kadar aspal terhadap berat agregat adalah sebagai berikut :

a. Kadar aspal 4%, dengan berat aspal 48 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan 3 benda uji, dan berat agregat adalah 1152 gram.

b. Kadar aspal 5%, dengan berat aspal 60 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan 3 benda uji, dan berat agregat adalah 1140 gram.

c. Kadar aspal 6%, dengan berat aspal 72 gram terhadap berat agregat sebanyak 1200 gram dengan pembuatan 3 benda uji, dan berat agregat adalah 1128 gram.

d. Kadar aspal 7%, dengan berat aspal 84 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan 3 benda uji, dan berat agregat adalah 1116 gram.

e. Kadar aspal 8%, dengan berat aspal 96 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan 3 benda uji, dan berat agregat adalah 1104 gram.

Dibawah ini adalah tabel rencana pembuatan campuran aspal biasa :

Tabel 5.1 Rencana pembuatan campuran aspal biasa

Berat Agregat		Berat aspal		Total berat campuran
%	gram	%	gram	gram
96	1152	4	48	1200
95	1140	5	60	1200
94	1128	6	72	1200
93	1116	7	84	1200
92	1104	8	96	1200

2. Pemadatan benda uji

a. Cetakan benda uji mold dibersihkan dan diolesi dengan paselin atau minyak pelumas pada bagian dalamnya yang kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu antara 90° sampai 149,5°C.

b. Batang penumbuk dibersihkan dan bagian bawah batang penumbuk diolesi dengan paselin atau minyak pelumas dan bagian dalam pegangan penumbuk juga diolesi paselin atau minyak pelumas agar penumbuk bisa jatuh bebas.

c. Selembar ketas penghisap yang sudah digunting sesuai dengan ukuran diletakkan dibagian bawah cetakan kemudian benda uji dimasukkan sepertiga dari volume cetakan dan ditusuk dengan spatula, jika sudah selesai, diisi lagi dan selalu ditusuk-tusuk sampai benda uji masuk ke dalam cetakan.

d. Cetakan mold diletakkan diatas dudukannya (landasan) pemadatan. Pemadatan dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing sebanyak 75 tumbukan, setelah tumbukan pertama selesai, benda uji dibalik dan ditumbuk lagi sebanyak 75 tumbukan.

e. Sesudah pemadatan selesai, benda uji didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan *ejector hydrolic pump* lalu didiamkan sampai mencapai suhu ruangan.

5.3.2 Campuran Aspal Dengan *Alkyl Diethanolamide*

1. Persiapan pencampuran

Setiap benda uji, pada kadar aspal optimum yang telah didapat dari hasil pengujian pembuatan campuran aspal biasa, kemudian ditambahkan *alkyl diethanolamide* sebanyak 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% dan 0,5% terhadap kadar aspal optimum. Agregat kemudian dimasukkan kedalam wajan dan dipanaskan hingga mencapai suhu 170°C dan diaduk dengan spatula sehingga agregatnya tercampur secara merata. Aspal dipanaskan hingga mencapai suhu 155°C dan aspal yang diperlukan yaitu berat pada kadar aspal optimum dituangkan kedalam agregat yang

sudah dipanaskan sesuai dengan suhu diatas dan kemudian dilakukan penambahan *alkyl diethanolamide* pada kadar yang telah ditentukan diatas lalu diaduk hingga agregat terselimuti oleh aspal secara merata pada proses pemanasan sampai suhu 170°C. Adapun penambahan *alkyl diethanolamide* pada kadar aspal optimum terhadap berat agregat sebagai berikut :

a. Kadar *alkyl diethanolamide* 0,1%, terhadap berat aspal pada kadar aspal optimum dengan pembuatan 3 benda uji.
b. Kadar *alkyl diethanolamide* 0,2%, terhadap berat aspal pada kadar aspal optimum dengan pembuatan 3 benda uji.
c. Kadar *alkyl diethanolamide* 0,3%, terhadap berat aspal pada kadar aspal optimum dengan pembuatan 3 benda uji.
d. Kadar *alkyl diethanolamide* 0,4%, terhadap berat aspal pada kadar aspal optimum dengan pembuatan 3 benda uji.
e. Kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, terhadap berat aspal pada kadar aspal optimum dengan pembuatan 3 benda uji.

Dibawah ini adalah tabel pembuatan campuran dengan a*lkyl diethanolamide*:

Tabel 5.2. Rencana pembuatan campuran aspal dengan a*lkyl diethanolamide*

Berat aspal	Berat *additive*	Total berat campuran
KAO	0,1% x KAO	1200 gram + berat *additive*
KAO	0,2% x KAO	1200 gram + berat *additive*
KAO	0,3% x KAO	1200 gram + berat *additive*
KAO	0,4% x KAO	1200 gram + berat *additive*
KAO	0,5% x KAO	1200 gram + berat *additive*

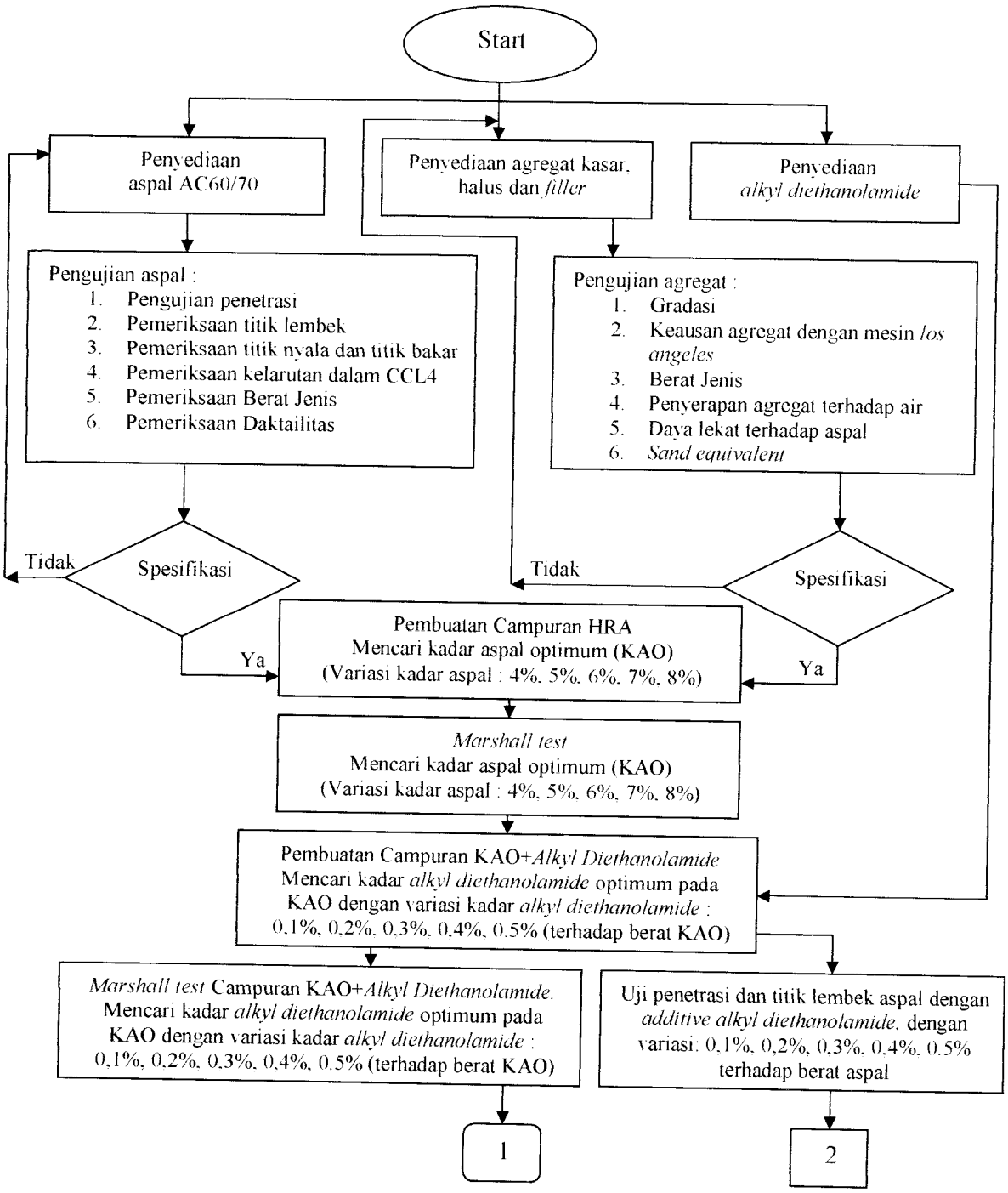
2.Pemadatan benda uji

Proses pemadatan benda uji pada campuran aspal dengan bahan tambah *alkyl*

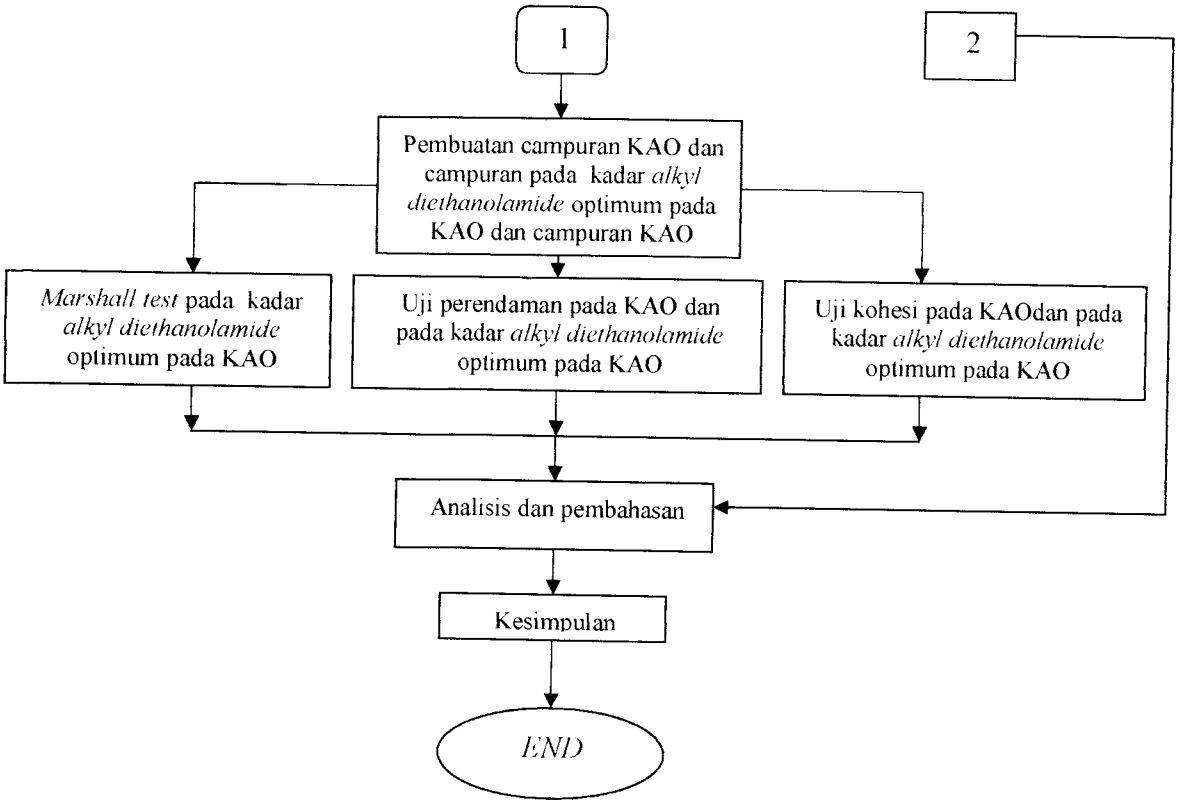
diethanolamide sama dengan proses pemadatan pada campuran aspal tanpa bahan tambah *alkyl diethanolamide.*

5.4 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan alur seperti pada gambar 5.1 berikut:



Gambar 5.1 Bagan alur penelitian laboratorium



Gambar 5.2 Lanjutan bagan alur penelitian laboratorium

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

6.1.1 Hasil Pengujian Agregat

Dari serangkaian pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, diperoleh data pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987 seperti tercantum pada tabel 6.1 dan 6.2. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1 sampai dengan lampiran 5.

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.

No	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat
1	Keausan dengan mesin *Los Angeles*	**34,88%**	≤ 40%
2	Kelekatan Agregat terhadap aspal	**99%**	≥ 95%
3	Penyerapan air	**1,675%**	≤ 3%
4	Berat jenis Agregat Kasar	**2,685**	≥ 2,5

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

Tabel 6.2. Hasil pemeriksaan agregat halus.

No	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat
1	Nilai *Sand Equivalent*	**70,845 %**	≥ 50 %
2	Penyerapan air	**2,67%**	≤ 3 %
3	Berat Jenis Agregat Halus	**2,66**	≥ 2,5

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

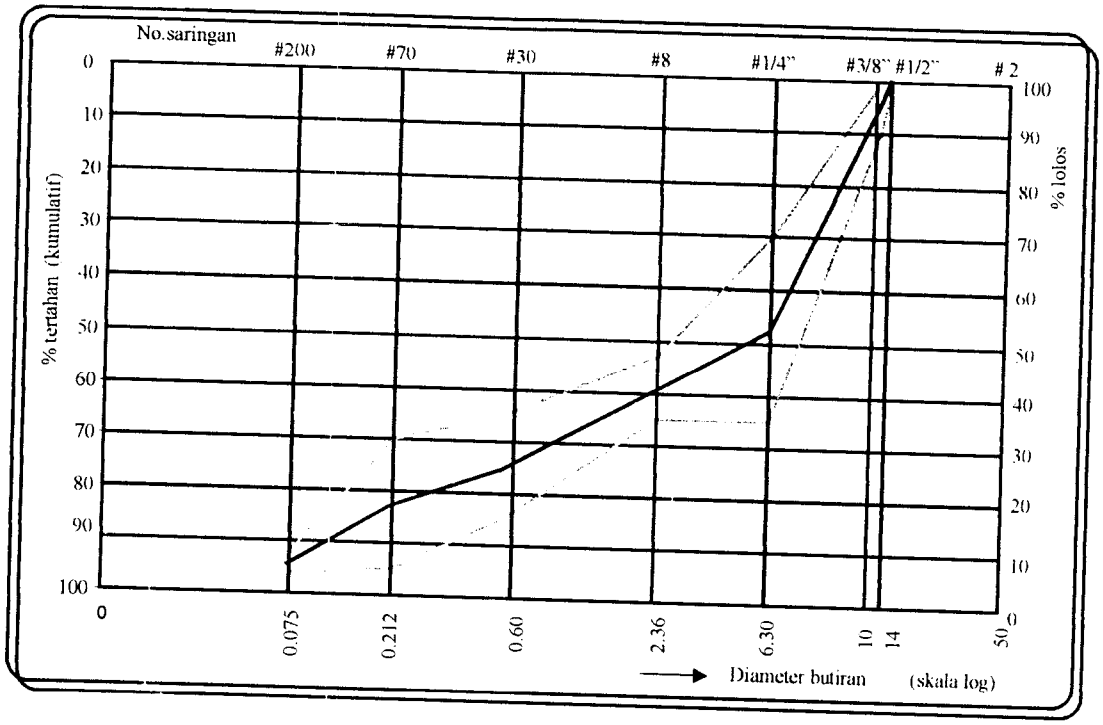
Dibawah ini adalah hitungan analisa saringan pada variasi kadar aspal 4%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 22 hingga lampiran 27.

- Berat aspal + agregat = 1200 gram
- Berat aspal = 4% x 1200 = 48 gram
- Berat agregat = 1200 – (4% x 1200) gram = 1152 gram

Berat agregat untuk masing-masing saringan :

- tertahan saringan 10mm (3/8") = 57,5 gr = (57,6/1152)x 100 = 5%
- tertahan saringan 6.3mm (1/4") = 489,6 gr = (489,6/1152)x 100 = 42,5%

- tertahan saringan 2.36mm (#8) = 132,48 gr = (132,48/1152)x100 = 11,5%
- tertahan saringan 0.60mm (#30) = 184,32gr =(184,32/1152)x100 = 16%
- tertahan saringan 0.212mm (#70) = 86,4gr = (86,4/1152)x100 = 7,5%
- tertahan saringan 0.0.75mm (#200) = 132,48 gr = (132,48/1152)x100 = 11,5%
- pan (lolos saringan 0.0.75mm (#200)) = 69,12 gr =(69,12/1152)x100 = 6%



Gambar 6.1 Grafik gradasi agregat pada variasi kadar aspal 4%

6.1.2 Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras AC 60/70 yang diproduksi oleh PT Pertamina Cilacap. Dari pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, diperoleh data-data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 seperti tercantum dalam tabel 6.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6 sampai dengan lampiran 11.

Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan AC 60/70.

No	Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi	**64,2**	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek	**50**	48	58	°C
3	Titik nyala	**312**	200	-	°C
4	Titik bakar	**325**	200	0,8	°C
5	Kelarutan dalam CCL4	**99,167**	99	-	% berat
6	Daktilitas	**165**	100	-	cm
7	Berat jenis	**1,0526**	1	-	-

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

Hasil pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 menunjukkan bahwa aspal yang digunakan telah memenuhi syarat yang ditetapkan.

6.1.3 Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal

Dari hasil pengujian di laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, diperoleh nilai stabilitas, dan *flow*. Dengan data yang ada diperoleh nilai *void in total mix* (VITM), *void filled with asphalt* (VFWA), *void in mineral agregate* (VMA) dan *marshall quotient* (MQ).

6.1.3.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Tanpa Bahan Tambah

Hasil pemeriksaan campuran tanpa bahan tambah yang diperoleh dari uji *marshall* dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut ini. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 28.

Tabel 6.4. Hasil pengujian *marshall* dengan variasi kadar aspal 4% hingga 8%.

No	Kadar Aspal (%)		Stabilitas (kg)	*Flow* (mm)	*Density* (gr/cc)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	MQ (kg/mm)
1	4	A	1501,47	0,70	2,34	7,19	55,29	16,07	2144,963
		B	1415,33	1,38	2,19	13,11	38,82	21,43	1025,599
		C	1444,68	1,80	2,25	10,68	44,46	19,24	802,598
Rata-rata			**1453,83**	**1,29**	**2,26**	**10,33**	**46,19**	**18,91**	**1324,386**
2	5	A	1419,95	1,85	2,33	6,26	63,85	17,32	767,538
		B	1688,72	1,55	2,33	6,24	63,95	17,30	1089,495
		C	1759,37	2,25	2,33	6,16	64,26	17,23	781,944
Rata-rata			**1622,68**	**1,88**	**2,33**	**6,22**	**64,02**	**17,28**	**879,659**
3	6	A	1832,85	1,40	2,37	3,39	79,93	16,87	1309,180
		B	1777,31	2,35	2,38	2,73	83,28	16,30	756,302
		C	1837,10	2,72	2,39	2,46	84,70	16,07	675,404
Rata-rata			**1815,75**	**2,16**	**2,38**	**2,86**	**82,64**	**16,42**	**913,628**
4	7	A	1610,69	3,97	2,39	1,14	93,30	17,01	405,715
		B	1962,45	4,30	2,40	0,70	95,78	16,65	456,383
		C	1955,04	5,15	2,39	0,89	94,72	16,80	379,620
Rata-rata			**1842,73**	**4,47**	**2,39**	**0,91**	**94,60**	**16,82**	**413,906**
5	8	A	1692,15	5,15	2,37	0,41	97,79	18,43	328,572
		B	1444,06	6,40	2,38	0,08	99,54	18,17	225,635
		C	1684,74	4,45	2,36	0,79	95,78	18,75	378,594
Rata-rata			**1606,98**	**5,33**	**2,37**	**0,43**	**97,70**	**18,45**	**310,934**

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

Contoh hitungan :

Kadar aspal 4%, sampel A:

- γw = *density* air = 1.000 (kg/m^3) = 1gr/cc
- Tinggi sampel = 62,9 mm
- a = % aspal terhadap batuan = (b/(100–b))*100 = (4/(100-4))*100 = 4,167%
- b = % aspal terhadap campuran = 4,0%
- c = berat kering = 1188 gram
- d = berat basah jenuh (SSD) = 1194 gram
- e = berat di dalam air = 686 gram
- f = (d – e)/ γw = (1194 gr - 686 gr) / 1(gr/cc) = 508 cc
- g = *density* = c / f = 1188 / 508 = 2,34 gr/cc

- h = BJ maksimum (teoritis) = { 100 : (% agregat/Bj agregat + % aspal/Bj aspal)}= 100/((100 – b) / 2,675 + b/1,0526) = 100/((100- 4) / 2,675 + 4/1,0526) = 2,52
- i = (b x g) / Bj aspal = (4 x 2,34) / 1,0526 = 8,89 %
- j = (100 – b) x g / Bj agregat = (100 – 4) x 2,34 / 2,675 = 83,93 %
- k = VITM = (100 – i – j) = 100 – 8,89 – 83,93 = 7,19 %
- l = VMA = (100 – j) = 100 – 83,93 = 16,07 %
- m = VFWA = 100 x (i / l) = 100 x (8,89 / 16,07) = 55,29 %
- n = 100 – {100 x (g/h)} = 100 – {100 x (2,34 / 2,52)} = 7,19 %
- o = pembacaan arloji stabilitas = 425
- p = o x kalibrasi proving ring = 425 x 3,397 = 1443,73 kg
- q = stabilitas = p x koreksi tebal benda uji = 1443,73 x 1,04 = 1501,47 kg
- r = pembacaan arloji *flow* = 0,70 mm
- QM = q / r = 1501,47 / 0,70 = 2144,963 kg/mm

Persentase volume rongga dalam campuran berdasarkan perbandingan volume:

- γw = *density* air = 1.000 (kg/m^3)
- MB = persentase berat aspal dari total campuran (%) = 4 %
- MA = persentase berat agregat dari total campuran (%) = 96 %
- Gb = berat jenis aspal = 1,0526
- Ga = berat jenis agregat = 2,674
- γm = *density* campuran yang telah dipadatkan (kg/m^3) = 2340 kg/m^3
- $\gamma max = \frac{(100*\gamma w)}{\{(MB/Gb) + (MA/Ga)\}} = \frac{(100*1000)}{\{(4/1,0526) + (96/2,674)\}} = 2518,828$ kg/m^3

- VV = persentase volume udara (%)

  = (γmax-γm)/ γmax = (2518,828 - 2340)/ 2518,828 = 0,071 = 7,1%

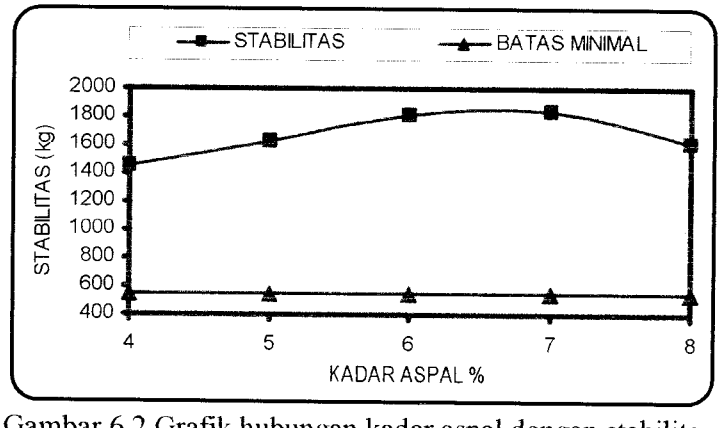
- V_B = persentase volume aspal (%)

$$= \frac{\{(100 - VV) * (MB/Gb)\}}{\{(MB/Gb) + (MA/Ga)\}} = \frac{\{(100-7,1)*(4/1,0526)\}}{\{(4/1,0526) + (96/2,674)\}} = 8,891\%$$

- V_{MA} = persentase volume rongga dalam campuran

  = V_B + VV = 8,891%+ 7,1% = 15,991%

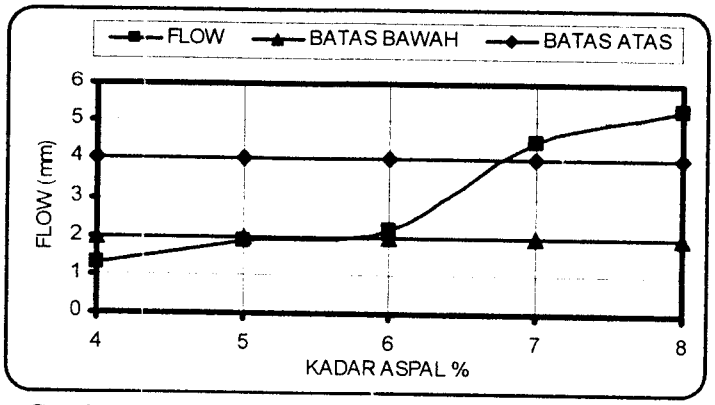
Dari data tabel 6.4 diatas dibuat grafik nilai stabilitas, *flow*, *density*, VITM, VFWA, VMA dan *marshall quotient* seperti pada gambar 6.2 sampai dengan 6.8 berikut ini.



Gambar 6.2 Grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas.

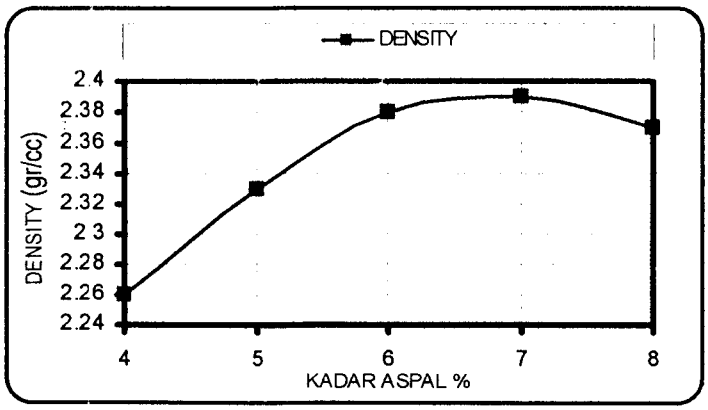
Dari hasil penelitian, stabilitas meningkat seiring dengan bertambahnya proporsi aspal hingga kadar aspal 7%, kemudian mengalami penurunan dengan bertambahnya lagi kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan dari stabilitas, dimana stabilitas akan mengalami peningkatan hingga batas tertentu dan kemudian turun kembali. Hal ini disebabkan karena aspal yang awalnya berfungsi sebagai bahan

pengikat antar agregat dalam campuran, berubah fungsinya sebagai pelicin setelah batas optimum. Walaupun demikian, pada semua kadar aspal dalam penelitian ini nilai stabilitasnya memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga 1987, yaitu $\geq$ 550 kg.



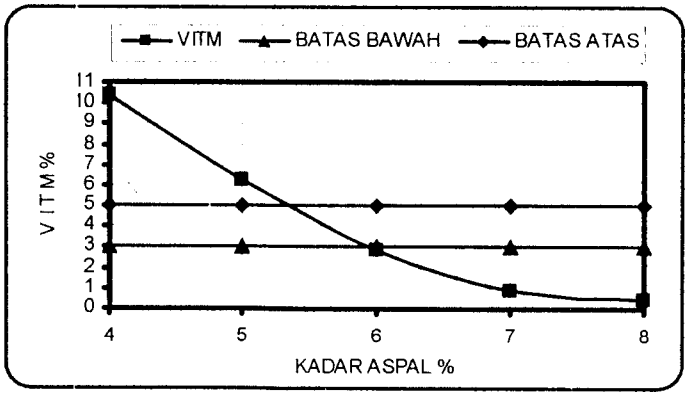
Gambar 6.3 Grafik hubungan kadar aspal dengan *flow*.

Dari hasil penelitian, nilai *flow* mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai *flow* yang akan meningkat seiring dengan bertambahnya persentase kadar aspal. *Flow* dapat dijadikan sebagai indikator terhadap lentur, dimana *flow* menunjukkan tingkat fleksibilitas dari perkerasan. Bertambahnya kadar aspal menyebabkan berkurangnya kemampuan perkerasan menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang, karena tingkat kekakuan yang rendah dan fleksibilitas yang meningkat. Persyaratan pada Bina Marga 1987 terpenuhi pada kadar aspal 5,42% hingga 6,796%.



Gambar 6.4 Grafik hubungan kadar aspal dengan *density*.

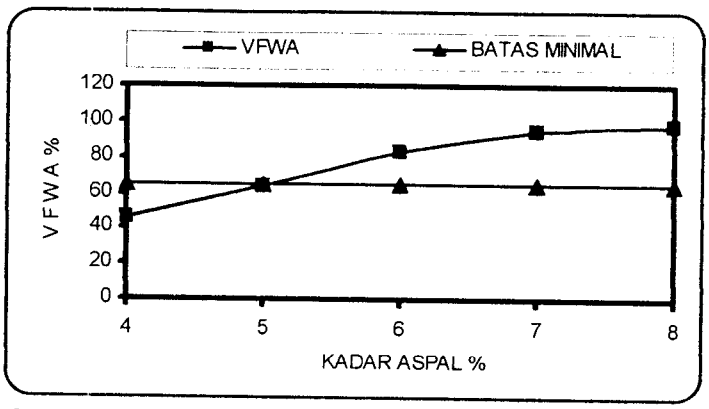
Dari hasil penelitian, nilai *density* mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kadar aspal. Pada grafik di atas, pada kadar aspal 4% hingga 7% nilai *density* mengalami peningkatan, dan kemudian turun kembali. Penurunan ini disebabkan karena aspal yang aspal yang awalnya berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat dalam campuran, berubah fungsinya sebagai pelicin setelah batas optimum, sehingga nilai *density* akan mengalami penurunan.



Gambar 6.5 Grafik hubungan kadar aspal dengan VITM.

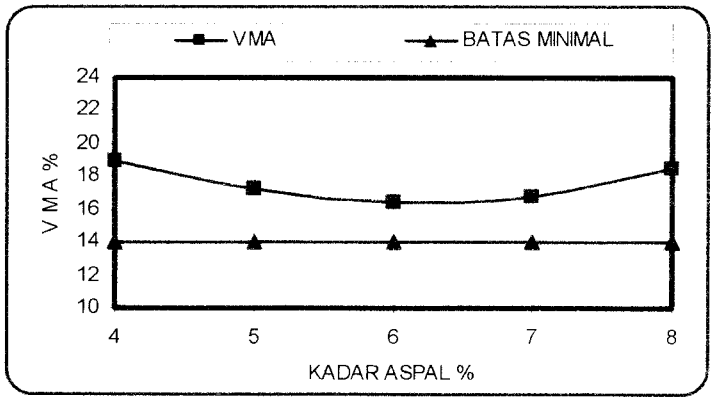
Dari hasil penelitian, nilai VITM mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan VITM yang akan terus turun bila kadar aspal yang digunakan semakin besar. Terjadinya penurunan

nilai VITM disebabkan rongga dalam campuran telah terisi oleh aspal, sehingga persentase rongga yang ada di dalam campuran semakin kecil. Berdasarkan persyaratan nilai VITM pada Bina Marga 1987, maka kadar aspal yang memenuhi persyaratan yaitu pada kadar 5,36% hingga 5,958%.



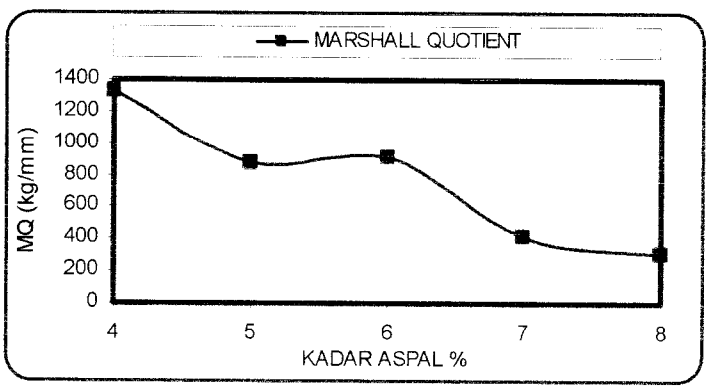
Gambar 6.6 Grafik hubungan kadar aspal dengan VFWA.

Dari hasil penelitian, nilai VFWA mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai VFWA, yaitu mengalami peningkatan dengan bertambahnya persentase kadar aspal. Menurut persyaratan Bina Marga 1998, nilai VFWA minimal 65%, terpenuhi pada kadar aspal 5,05%. Namun pada penelitian ini nilai VFWA tidak digunakan untuk mencari kadar aspal optimum (KAO), karena persyaratan yang digunakan mengacu pada Bina Marga 1987.



Gambar 6.7 Grafik hubungan kadar aspal dengan VMA.

Dari hasil penelitian, nilai VMA menunjukkan penurunan hingga kadar aspal 6%, kemudian mengalami peningkatan dengan bertambahnya persentase kadar aspal. Penurunan ini dikarenakan oleh faktor pemadatan, yang dapat dilihat pada turunnya nilai *density*, yang ditandai dengan turunnya volume benda uji setelah dipadatkan. Peningkatan kembali VMA ini dikarenakan oleh makin tebalnya *film* aspal yang menyelimuti agregat yang mengakibatkan jarak antar agregat menjadi lebih besar, dan pemadatan yang kurang sempurna. Pada penelitian ini, pada kadar aspal 4% hingga 8%, nilai VMA memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan Bina Marga 1987, yaitu $\geq$ 14%



Gambar 6.8 Grafik hubungan kadar aspal dengan *marshall quotient.*

Dari hasil penelitian, *marshall quotient* menunjukkan penurunan. Hal ini tidak sesuai dengan kecenderungannya, yaitu mengalami peningkatan sampai batas optimum dan kemudian mengalami penurunan kembali setelah batas optimum. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pengaruh nilai stabilitas dan nilai *flow*, karena nilai nilai *marshall quotient* merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai *flow*. Nilai *marshall quotient* dapat dijadikan parameter kemampuan perkerasan dalam menahan deformasi, yaitu bila mengalami penurunan maka menyebabkan perkerasan menjadi lebih fleksibel dan kurang kaku.

Setelah didapat data dari gambar 6.2 sampai 6.8, maka dilakukan perhitungan kadar aspal optimum yang mengacu pada metode dan persyaratan Bina Marga yang sesuai pada tabel 6.5 berikut ini.

Tabel 6.5 Spesifikasi *marshall properties* untuk lalu lintas tinggi.

No	Spesifikasi Jenis Pemeriksaan	Persyaratan
1	Stabilitas (kg)	550
2	*Flow* (mm)	2 - 4
3	VITM (%)	3 - 5
4	VMA (%)	≥ 14

Tabel 6.6 Kadar aspal optimum.

Karakteristik	Kadar Aspal Dalam Campuran
Stabilitas (kg)	4% 5% 6% 7% 8%
Flow (mm)	
VITM (%)	
VMA (%)	
Kadar Aspal Optimum	5,42% 5,958% 5,689%

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

6.1.3.2 Hasil Pemeriksaan Campuran Dengan *Additive Alkyl Diethanolamide*

Hasil pemeriksaan campuran aspal dengan penambahan *additive alkyl diethanolamide* pada kadar aspal optimum (KAO) untuk masing-masing variasi *alkyl diethanolamide* dapat dilihat pada tabel 6.7 berikut ini. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 29.

Tabel 6.7. Hasil pengujian *marshall* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide*, dengan variasi kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% terhadap berat aspal, pada KAO.

No.	KAO	*Alkyl Diethanolamide* (%)		Stabilitas (kg)	*Flow* (mm)	*Density* (gr/cc)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	MQ (kg/mm)
1	5,689	0,0	A	1469,68	2,76	2,3735	3,49	7,861	1,632	532,492
			B	1377,82	2,42	2,3526	4,34	7,455	1,706	569,348
			C	1501,47	2,73	2,3693	3,66	7,776	1,647	549,990
Rata-rata				**1449,66**	**2,64**	**2,3650**	**3,83**	**7,697**	**1,661**	**550,610**
2	5,689	0,1	A	1536,80	2,55	2,3722	3,54	7,835	1,636	602,668
			B	1522,67	2,60	2,3567	4,17	7,532	1,691	585,643
			C	1579,20	2,45	2,3527	4,34	7,457	1,705	644,570
Rata-rata				**1546,22**	**2,53**	**2,3610**	**4,02**	**7,608**	**1,678**	**610,960**
3	5,689	0,2	A	1603,93	2,12	2,3453	4,64	7,322	1,731	756,570
			B	1692,25	2,42	2,3587	4,09	7,570	1,684	699,277
			C	1635,72	2,35	2,3600	4,04	7,595	1,679	696,053
Rata-rata				**1643,97**	**2,30**	**2,3550**	**4,26**	**7,495**	**1,698**	**717,300**
4	5,689	0,3	A	1713,45	2,15	2,3553	4,23	7,505	1,696	796,952
			B	1653,39	1,95	2,3480	4,53	7,370	1,722	847,891
			C	1692,25	2,31	2,3540	4,28	7,481	1,701	732,576
Rata-rata				**1686,36**	**2,14**	**2,3520**	**4,35**	**7,452**	**1,706**	**792,473**
5	5,689	0,4	A	1695,78	2,16	2,3513	4,39	7,431	1,710	785,084
			B	1667,52	2,13	2,3526	4,34	7,455	1,706	782,873
			C	1536,80	1,92	2,3426	4,75	7,274	1,741	800,418
Rata-rata				**1633,37**	**2,07**	**2,3490**	**4,49**	**7,386**	**1,719**	**789,459**
6	5,689	0,5	A	1713,45	2,51	2,3327	5,15	7,100	1,776	682,648
			B	1724,05	2,26	2,3480	4,53	7,370	1,722	762,852
			C	1738,18	2,34	2,3370	4,96	7,180	1,759	742,811
Rata-rata				**1725,22**	**2,37**	**2,3390**	**4,88**	**7,217**	**1,752**	**729,437**

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

Contoh hitungan :

KAO (5,689%) pada variasi *additive alkyl diethanolamide* 0,1 %, sampel A :

- γw = *density* air = 1.000 (kg/m^3) = 1gr/cc
- tinggi sampel = 62,7 mm
- a = (b/(100–b))*100 = (5,689/(100-5,689))*100 = 6,032%
- b = % aspal terhadap campuran = 5,689%
- c = berat kering = 1182 gram
- d = berat basah jenuh (SSD) = 1185 gram
- e = berat di dalam air = 687 gram
- f = (d – e)/ γw = (1185 gram- 687 gram) / 1 (gr/cc) = 498 cc
- g = *density* = c / f = 1182 / 498 = 2,37 gr/cc
- h = BJ maksimum (teoritis) = { 100 : (% agregat/Bj agregat + % aspal/Bj aspal)}= 100/((100 – b) / 2,675 + b/1,0526) = 100/((100- 5,689) / 2,675 + 5,689/1,0526) = 2,46
- i = (b x g) / Bj aspal = (5,689 x 2,37) / 1,0526 = 12,83 %
- j = (100 – b) x g / Bj agregat = (100 – 5,689) x 2,37 / 2,675 = 83,68 %
- k = VITM = (100 – i – j) = 100 – 12,83 – 83,68 = 3,49 %
- l = VMA = (100 – j) = 100 – 83,68 = 16,32 %
- m = VFWA = 100 x (i / l) = 100 x (12,83 / 16,32) = 78,61 %
- n = 100 – {100 x (g/h)} = 100 – {100 x (2,37 / 2,46)} = 3,49 %
- o = pembacaan arloji stabilitas = 416
- p = o x kalibrasi proving ring = 416 x 3,397 = 1413,150 kg
- q = stabilitas = p x koreksi tebal benda uji = 1413,150 x 1,04 = 1469,680 kg
- r = pembacaan arloji *flow* = 2,76 mm

- QM = q / r = 1469,680 / 2,76 = 532,492 kg/mm

Persentase volume rongga dalam campuran berdasarkan perbandingan volume:

- γw = *density* air = 1.000 (kg/m^3)
- MB = persentase berat aspal dari total campuran (%) = 4%
- MA = persentase berat agregat dari total campuran (%) = 96%
- Gb = berat jenis aspal = 1,0526
- Ga = berat jenis agregat = 2,674
- γm = *density* campuran yang telah dipadatkan (kg/m^3) = 2373 kg/m^3
- $$\gamma max = \frac{(100*\gamma w)}{(MB/Gb) + (MA/Ga)} = \frac{(100*1000)}{(5,689/1,0526) + (94,311/2,674)}$$

  = 2458,573 kg/m^3

- VV = persentase volume udara (%)

  = (γmax-γm)/ γmax = (2458,573 – 2373)/ 2458,573 = 0,0575 = 5,75%

- V_B = persentase volume aspal (%)

  $$= \frac{(100 - VV) * (MB/Gb)}{(MB/Gb) + (MA/Ga)} = \frac{(100-5,75)*(5,689/1,0526)}{(5,689/1,0526) + (94,311/2,674)} = 12,523\%$$

- V_{MA} = persentase volume rongga dalam campuran

  = V_B + VV = 12,523%+ 5,75% = 18,273%

Dari data diatas, kemudian ditentukan kadar *additive alkyl diethanolamide* optimum sesuai ketentuan dari Bina Marga 1987 , dengan cara grafis yang dapat dilihat pada tabel 6.8 berikut.

Tabel 6.8 Kadar *alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.

Karakteristik	**Kadar *Alkyl Diethanolamide* Dalam Campuran KAO**					**Syarat Bina Marga 1987**
	0.1 %	**0.2 %**	**0.3 %**	**0.4 %**	**0.5 %**	
Stabilitas (kg)						≥ 550
Flow (mm)						2 – 4 (mm)
VITM (%)						3 – 5 (%)
VMA (%)						≥ 14
Kadar *alkyl diethanolamie* optimum	0.1 %		0,3%		0.5 %	

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

Dari tabel 6.8 diatas, didapat kadar *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO, yaitu 0.3 %.

6.1.3.3 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Dan Titik Lembek Aspal Dengan *Additive Alkyl Diethanolamide*

Hasil pemeriksaan penetrasi dan titik lembek aspal tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* dapat dilihat pada tabel 6.9 berikut ini. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 12 sampai dengan lampiran 21.

Tabel 6.9 Hasil uji penetrasi dan titik lembek aspal tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide.*

No.	**Jenis Pemeriksaan**	**Kadar *Alkyl Diethanolamide***						**Satuan**
		0.0%	**0.1%**	**0,2%**	**0,3%**	**0,4%**	**0,5%**	
1	Penetrasi (25°C , 5 detik)	64,2	62,5	57,3	56,5	55,8	50,9	mm
2	Titik lembek	50	51	51,5	52	53	54	°C
3	Indek Penetrasi	-0,605	-0,419	-0,513	-0,426	-0,218	-0,210	-

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005..

Contoh hitungan :

Indek penetrasi pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,0% :

$$PI = \frac{1952 - 500 \log pen - 20SP}{50 \log pen - SP - 120} = \frac{1952 - 500 \log 64{,}2 - 20x50}{50 \log 64{,}2 - 50 - 120} = -0{,}605$$

6.1.3.4 Hasil Pengujian Rendaman (*Immersion Test*)

Hasil pengujian *marshall* dengan rendaman 0,5 jam dan 24 jam pada KAO, tanpa dan dengan penambahan *alkyl diethanolamide* optimum dapat dilihat pada tabel 6.10 dan tabel 6.11 berikut ini. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada lampiran 30 dan lampiran 31.

Tabel 6.10 Hasil *immersion test* 0,5 jam tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.

No.	KAO	*Alkyl Diethanolamide* (%)	Stabilitas (kg)	*Flow* (mm)	*Density* (gr/cc)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	MQ (kg/mm)
1	5,689	0,0	1449,658	2,640	2,365	3,832	76,971	16,614	550,610
2	5,689	0,3	1686,361	2,140	2,352	4,347	74,523	17,062	792,473

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

Tabel 6.11 Hasil *immersion test* 24 jam tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.

No.	KAO	*Alkyl Diethanolamide* (%)	Stabilitas (kg)	*Flow* (mm)	*Density* (gr/cc)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	MQ (kg/mm)
1	5,689	0,0	1265,949	2,770	2,360	4,053	75,913	16,806	457,213
2	5,689	0,3	1427,601	2,420	2,361	4,015	76,645	16,774	588,755

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005.

6.1.3.5 Hasil Perhitungan *Index Of Retained Strength*

Index Of Retained Strength atau indeks tahanan kekuatan dapat diketahui dengan perendaman *marshall* atau *immersion test*. Hasil perhitungan *Index Of Retained Strength* adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2), dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran yang direndam selama 0,5 jam (S1) dengan suhu perendaman 60°C. Pengujian ini untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh suhu, cuaca dan air. Apabila *Index Of Retained Strength* lebih atau sama dengan 75%, maka campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan dan kekuatan yang cukup terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh suhu, cuaca dan air.

Pada penelitian ini, pengujian *immersion* dilakukan pada campuran yang tanpa (0.0%) dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum (0,3%), pada KAO. Hasil pengujian *immersion* dapat dilihat pada tabel 6.12 berikut ini.

Tabel 6.12 *Index of retained strength* pada campuran KAO, tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum.

No.	Kadar *alkyl diethanolamide*	Nilai stabilitas dengan perendaman		*Index Of Retained Strength* (%)
		0,5 jam (S1)	24 jam (S2)	
1	0,0 %	**1449,658**	**1265,949**	**87,327**
2	Optimum (3%)	**1686,361**	**1427,601**	**84,656**

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta, 2005

Contoh Hitungan :

Index of retained strength pada campuran KAO, dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum (0,3%) :

- *Index of retained strenght* $= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1427,60}{1686,36} \times 100\% = 84,656\ \%$

6.1.3.6 Hasil Pengujian Kohesi

Hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada (UGM), pada KAO dengan penambahan variasi *alkyl diethanolamide* optimum untuk mencari nilai kohesi dapat dilihat pada tabel 6.13 berikut. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 32.

Tabel 6.13 Hasil pengujian kohesi campuran tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.

No.	KAO (%)	*Alkyl Diethanolamide* (%)		Tinggi (inch)	Diameter (inch)	Berat Shot (gr)	Kohesi (gr/inch^2)
1	5,689	0,0	A	2,547	4,0315	2507,7	782,58358
			B	2,519	4,0315	2373,4	751,87353
			C	2,571	4,0315	2779,8	856,50214
Rata-rata				**2,545**	**4,0315**	**2553,6**	**796,98641**
2	5,689	0,3	A	2,555	4,0315	4726,7	1468,7965
			B	2,590	4,0315	3751,7	1144,4250
			C	2,610	4,0315	4620,8	1394,8262
Rata-rata				**2,585**	**4,0315**	**4366,4**	**1336,0159**

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium Transportasi FTS, UGM, 2005.

Contoh Hitungan :

Nilai kohesi, pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,3%, sampel A :

- $C = \frac{L}{W(0{,}20H + 0{,}044H^2)} = \frac{4726{,}7}{4{,}0135(0{,}20 * 2{,}555 + 0{,}044 * 2{,}555^2)}$

  1468,7965 gram/inch^2

Keterangan :

C = Nilai kohesi (gr/inci ^{2})

L = Berat shot (bola-bola baja) (gr)

W = Diameter atau lebar sampel (inci)

H = Tebal sampel (inci)

6.2 Pembahasan

6.2.1 Sifat Fisik Bahan

6.2.1.1 Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil *stone crusher* dari PT. Selo Arta Mas, Yogyakarta. Hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta untuk semua jenis agregat kasar dan agregat halus menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran *hot rolled asphalt* (HRA). Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada tabel 6.1 dan tabel 6.2.

Pengujian dengan mesin *Los Angeles* terhadap tingkat keausan agregat dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan. Agregat yang digunakan dalam campuran merupakan komponen yang berfungsi mendukung beban lalu lintas yang bekerja diatas perkerasan, sehingga diperlukan agregat yang tahan terhadap keausan oleh gesekan dari roda kendaraan. Hasil pemeriksaan keausan menunjukkan nilai keausan sebesar 18,8%, jauh lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan ($\leq 40\%$).

Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan agregat untuk dilekati oleh aspal. Daya lekat ini akan mempengaruhi *internal friction* campuran. Semakin tinggi daya ikat yang diberikan aspal terhadap agregat, maka *internal friction* akan semakin tinggi, sehingga nilai stabilitas campuran semakin meningkat. Hasil yang diberikan dari hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa nilai kelekatan sebesar 99% lebih besar dari yang disyaratkan ($> 95\%$).

Pengujian agregat terhadap penyerapan air bertujuan untuk mengetahui besarnya porositas dari agregat. Semakin besar nilai penyerapan, mengidentifikasikan agregat semakin bersifat *porous*. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penyerapan terhadap air oleh agregat kasar sebesar 1,675% dan 2,67% untuk agregat halus. Nilai ini sesuai dengan yang disyaratkan (≤ 3%).

Berat jenis dan penyerapan adalah dua parameter yang saling berkaitan erat. Berat jenis yang tinggi menunjukkan batuan yang padat dan kuat serta menunjukkan porositas yang rendah. Sebaliknya batuan dengan nilai berat jenis yang kecil, menunjukkan tingkat kekuatan yang rendah dan porositas yang tinggi. Hasil pemeriksaan berat jenis menunjukkan nilai berat jenis agregat kasar sebesar 2,685 dan untuk agregat halus sebesar 2,66. nilai ini sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (≥ 2,5).

Nilai *sand equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat terhadap debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pemeriksaan diperoleh nilai *sand equivalent* agregat halus sebesar 70,845%. Nilai ini lebih besar dari yang disyaratkan (≥ 50). Ini berarti mengindentifikasikan bahwa agregat dalam keadaan cukup bersih dan terbebas dari kandungan lumpur, debu maupun kotoran lain yang dapat mengganggu lekatan aspal dengan agregat.

6.2.1.2 Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan mengetahui kekerasan aspal. Semakin keras aspal ditunjukkan oleh semakin kecilnya angka penetrasi aspal, dan semakin keras aspal menunjukkan semakin lekatnya aspal dan semakin besar nilai kohesinya. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penetrasi aspal sebesar 64,2 mm. Nilai ini

sesuai untuk aspal AC 60/70 yang harus memiliki angka penetrasi antara 60 mm sampai 79 mm.

Pemeriksaan titik lembek aspal bertujuan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperatur, dimana aspal akan lembek apabila berada pada temperatur tinggi. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa titik lembek aspal sebesar 50°C. Nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (48 – 58°C).

Aspal merupakan bahan yang termoplastis, yaitu kekentalan dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperaturnya, aspal akan menjadi semakin lunak atau cair. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa titik nyala aspal pada temperatur 312°C dan titik bakar aspal pada temperatur 325°C. Nilai ini jauh lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan (≥ 200°C).

Pemeriksaan dalam kelarutan CCL4 bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam CCL4. Jumlah yang larut menunjukkan kemurnian aspal yang tinggi, artinya makin kecil kandungan bahan lain yang dapat mengganggu ikatan aspal dan batuan. Hasil pemeriksaan menunjukkan kelarutan dalam CCL4, sebesar 99,167 gram. Nilai ini sesuai dengan yang disyaratkan (≥ 99 gram).

Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui keliatan dalam aspal itu sendiri yang dapat mempengaruhi nilai fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran menunjukkan kemampuan untuk menahan lendutan yang terjadi tanpa mengalami kerusakan. Hasil pemeriksaan daktilitas menunjukkan nilai sebesar 165 cm, dan lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan (> 100 cm).

Berat jenis aspal perlu diperhatikan dalam merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,0526, sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (> 1,00).

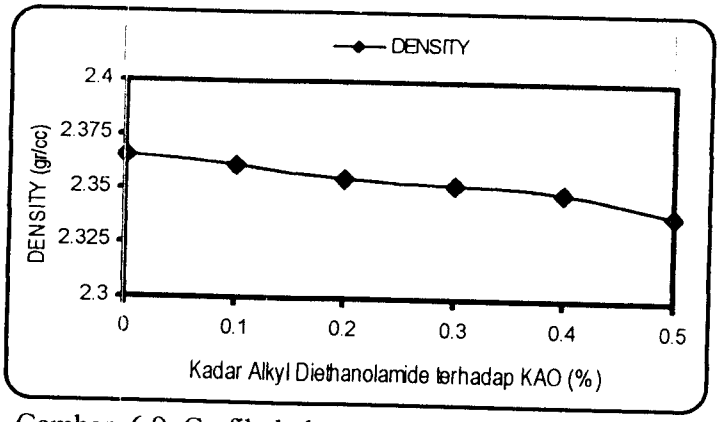
6.2.2 Karakteristik *Marshall* Campuran HRA

6.2.2.1 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai *Density*

Nilai kepadatan campuran *(density)* menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan *density* rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh bahan penyusunnya dan pelaksanaan pemadatan, baik temperatur pemadatan maupun jumlah tumbukan.

Campuran akan memiliki nilai *density* tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas rendah, peningkatan pemakaian kadar aspal yang cukup, serta campuran dengan rongga agregat yang kecil. Nilai *density* juga akan meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada temperatur pemadatan yang tepat.

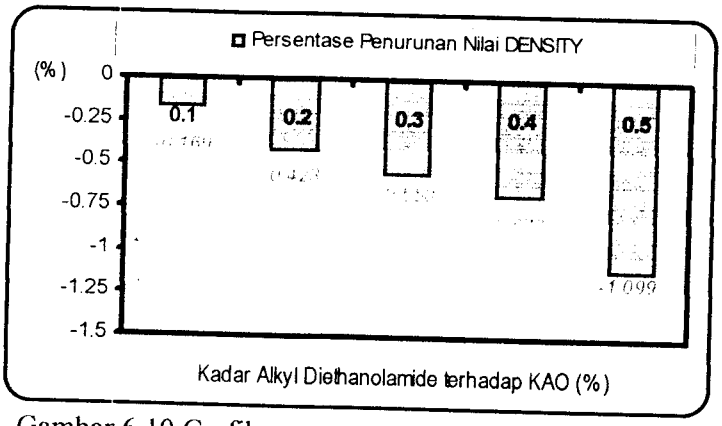
Grafik hubungan nilai *density* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.9 berikut ini.



Gambar 6.9 Grafik hubungan nilai *density* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.9, dapat dilihat bahwa nilai *density* mengalami penurunan hingga kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Turunnya nilai *density* disebabkan karena viskositas bahan ikat pada proporsi penambahan *alkyl diethanolamide*. Viskositas bahan ikat yang semakin tinggi menyebabkan sulitnya bahan ikat untuk mengisi rongga, sehingga rongga dalam campuran cenderung lebih besar yang mengakibatkan terjadinya penurunan nilai *density*. Nilai *density* pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga 1987.

Besarnya persentase penurunan nilai *density* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.10 berikut ini.

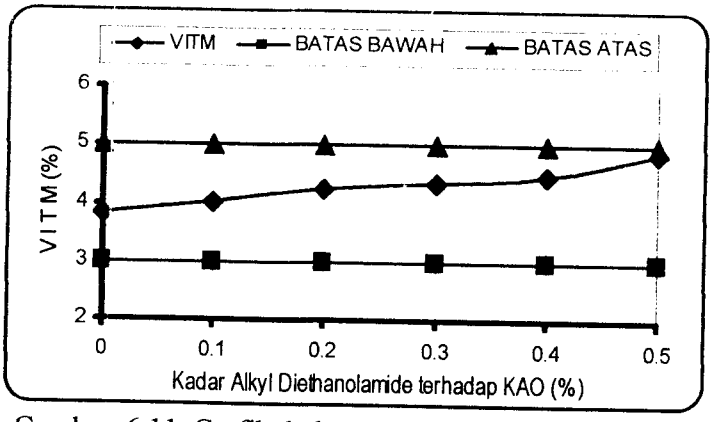


Gambar 6.10 Grafik persentase penurunan nilai *density* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.2 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai VITM

Nilai VITM menunjukkan persentase rongga dalam campuran. VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Nilai VITM yang kecil cenderung meningkatkan kekedapan campuran terhadap udara dan air, akan tetapi meningkatkan potensi untuk terjadi *bleeding*, yang terjadi pada saat perkerasan mencapai temperatur yang tinggi, sehingga bahan ikat akan mencair dan naik ke permukaan apabila menerima beban lalu lintas yang besar. Sebaliknya, nilai VITM yang besar, perkerasan akan kurang kedap terhadap air maupun udara, sehingga campuran akan lebih mudah teroksidasi dan diresapi air, yang akan mengakibatkan turunnya tingkat keawetan campuran sehingga dapat terjadi kerusakan pada perkerasan.

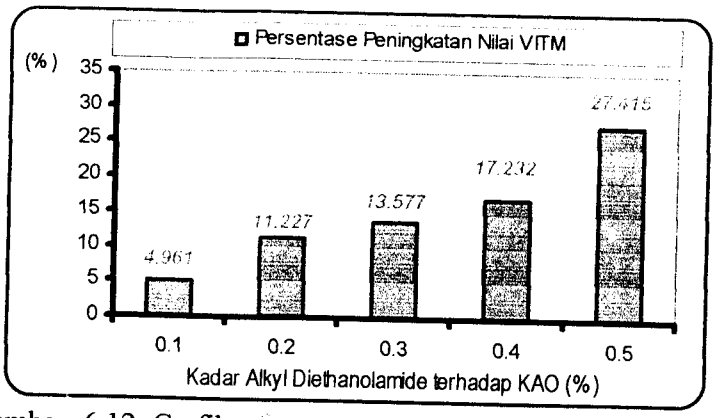
Grafik hubungan antara nilai VITM campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.11 berikut ini.



Gambar 6.11 Grafik hubungan nilai VITM campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.11, dapat dilihat bahwa nilai VITM mengalami peningkatan hingga kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Naiknya nilai VITM disebabkan karena viskositas bahan ikat yang tinggi pada penambahan kadar *alkyl diethanolamide*, sehingga mengakibatkan bahan ikat kurang dapat mengisi rongga dalam campuran secara baik pada saat pemadatan. Hal tersebut memberikan kecenderungan rongga dalam campuran menjadi besar. Nilai VITM pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga 1987.

Besarnya persentase peningkatan nilai VITM campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.12 berikut ini.

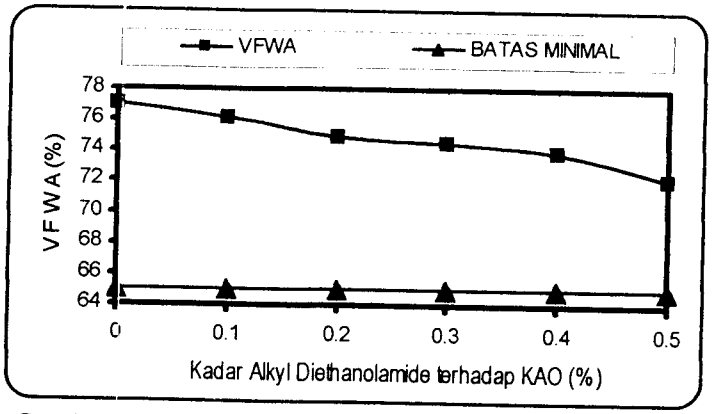


Gambar 6.12 Grafik persentase peningkatan nilai VITM campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.3 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai VFWA

Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang terisi aspal atau bahan ikat, apabila VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap udara dan air menjadi tinggi. Akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan *bleeding*. Hal ini disebabkan aspal yang berjumlah besar apabila menerima beban dan panas akan mencari rongga yang kosong. Jika rongga yang tersedia sedikit, dan semua telah terisi, maka aspal akan naik ke permukaan yang kemudian terjadi *bleeding*. Sebaliknya apabila nilai VFWA terlalu kecil, berarti rongga yang ada cukup besar dan akan mengakibatkan kekedapan perkerasan semakin kecil, karena udara akan mengoksidasi aspal dalam campuran, sehingga keawetan berkurang.

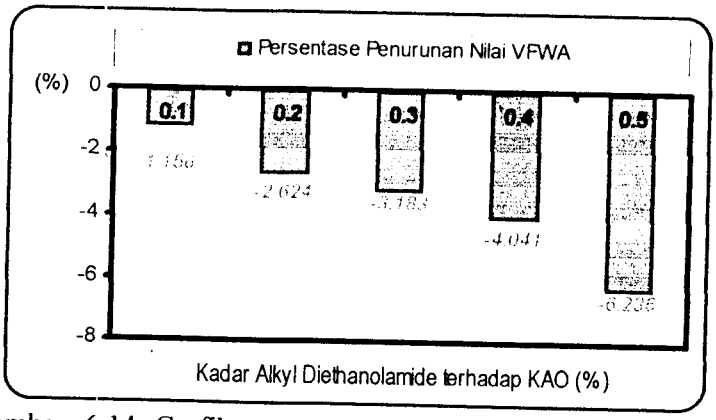
Grafik hubungan nilai VFWA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.13 berikut ini.



Gambar 6.13 Grafik hubungan nilai VFWA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.13, dapat dilihat bahwa nilai VFWA mengalami penurunan hingga pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Turunnya nilai VFWA disebabkan karena campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* lebih mengikat aspal dan agregat, tetapi kurang mengisi rongga sehingga campuran lebih bersifat fleksibel. Nilai VFWA pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga 1987.

Besarnya persentase penurunan nilai VFWA aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.14 berikut ini.



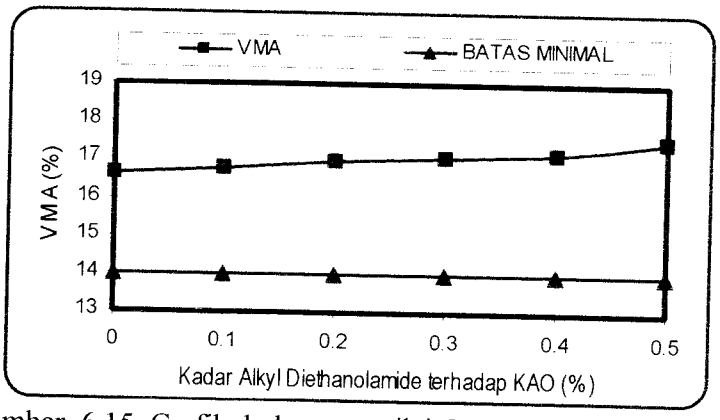
Gambar 6.14 Grafik persentase penurunan nilai VFWA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.4 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai VMA

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap total campuran.

Faktor yang mempengaruhi nilai VMA antara lain jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal juga sifat dari bahan ikat . Nilai VMA berpengaruh terhadap sifat kekedapan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta elastisitas campuran. Semakin tinggi nilai VMA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal, sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi. Namun nilai VMA yang terlalu tinggi dapat berakibat terjadinya *bleeding* pada perkerasan yang menerima beban pada temperatur tinggi. Nilai VMA yang terlalu rendah akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat aspal, sehingga pada perkerasan mudah terjadi *raveling*, *stripping*.

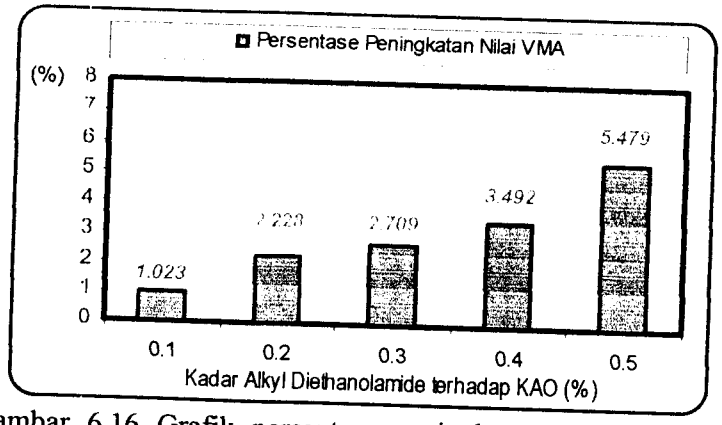
Grafik hubungan nilai VMA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.15 berikut ini.



Gambar 6.15 Grafik hubungan nilai VMA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.15, dapat dilihat bahwa nilai VMA mengalami peningkatan hingga kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Naiknnya nilai VMA disebabkan karena viskositas bahan ikat yang meningkat seiring bertambahnya kadar *alkyl diethanolamide* yang terlihat pada penurunan nilai penetrasi sehingga mengakibatkan campuran sulit untuk dipadatkan yang terlihat dengan naiknya nilai *density*, yang juga mengakibatkan bahan ikat sukar untuk menyelubungi agregat sehingga mengakibatkan rongga di dalam campuran menjadi besar setelah pemadatan. Nilai VMA pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga 1987.

Besarnya persentase peningkatan nilai VMA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.16 berikut ini.

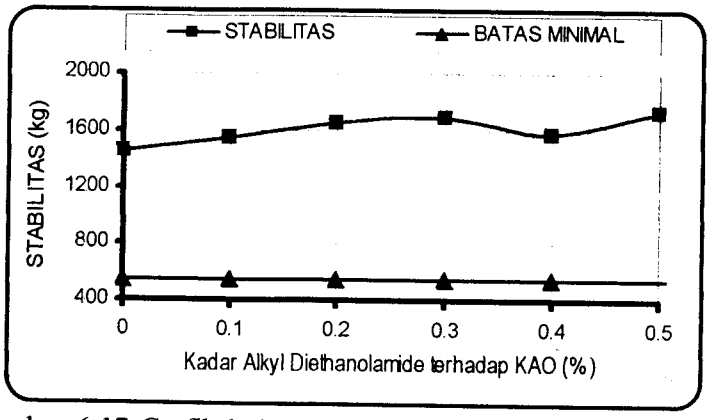


Gambar 6.16 Grafik persentase peningkatan nilai VMA campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.5 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban, tanpa terjadi deformasi permanen akibat dari beban lalu lintas yang bekerja. Perkerasan yang mempunyai nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai stabilitas diantaranya adalah ketahanan terhadap gesekan antar agregat, ukuran dan bentuk permukaan agregat, kepadatan campuran dan kemampuan saling mengunci antar butir agregat.

Grafik hubungan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.17 berikut ini.

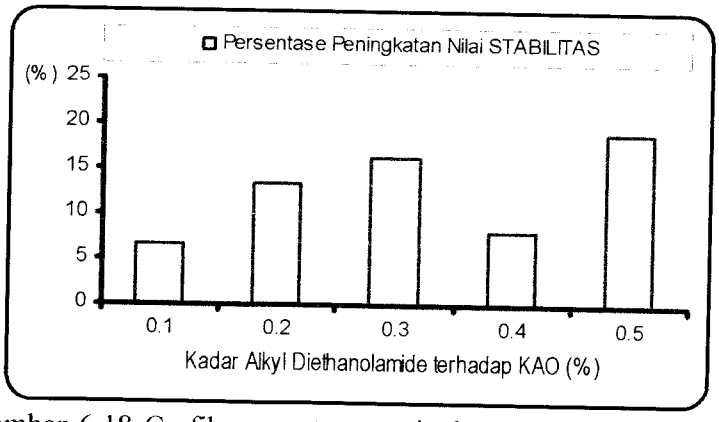


Gambar 6.17 Grafik hubungan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.17, dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami peningkatan hingga kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Naikknya nilai stabilitas disebabkan karena campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* hingga kadar 0,5 % menjadi lebih keras yang ditunjukkan dengan turunnya nilai penetrasi dan peningkatan titik lembek dari campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* tersebut, sehingga memberikan kemampuan yang lebih baik untuk menahan deformasi akibat repetisi beban yang bekerja di atasnya.

Nilai stabilitas pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga 1987.

Besarnya persentase peningkatan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.18 berikut ini.

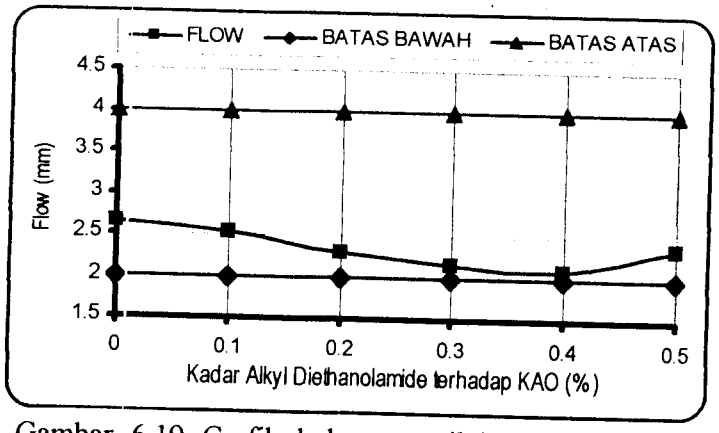


Gambar 6.18 Grafik persentase peningkatan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.6 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai *Flow*

Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis keras, akibat beban lalu lintas. Campuran yang memiliki nilai *flow* rendah dengan stabilitas tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut memiliki nilai kekakuan yang cukup tinggi, sebaliknya nilai *flow* yang terlalu tinggi mengakibatkan campuran mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

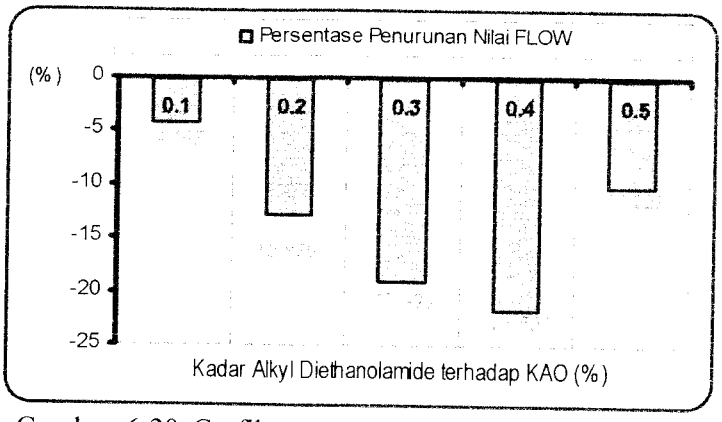
Grafik hubungan nilai stabilitas campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.19 berikut ini.



Gambar 6.19 Grafik hubungan nilai *flow* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.19, dapat dilihat bahwa nilai *flow* mengalami penurunan hingga kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Turunnya nilai *flow* disebabkan karena campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* hingga kadar 0,5 % menjadi lebih keras yang ditunjukkan dengan turunnya nilai penetrasi dan meningkatnya titik lembek dari campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* tersebut, sehingga memberikan kemampuan yang lebih baik untuk menahan deformasi akibat repetisi beban yang bekerja di atasnya. Nilai *flow* pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,1% hingga 0,5% memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga 1987.

Besarnya persentase penurunan nilai *flow* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.20 berikut ini.

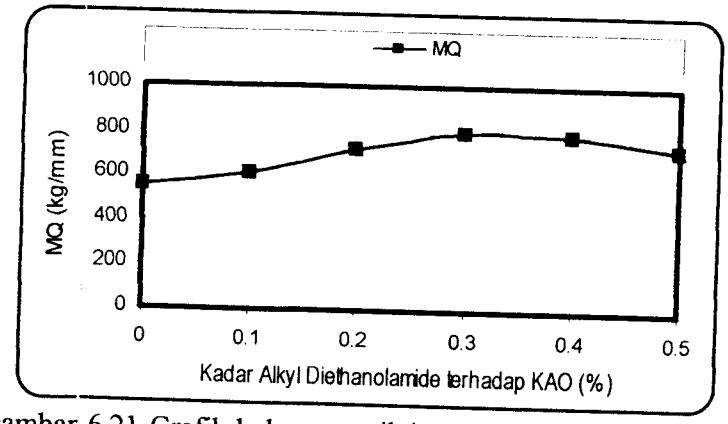


Gambar 6.20 Grafik persentase penurunan nilai *flow* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.7 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai *Marshall Quotient*

Nilai *marshall quotient* biasa dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai *marshall quotient* merupakan perbandingan dari nilai stabilitas dengan nilai *flow*. Stabilitas yang tinggi dengan nilai *flow* yang rendah menghasilkan perkerasan yang kaku, sehingga campuran yang terjadi menjadi getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi menjadikan perkerasan mudah mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

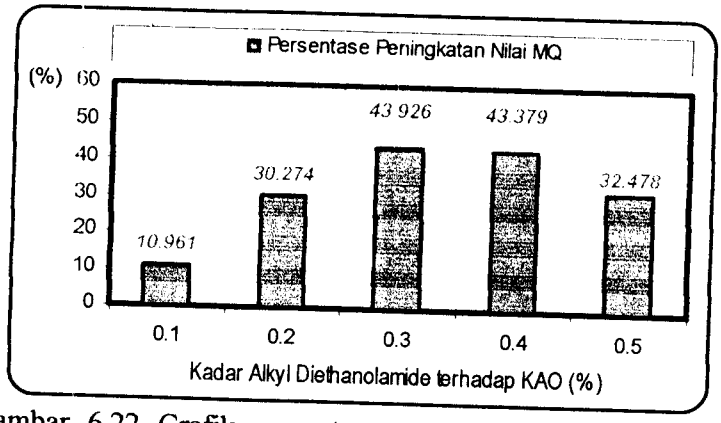
Grafik hubungan nilai *marshall quotient* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.21 berikut ini.



Gambar 6.21 Grafik hubungan nilai *marshall quotient* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.20, dapat dilihat bahwa nilai *marshall quotient* mengalami peningkatan hingga kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, bila dibandingkan dengan campuran aspal biasa pada KAO. Naiknya nilai *marshall quotient* disebabkan karena campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* hingga kadar 0,5 % mempunyai nilai stabilitas yang cenderung meningkat dan nilai *flow* yang cenderung menurun. Hal ini juga mengindikasikan bahwa campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* hingga kadar 0,5 % kurang fleksibel dan semakin kaku.

Besarnya persentase penurunan nilai *marshall quotient* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.22 berikut ini.



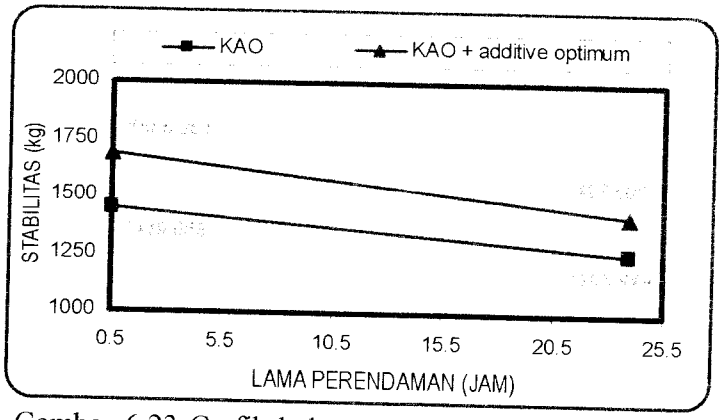
Gambar 6.22 Grafik persentase penurunan nilai *marshall quotient* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

6.2.2.8 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap *Index Of Retained Strenght*

Index of retained strenght atau indek tahanan kekuatan dapat diketahui dengan uji perendaman *marshall (immersion test)*. Pengujian ini untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh suhu, cuaca dan air. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan pengujian *marshall*, hanya saja lama perendaman pada suhu konstan 60°C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan dilakukan.

Indek tahanan kekuatan dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S2) dengan nilai stabilitas campuran yang direndam selama 0,5 jam (S1). Apabila indek tahanan kekuatan lebih dari atau sama dengan 75% campuran tersebut, dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca. Hasil uji rendaman *(immersion test)* dapat dilihat pada tabel 6.10 dan tabel 6.11 diatas.

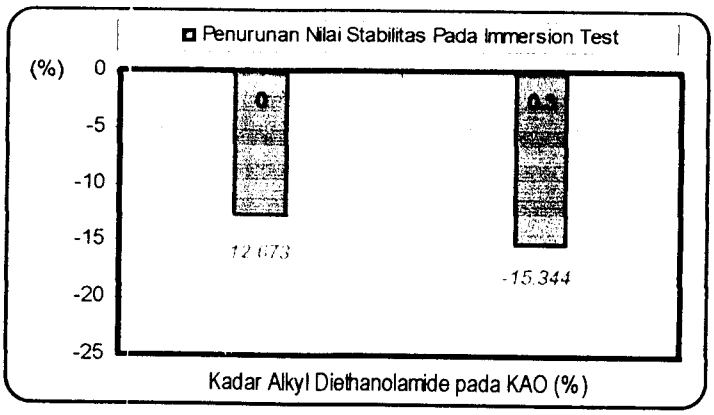
Grafik hubungan *Index Of Retained Strenght* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum terhadap campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.23 berikut ini.



Gambar 6.23 Grafik hubungan *Index Of Retained Strenght* campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

Dari gambar 6.23, dapat dilihat bahwa campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* pada KAO yang direndam selama 24 jam menghasilkan stabilitas yang lebih rendah daripada campuran aspal tanpa *additive alkyl diethanolamide* pada kadar optimum yang direndam selama 30 menit. Hal ini disebabkan karena selama proses perendaman, air berinfiltrasi, berusaha memisahkan penguncian aspal dengan agregat sehingga mengurangi lekatan aspal pada agregat.

Persentase turunnya nilai stabilitas pada *immersion test* dapat dilihat pada gambar 6.24 berikut ini.



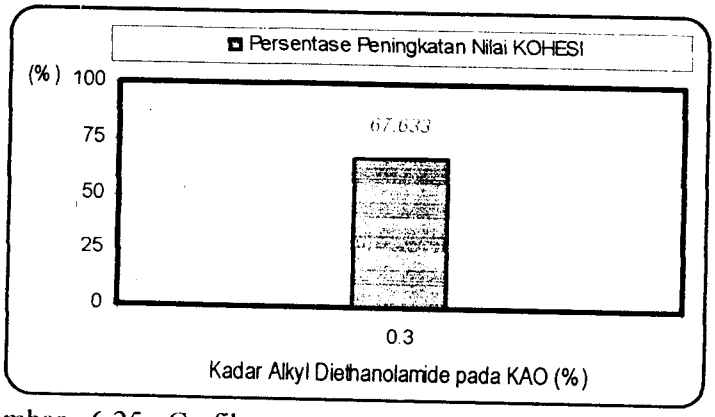
Gambar 6.24 Grafik persentase penurunan nilai stabilitas pada *immersion test* campuran aspal tanpa dan dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO.

Dari gambar 6.24, dapat dilihat bahwa campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* pada KAO mengalami penurunan nilai stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan campuran aspal tanpa *additive alkyl diethanolamide* pada KAO. Hal ini menunjukkan bahwa *additive alkyl diethanolamide* menbuat campuran kurang awet. Hal ini disebabkan karena campuran dengan *additive alkyl diethanolamide* memiliki VITM yang lebih tinggi sehingga rongga dalam campuran menjadi besar dan nilai VFWA yang lebih rendah sehingga *film* aspal menjadi makin lebih tipis, juga kurang kedap.

6.2.2.9 Pengaruh *Alkyl Diethanolamide* Terhadap Nilai Kohesi

Nilai kohesi sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas suatu campuran harus memenuhi syarat yang direkomendasikan oleh Asphalt Institute harus lebih besar dari 50 gram/inchi^2. Dan dari hasil penelitian didapat bahwa nilai kohesi pada campuran aspal pada KAO dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum meningkat daripada campuran aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada tabel 6.13. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 32.

Besarnya persentase peningkatan nilai kohesi campuran aspal pada KAO dengan *additive alkyl diethanolamide* pada kadar optimum terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.25 berikut ini.



Gambar 6.25 Grafik persentase peningkatan nilai kohesi pada campuran aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* optimum pada KAO terhadap campuran aspal biasa pada KAO.

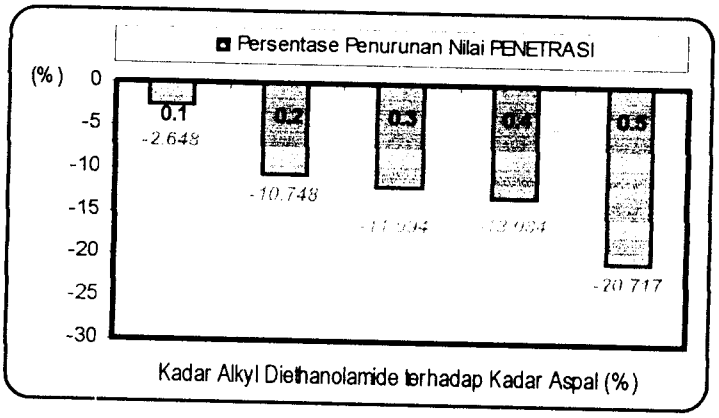
Dari gambar 6.25 terlihat bahwa penambahan *alkyl diethanolamide* pada kadar optimum, memberikan peningkatan nilai kohesi. Peningkatan nilai kohesi ini disebabkan karena viskositas aspal yang meningkat dan kemampuan saling mengunci antar butir agregat yang tinggi dan juga ikatan yang diberikan oleh aspal dengan *additve alkyl diethanolamide* dalam campuran agregat aspal semakin meningkat, ditandai dengan meningkatnya nilai stabilitas.

6.2.2.10 Pengaruh *Additive Alkyl Diethanolamide* Terhadap Sifat Fisik Aspal (Peneterasi, Titik Lembek dan Indek Penetrasi)

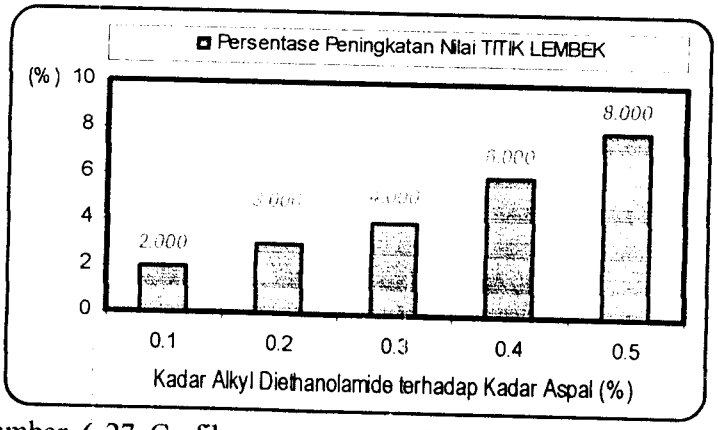
Dari tabel 6.9 pada hasil penelitian menggambarkan kekerasan aspal meningkat seiring dengan penambahan *alkyl diethanolamide*. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa *additive alkyl diethanolamide*. Nilai penetrasi yang

lebih rendah ini mengindikasikan bahwa viskositas atau kekentalannya lebih tinggi. Penambahan *alkyl diethanolamide* menyebabkan naiknya nilai kohesi aspal yang ditandai dengan nilai stabilitas yang semakin meningkat.

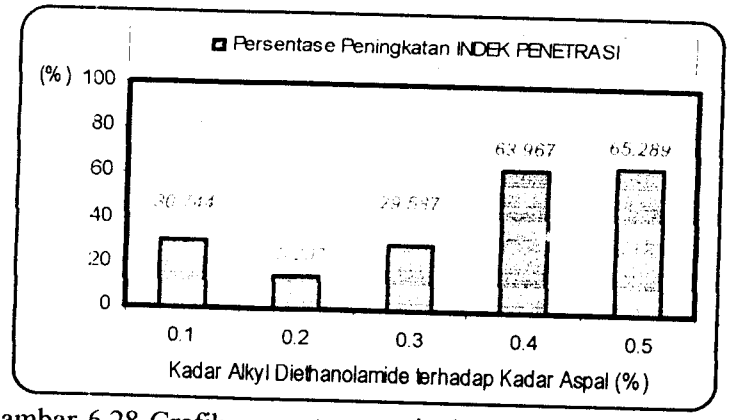
Besarnya persentase perubahan nilai penetrasi, titik lembek dan indek penetrasi campuran aspal pada KAO dengan *additive alkyl diethanolamide* pada kadar optimum terhadap aspal biasa pada KAO dapat dilihat pada gambar 6.26 hingga gambar 6.28 berikut ini.



Gambar 6.26 Grafik persentase penurunan nilai penetrasi pada aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa.



Gambar 6.27 Grafik persentase peningkatan nilai titik lembek pada aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa.



Gambar 6.28 Grafik persentase peningkatan nilai indek penetrasi pada aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* terhadap aspal biasa.

Dari gambar 6.26 hingga gambar 6.28 terlihat bahwa aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* meimiliki titik lembek yang lebih tinggi dibandingkan dengan aspal biasa. Dilihat dari nilai indek penetrasi, aspal dengan *additive alkyl diethanolamide* mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa *alkyl diethanolamide*. Hal ini mengidentifikasikan bahwa aspal dengan *alkyl diethanolamide* memiliki kepekaan terhadap temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal biasa, sehingga apabila digunakan untuk campuran HRA akan lebih tahan terhadap temperatur dan cocok untuk digunakan pada daerah yang relatif temperaturnya tinggi.

6.3 Rekapitulasi Hasil Penelitian

Rekapitulasi dari hasil penelitian karakteristik *marshall* campuran HRA, dengan aspal AC 60/70 dan *additive alkyl diethanolamide* adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga

0,5%, mengalami penurunan nilai *density* sebesar 0,169% hingga 1,099% dengan nilai penurunan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%.

2. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, mengalami peningkatan nilai VITM sebesar 4,961% hingga 27,415% dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%.
3. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, mengalami penurunan nilai VFWA sebesar 1,156% hingga 6,236% dengan nilai penurunan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%.
4. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, mengalami peningkatan nilai VMA sebesar 1,023% hingga 5,479% dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%.
5. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, mengalami peningkatan nilai stabilitas sebesar 6,665% hingga 19,014% dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%.
6. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, mengalami penurunan nilai *flow* sebesar 4,167% hingga 21,591% dengan nilai penurunan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,4%.
7. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga

0,5%, mengalami peningkatan nilai *marshall quotient* sebesar 10,961% hingga 43,926% dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,3%.

8. Berdasarkan pengujian perendaman (*immersion test*) 24 jam, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar optimum (0,3%), mengalami penurunan nilai *index retained of strenght* sebesar 15,344%.
9. Berdasarkan pengujian kohesi, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar optimum (0,3%), mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 67,633%.
10. Berdasarkan pengujian penetrasi dan titik lembek aspal, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70, dan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, mengalami penurunan nilai penetrasi aspal sebesar 2,648% hingga 20,717% dengan penurunan nilai penetrasi terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%, dan peningkatan titik lembek aspal sebesar 2,0% hingga 8,0%, dengan peningkatan nilai titik lembek terbesar pada kadar *alkyl diethanolamide* 0,5%.

6.4 Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya

Setelah diuraikan pembahasan tentang pengaruh *Alkyl Diethanolamide* terhadap campuran aspal biasa pada KAO pada halaman sebelumnya, akan dikomparasikan juga dengan hasil penelitian yang terdahulu, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Imtihan dan Mc Andy Yunista pada tahun 2004, dengan judul "Pengaruh *Poly Ethylene* sebagai *Additive* terhadap sifat *Marshall* dan Nilai

Kohesi HRA", yang selanjutnya hanya disebut sebagai "penelitian sebelumnya", khususnya pada nilai *density*, VITM, VFWA, VMA, stabilitas, *flow*, *marshall quotient*, *indek retained of strenght*, penetrasi aspal, titik lembeknya dan indek penetrasinya.

Pada penelitian sebelumnya didapat hasil pengujian tentang pengaruh *poly ethylene* pada KAO dengan variasi kadar *poly ethylene* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% yang dapat dilihat dibawah ini :

1. Nilai *density* mengalami peningkatan hingga pada kadar *poly ethylene* sampai 5%, dengan nilai peningkatan terbesar pada penambahan *poly ethylene* sebesar 4%, yaitu sebesar 2%.
2. Nilai VITM mengalami penurunan hingga pada kadar *poly ethylene* 5%, dengan nilai penurunan terbesar pada kadar *poly ethylene* 4%, yaitu sebesar 44,028%.
3. Nilai VFWA mengalami peningkatan hingga pada kadar *poly ethylene* 5%, dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *poly ethylene* 4%, yaitu sebesar 12,107%.
4. Nilai VMA mengalami penurunan hingga pada kadar *poly ethylene* 5% dengan nilai penurunan terbesar pada kadar *poly ethylene* 4%, yaitu sebesar 7.935%.
5. Nilai stabilitas mengalami peningkatan hingga pada kadar *poly ethylene* 5%, dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *poly ethylene* 4%, yaitu sebesar 31,813%.
6. Nilai *flow* mengalami penurunan hingga pada kadar *poly ethylene* 5%, dengan nilai penurunan terbesar pada kadar poly ethylene 5%, yaitu sebesar 24, 839%.

7. Nilai *marshall quotient* mengalami peningkatan hingga pada kadar *poly ethylene* 5%, dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *poly ethylene* 2%, yaitu sebesar 40,975%.
8. Nilai *indek retained of strenght* mengalami penurunan hingga pada kadar *poly ethylene* 3%, dengan nilai penurunan terbesar pada kadar *poly ethylene* 3%, yaitu sebesar 19,73%.
9. Nilai kohesi mengalami peningkatan hingga pada kadar *poly ethylene* 3%, dengan nilai peningkatan terbesar pada kadar *poly ethylene* 2%, yaitu sebesar 0,88%.
10. Nilai penetrasi aspal dengan *additive poly ethylene* mengalami penurunan pada kadar *poly ethylene* optimum(1,75%), dengan nilai penurunan sebesar 8,24%.
11. Nilai titik lembek campuran aspal dengan *additive poly ethylene* mengalami peningkatan pada kadar *poly ethylene* optimum (1,75%), yaitu sebesar 8%.
12. Nilai indek penetrasi campuran aspal dengan *additive poly ethylene* mengalami peningkatan pada kadar *poly ethylene* optimum (1,75%), yaitu sebesar 74%.

Tabel perbandingan campuran KAO + *adittive alkyl diethanolamide* dengan hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 6.14 Perbandingan campuran KAO + *adittive alkyl diethanolamide* dengan hasil penelitian sebelumnya.

No.	Karakteristik	KAO + *alkyl diethanolamide*		KAO + *poly ethylene*	
		Penurunan/Peningkatan terbesar terhadap KAO	**Kadar *alkyl diethanolamide***	**Penurunan/Peningkatan terbesar terhadap KAO**	**Kadar *poly ethylene***
1	*Density*	Turun 1,099%	0,5%	Naik 2%	4%
2	VITM	Naik 27,415%	0,5%	Turun 44,028%	4%
3	VFWA	Turun 6,236%	0,5%	Naik 12,107%	4%
4	VMA	Naik 5,479%	0,5%	Turun 7,935%	4%
5	Stabilitas	Naik 19,014%	0,5%	Naik 31,813%	4%
6	*Flow*	Turun 21,591%	0,4%	Turun 24,839%	5%
7	*Marshall quotient*	Naik 43,926%	0,3%	Naik 40,975%	2%
8	Indeks perendaman	Turun 15,344%	0,3%	Turun 19,73%	3%
9	Kohesi	Naik 67,633%	0,3%	Naik 0,88%	2%
10	Penetrasi aspal	Turun 20,717%	0,5%	Turun 8,24%	1,75%
11	Titik lembek aspal	Naik 8,000%	0,5%	Naik 8%	1,75%
12	Indek penetrasi	Naik 65,289%	0,5%	Naik 74%	1,75%

Sumber: hasil penelitian pada tahun 2004 dan tahun 2005.

BABVII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian bahan dan karakteristik *marshall* campuran *hot rolled asphalt* (HRA) dengan penambahan *additive alkyl diethanolamide* dan juga hasil penelitian sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70 dengan *additive alkyl diethanolamide* memiliki kepekaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70 tanpa *additive alkyl diethanolamide.*

   Pada penelitian sebelumnya, campuran HRA dengan menggunakan *additive poly ethylene* memiliki kepekaan terhadap temperatur yang lebih rendah dengan titik lembek dan indek penetrasi lebih tinggi dibanding dengan aspal tanpa *poly ethylene.*

2. Berdasarkan pengujian *marshall*, campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70 dengan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,1% hingga 0,5%, secara umum meningkatan nilai stabilitas, VITM, VMA, *marshall quotient, dan* menurunkan nilai *density,* VFWA, *flow* dan nilai indek perendaman.

   Pada penelitian sebelumnya, campuran HRA dengan menggunakan *additive poly ethylene* secara umum menaikkan nilai *density*, VFWA,

stabilitas, *flow*, *marshall quotient* dan nilai indek perendaman, serta menurunkan nilai VITM danVMA.

3. Berdasarkan pengujian kohesi , campuran HRA dengan menggunakan aspal AC 60/70 dengan *additive alkyl diethanolamide* dengan kadar 0,3%, mengalami peningkatan.

   Pada penelitian sebelumnya, campuran HRA dengan menggunakan *additive poly ethylene* memiliki nilai kohesi yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran tanpa *poly ethylene*.

7.2 Saran-Saran

1. Mengingat dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari *alkyl diethanolamide*, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meninjau sifat kimiawinya, agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai stabilitas, *flow*, VITM, VMA,VFWA, dan nilai kohesi campuran HRA.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap *alkyl diethanolamide* sebagai bahan material tambah *(additive)* pada jenis aspal dan jenis agregat yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap *alkyl diethanolamide* sebagai *additive* aspal terhadap nilai permeabilitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bachnas. "Bahan Lapis Keras." *Diktat Kuliah.* FTSP UII.
2. Bina Marga. 1987. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya (SKBI-2.4.26.1987) Departemen Pekerjaan Umum.* Jakarta : Yayasan Penerbit PU.
3. British Standard Institution. 1992. *Hot Rolled Asphalt For Roads And Other Paved Area.* London.
4. Imtihan,Muhammad & Andy,Mc. 2004. "Pengharuh *Poly Ethylene* Sebagai *Additive* Terhadap Sifat *Marshall* Dan Nilai Kohesi HRA." *Tugas Akhir.* FTSP UII Yogyakarta.
5. Kerb & Walker, R.D. 1971. *Highway Material.* USA : Mc Graw Hill Book Company
6. Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya.* Bandung.
7. S.F. Brown and Janet M. Brunton. *An Introduction To The Analytical Design Of Bituminous Pavements* (2nd Edition). USA : Department of Civil Engineering, University of Notthingham.
8. The Asphalt Institute. 1983. *Principle Of Construction Hot Mix Asphalt Pavement.* Maryland, USA.
9. _____.1994. *Panduan Praktikum Jalan Raya.* Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

lampiran 1

PEMERIKSAAN
KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Pekerjaan : Tugas Akhir
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

JENIS GRADASI		Benda Uji	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")	-	-
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	-	-
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")	-	-
37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")	-	-
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	-	-
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	2500 gr	2500 gr
12.5 mm (1/2")	9.50 mm (3/8")	2500 gr	2500 gr
9.50 mm (3/8")	6.30 mm (¼")	-	-
6.30 mm (¼")	4.75 mm (No. 4)	-	-
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	-	-
JUMLAH BERAT BENDA UJI (A)		5000 gr	5000 gr
JUMLAH TERTAHAN DI *SIEVE* 12 (B)		3256 gr	3275 gr
KEAUSAN = $\frac{(A-B)}{A}$ x 100%		34,88 %	34,50%

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

lampiran 2

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : tertahan sarinagan #¼
Diterima Tgl : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 12.30	28
Selesai Pemanasan	Mulai 12.45	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 12.45	150
Selesai	Mulai 15.00	28
Diperiksa		
Mulai	Mulai 9.00	28
Selesai	Mulai 9.30	28

HASIL PENGAMATAN

Benda uji	Prosen yang diselimuti
I	99%

Yogyakarta, 21 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah Tertahan # 8
Diterima Tgl : 20 April 2005
Selesai Tgl : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat Benda Uji Dalam Keadaan Basah Jenuh (BJ)	1578 gr
Berat Benda Uji Didalam Air (BA)	1000 gr
Berat Sampel Kering Oven (BK)	1552 gr
Berat Jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,685
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,73
Berat Jenis Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,81
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\ \%$	1,675 %

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Lolos Saringan # 8
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat Benda Uji Dalam Keadaan Basah Jenuh (SSD)	500 gr
Berat Vicnometer + Air (B)	664 gr
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)	981 gr
Berat Sampel Kering Oven (BK)	487
Berat Jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2.66
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.73
Berat Jenis Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.86
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\ \%$	2.67 %

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
SAND EQUIVALENT DATA

Contoh dar : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Lolos Saringan # 8
Diterima Tgl. : 21 April 2005
Selesai Tgl. : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

TRIAL NUMBER	Pembacaan Waktu (WIB)		Benda Uji	
	Mulai	Selesai	I	II
Seaking (10. menit)	11.20	11.30	-	-
Sedimentation Time (20menit)	11.35	11.55	-	-
Clay Reading	-		5,30	5,00
Sand Reading	-		3,80	3,50
SE = Sand Reading / Clay Reading x 100 %	-		71,69%	70%
Average (rata-rata)	-		**70,845 %**	

Yogyakarta, 21 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UI

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

lampiran 6

PEMERIKSAAN PENETRASI
ASPAL

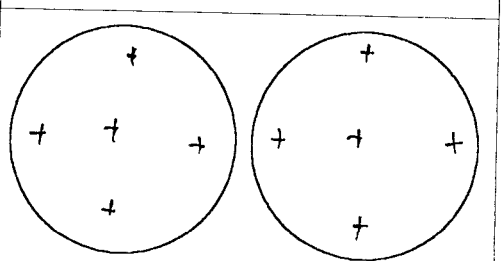
Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 09.30	28
Selesai Pemanasan	Mulai 10.30	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 10.30	150
Selesai	Mulai 11.00	28
Direndam Dalam Air Dengan Suhu 25^{0}C		
Mulai	Mulai 11.00	25
Selesai	Mulai 12.00	25
Diperiksa		
Mulai	Mulai 12.30	25
Selesai	Mulai 12.30	25

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	Keterangan
1	67	65	
2	65	63	
3	69	69	
4	60	62	
5	61	61	

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dar : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	**Pembacaan Waktu (WIB)**	**Pembacaan Suhu (^{0}C)**
Mulai Pemanasan	Mulai 09.30	27
Selesai Pemanasan	Mulai 10.30	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 10.30	150
Selesai	Mulai 11.00	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 11.00	5
Selesai	Mulai 12.00	55

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang diamati	Waktu (Detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	50°C	50°C
2	10	90	90		
3	15	185	185		
4	20	255	255		
5	25	293	293		
6	30	360	360		
7	35	402	402		
8	40	438	438		
9	45	477	477		
10	50	502	502		
11	55		529		

Yogyakarta, 21 April 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl. : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 13.00	27
Selesai Pemanasan	Mulai 10.15	125
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 13.15	125
Selesai	Mulai 14.00	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 14.05	27
Selesai	Mulai 14.22	330

HASIL PENGAMATAN

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	312 ^{0}C	325 ^{0}C

Yogyakarta, 21 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti :

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL_4

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60-70
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

PEMERIKSAAN	Pembacaan Waktu (WIB)		Pembacaan Suhu (^{0}C)
	Mulai	Selesai	
Penimbangan	9.30	9.33	26
Pelarutan	9.33	9.50	26
Penyaringan	9.50	9.55	26
	9.55	9.56	26
Oven	9.56	10.06	100
Penimbangan	10.06	10.12	26
1. Berat botol Erlenmeyer kosong	73,52 gram		
2. Berat Erlenmeyer + Aspal	75,52 gram		
3. Berat Aspal (2-1)	2,0 gram		
4. Berat kertas saring bersih	0,6 gram		
5. Berat kertas saring + endapan	0,61 gram		
6. Berat endapan saja (5-4)	0,01 gram		
7. Prosentase endapan = (6/3) x 100 %	0,5 %		
8. Bitumen yang larut (100 %- 7)	99,5 %		

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung W :
2. Didit Aditya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL.Kaliurang Km 14,5 Telp. (0274) 8952042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) RESIDU

Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Aspal : AC 60/70
Diterima Tgl : 21 April 2005
Selesai Tgl : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

-

PERSIAPAN

No.	TAHAPAN	WAKTU(MENIT)	PENGAMATAN SUHU (°C)
1	Pemanasan	± 15	± 135
2	Pendinginan	± 60	± 25
3	Perendaman	± 60	± 25
4	Pemeriksaan	± 20	± 25

HASIL PENGAMATAN

DAKTILITAS PADA 25°C 5 CM/MENIT	PEMBACAAN PENGUKUR PADA ALAT (CM)
Pengamatan I	165
Pengamatan II	165
Rata –rata	165

Yogyakarta, 21 April 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti :
1. Agung Wibowo

2. Didit Aditiya K

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

lampiran 10

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (*DUCTILITY*) / RESIDU

Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Aspa : Aspal Keras AC 60-70
Diterima Tgl. : 21 April 2005
Selesai Tgl : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu ± oven 135 ^{0}C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	-
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25 ^{0}C	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath ± 25 ^{0}C
Periksaan	Daktilitas pada suhu 25 ^{0}C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ± 25 ^{0}C

DAKTILITAS PADA 25 ^{0}C 5 cm per menit	Pembacaan Pengukur pada Alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rata – rata	165 cm

Yogyakarta, 21 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti :

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60-70
Diterima Tgl. : 21 April 2005
Selesai Tgl. : 21 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer Kosong	12,45 gram
2	Berat Vicnometer + Aquadest	24,65 gram
3	Berat Air (2-1)	12,2 gram
4	Berat Vicnometer + Aspal	14,06 gram
5	Berat Aspal (4-1)	1,61 gram
6	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest	24,73 gram
7	Berat Airnya Saja (6-4)	10,67 gram
8	Volume Aspal (3-7)	1,53 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5/8)	1,0526

Yogyakarta, 21 September 2004

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,1%

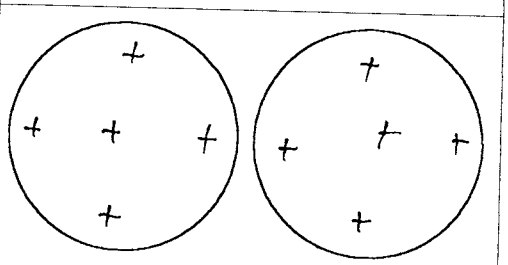
Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 05 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 8.00	28
Selesai Pemanasan	Mulai 8.15	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 8.15	150
Selesai	Mulai 9.30	28
Direndam Dalam Air Dengan Suhu 25^{0}C		
Mulai	Mulai 9.30	25
Selesai	Mulai 10.30	25
Diperiksa		
Mulai	Mulai 11.00	25
Selesai	Mulai 11.30	25

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	Keterangan
1	65	69	
2	62	60	
3	63	62	
4	64	57	
5	59	64	

Yogyakarta, 05 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,2%

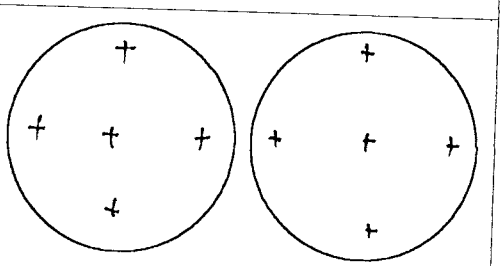
Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 05 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	**Pembacaan Waktu (WIB)**	**Pembacaan Suhu (^{0}C)**
Mulai Pemanasan	Mulai 8.00	28
Selesai Pemanasan	Mulai 8.15	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 8.15	150
Selesai	Mulai 9.30	28
Direndam Dalam Air Dengan Suhu 25^{0}C		
Mulai	Mulai 9.30	25
Selesai	Mulai 10.30	25
Diperiksa		
Mulai	Mulai 11.00	25
Selesai	Mulai 11.30	25

HASIL PENGAMATAN

No	**CAWAN I (mm)**	**CAWAN II (mm)**	**Keterangan**
1	59	62	
2	54	57	
3	58	60	
4	56	55	
5	55	57	

Yogyakarta, 05 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,4%

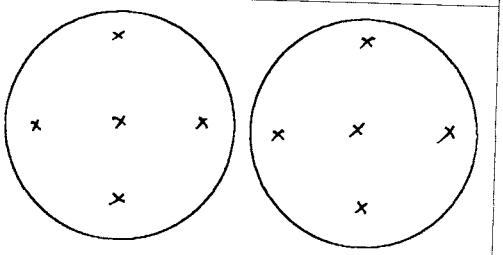
Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 06 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 9.45	28
Selesai Pemanasan	Mulai 10.00	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 10.00	150
Selesai	Mulai 10.30	28
Direndam Dalam Air Dengan Suhu 25^{0}C		
Mulai	Mulai 10.30	25
Selesai	Mulai 11.30	25
Diperiksa		
Mulai	Mulai 11.30	25
Selesai	Mulai 12.00	25

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	Keterangan
1	60	62	
2	53	58	
3	52	52	
4	56	54	
5	57	54	

Yogyakarta, 06 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,5%

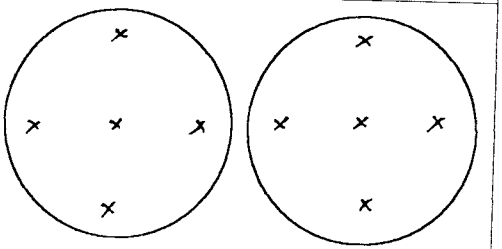
Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 06 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 9.45	28
Selesai Pemanasan	Mulai 10.00	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 10.00	150
Selesai	Mulai 10.30	28
Direndam Dalam Air Dengan Suhu 25^{0}C		
Mulai	Mulai 10.30	25
Selesai	Mulai 11.30	25
Diperiksa		
Mulai	Mulai 11.30	25
Selesai	Mulai 12.00	25

HASIL PENGAMATAN

No	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	Keterangan
1	54	55	
2	50	49	
3	47	49	
4	50	52	
5	52	51	

Yogyakarta, 06 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,1%

Contoh dar : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 03 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K
Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	**Pembacaan Waktu (WIB)**	**Pembacaan Suhu (^{0}C)**
Mulai Pemanasan	Mulai 8.30	27
Selesai Pemanasan	Mulai 8.45	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 9.00	150
Selesai	Mulai 10.00	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 10.00	5
Selesai	Mulai 11.00	55

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang diamati	Waktu (Detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	51°C	51°C
2	10	45	45		
3	15	200	200		
4	20	360	360		
5	25	453	453		
6	30	502	502		
7	35	565	565		
8	40	623	623		
9	45	676	676		
10	50	730	730		
11	52	744	744		
12	55		823		

Yogyakarta, 03 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,2%

Contoh dar : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 03 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	**Pembacaan Waktu (WIB)**	**Pembacaan Suhu (^{0}C)**
Mulai Pemanasan	Mulai 08.30	27
Selesai Pemanasan	Mulai 8.45	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 9.00	150
Selesai	Mulai 10.00	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 10.00	5
Selesai	Mulai 11.00	55

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang diamati	Waktu (Detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	51°C	52°C
2	10	69	69		
3	15	163	163		
4	20	277	277		
5	25	355	355		
6	30	412	412		
7	35	477	477		
8	40	520	520		
9	45	570	570		
10	50	620	620		
11	52	640	640		
12	55		664		

Yogyakarta, 03 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,3%

Contoh dar : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 03 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	**Pembacaan Waktu (WIB)**	**Pembacaan Suhu (^{0}C)**
Mulai Pemanasan	Mulai 13.00	27
Selesai Pemanasan	Mulai 13.30	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 13.30	150
Selesai	Mulai 14.30	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 14.30	5
Selesai	Mulai 15.00	55

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang diamati	Waktu (Detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	52°C	52°C
2	10	83	83		
3	15	135	135		
4	20	190	190		
5	25	232	232		
6	30	277	277		
7	35	325	325		
8	40	361	361		
9	45	417	417		
10	50	471	471		
11	52	495	495		
12	55	528	528		

Yogyakarta, 03 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,4%

Contoh dar : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 04 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	**Pembacaan Waktu (WIB)**	**Pembacaan Suhu (^{0}C)**
Mulai Pemanasan	Mulai 9.00	27
Selesai Pemanasan	Mulai 9.30	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 9.30	150
Selesai	Mulai 10.30	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 10.30	5
Selesai	Mulai 11.00	55

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang diamati	Waktu (Detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	53°C	53°C
2	10	87	87		
3	15	147	147		
4	20	192	192		
5	25	246	246		
6	30	281	281		
7	35	335	335		
8	40	366	366		
9	45	418	418		
10	50	498	498		
11	53	549	549		
12	55		562		

Yogyakarta, 04 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,5%

Contoh dar : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Contoh : Aspal Keras AC 60/70
Selesai Tgl : 04 Mei 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditiya K
Diperiksa Oleh : **Sukamto**

Pemanasan Sampel	Pembacaan Waktu (WIB)	Pembacaan Suhu (^{0}C)
Mulai Pemanasan	Mulai 9.00	27
Selesai Pemanasan	Mulai 9.30	150
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	Mulai 9.30	150
Selesai	Mulai 10.30	27
Diperiksa		
Mulai	Mulai 10.30	5
Selesai	Mulai 11.00	55

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang diamati	Waktu (Detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	54°C	54°C
2	10	58	58		
3	15	168	168		
4	20	240	240		
5	25	279	279		
6	30	335	335		
7	35	385	385		
8	40	425	425		
9	45	483	483		
10	50	564	564		
11	53	583	583		
12	55		624		

Yogyakarta, 04 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:
1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditiya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KADAR ASPAL 4%

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
14	½ "	0	0	0	100	100	100
10	3/8 "	57,6	57,6	5,00	95,00	90	100
6.3	¼ "	489,6	547,2	47,50	52,50	35	70
2.36	# 8	132,48	679,68	59,00	41,00	35	47
0.6	# 30	184,32	864,00	75,00	25,00	15	35
0.212	# 70	86,40	950,4	82,50	17,50	5	30
0.075	# 200	132,48	1082,88	94,00	6,00	4	8
	Pan	69,12	1152	100	0.00	0	0

Keterangan : Berat Campuran = 1.200 gram
Berat Aspal = 48 gram
Berat agregat = 1152 gram

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui
Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

lampiran 23

ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KADAR ASPAL 5%

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
14	½ "	0	0	0	100	100	100
10	3/8 "	57,0	57,0	5,00	95,00	90	100
6.3	¼ "	484,5	541,5	47,50	52,50	35	70
2.36	# 8	131,1	672,6	59,00	41,00	35	47
0.6	# 30	182,4	855,0	75,00	25,00	15	35
0.212	# 70	85,5	940,5	82,50	17,50	5	30
0.075	# 200	131,1	1071,6	94,00	6,00	4	8
	Pan	68,4	1140	100	0.00	0	0

Keterangan :
Berat Campuran = 1.200 gram
Berat Aspal = 60 gram
Berat agregat = 1140 gram

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KADAR ASPAL 6%

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
14	½ "	0	0	0	100	100	100
10	3/8 "	56,4	56,4	5,00	95,00	90	100
6.3	¼ "	479,4	535,8	47,50	52,50	35	70
2.36	# 8	129,72	665,52	59,00	41,00	35	47
0.6	# 30	180,48	846	75,00	25,00	15	35
0.212	# 70	84,60	930,60	82,50	17,50	5	30
0.075	# 200	129,72	1060,32	94,00	6,00	4	8
	Pan	67,68	1128	100	0.00	0	0

Keterangan : Berat Campuran = 1.200 gram
Berat Aspal = 72 gram
Berat agregat = 1128 gram

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Peneliti:

Ka. Lab Jalan Raya UII

1. Agung Wibowo :

(Ir. Iskandar S, MT)

2. Didit Aditya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KADAR ASPAL 7%

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
14	½ "	0	0	0	100	100	100
10	3/8 "	55,8	55,8	5,00	95,00	90	100
6.3	¼ "	474,3	530,1	47,50	52,50	35	70
2.36	# 8	128,34	658,44	59,00	41,00	35	47
0.6	# 30	178,56	837	75,00	25,00	15	35
0.212	# 70	83,70	920,7	82,50	17,50	5	30
0.075	# 200	128,34	1049,04	94,00	6,00	4	8
	Pan	66,96	1116	100	0.00	0	0

Keterangan : Berat Campuran = 1.200 gram
Berat Aspal = 84 gram
Berat agregat = 1116 gram

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Peneliti:

Ka. Lab Jalan Raya UII

1. Agung Wibowo :

(Ir. Iskandar S, MT)

2. Didit Aditya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

ANALISIS SARINGAN AGREGAT
KADAR ASPAL 8%

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah
Diterima Tgl. : 20 April 2005
Selesai Tgl. : 20 April 2005

Dikerjakan Oleh : **1. Agung Wibowo**
2. Didit Aditya K

Diperiksa Oleh : **Sukamto**

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
14	½ "	0	0	0	100	100	100
10	3/8 "	55,2	55,2	5,00	95,00	90	100
6.3	¼ "	469,2	524,4	47,50	52,50	35	70
2.36	# 8	126,96	651,36	59,00	41,00	35	47
0.6	# 30	176,64	828,0	75,00	25,00	15	35
0.212	# 70	82,8	910,8	82,50	17,50	5	30
0.075	# 200	126,96	1037,76	94,00	6,00	4	8
	Pan	66,24	1104	100	0.00	0	0

Keterangan :
Berat Campuran = 1.200 gram
Berat Aspal = 96 gram
Berat agregat = 1104 gram

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :

2. Didit Aditya K :

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14,5 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

ANALISIS SARINGAN AGREGAT

(Kadar Aspal Optimum = 5,689%)

Contoh dari : Laboratorium Jalan Raya UII
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis Agregat : Batu Pecah
Diterima Tgl. : 27 September 2004
Selesai Tgl. : 27 September 2004

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
14	½ "	0	0	0	100	100	100
10	3/8 "	56,59	56,59	5,00	95,00	90	100
6.3	¼ "	480,99	537,57	47,50	52,50	35	70
2.36	# 8	130,15	667,72	59,00	41,00	35	47
0.6	# 30	181,08	848,80	75,00	25,00	15	35
0.212	# 70	84,88	933,68	82,50	17,50	5	30
0.075	# 200	130,15	1063,83	94,00	6,00	4	8
	Pan	67,90	1131,73	100	0.00	0	0

Keterangan : Berat Campuran = 1.200 gram
Berat Aspal = 68,27 gram
Berat agregat = 1131,73 gram

Yogyakarta, 20 April 2005

Mengetahui

Ka. Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti:

1. Agung Wibowo :
2. Didit Aditya K :

Asal material : Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : HRA
Di kerjakan Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo

Tanggal : 19 April s/d 26 April 2005
Dihitung Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo
Diperiksa Oleh :

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	P (kg)	q	r (mm)	QM
4.A	6.29	4.167	4.0	1188	1194	686	508	2.34	2.52	8.89	83.93	7.19	16.07	55.29	7.19	425	1443.73	1501.47	0.70	2144.963
4.B	6.56	4.167	4.0	1145	1154	631	523	2.19	2.52	8.32	78.57	13.11	21.43	38.82	13.11	434	1474.3	1415.33	1.38	1025.599
4.C	6.47	4.167	4.0	1177	1181	658	523	2.25	2.52	8.55	80.76	10.68	19.24	44.46	10.68	443	1504.87	1444.68	1.80	802.598
	6.44	**4.17**	**4.00**	**1170.00**	**1176.33**	**658.33**	**518.00**	**2.26**	**2.52**	**8.59**	**81.09**	**10.33**	**18.91**	**46.19**	**10.33**	**434**	**1474.3**	**1453.83**	**1.29**	**1324.386**
5.A	6.31	5.263	5.0	1185	1189	680	509	2.33	2.48	11.06	82.68	6.26	17.32	63.85	6.26	418	1419.95	1419.95	1.85	767.538
5.B	6.28	5.263	5.0	1183	1188	680	508	2.33	2.48	11.06	82.70	6.24	17.30	63.95	6.24	478	1623.77	1688.72	1.55	1089.495
5.C	6.31	5.263	5.0	1177	1181	676	505	2.33	2.48	11.07	82.77	6.16	17.23	64.26	6.16	498	1691.71	1759.37	2.25	781.944
	6.30	**5.26**	**5.00**	**1181.67**	**1186.00**	**678.67**	**507.33**	**2.33**	**2.48**	**11.06**	**82.72**	**6.22**	**17.28**	**64.02**	**6.22**	**465**	**1578.47**	**1622.68**	**1.88**	**879.659**
6.A	6.30	6.383	6.0	1171	1176	681	495	2.37	2.45	13.48	83.13	3.39	16.87	79.93	3.39	495	1681.52	1832.85	1.40	1309.180
6.B	6.15	6.383	6.0	1179	1183	688	495	2.38	2.45	13.58	83.70	2.73	16.30	83.28	2.73	480	1630.56	1777.31	2.35	756.302
6.C	6.15	6.383	6.0	1187	1190	693	497	2.39	2.45	13.61	83.93	2.46	16.07	84.70	2.46	520	1766.44	1837.10	2.72	675.404
	6.20	**6.38**	**6.00**	**1179.00**	**1183.00**	**687.33**	**495.67**	**2.38**	**2.45**	**13.56**	**83.58**	**2.86**	**16.42**	**82.64**	**2.86**	**498**	**1692.84**	**1815.75**	**2.16**	**913.628**
7.A	5.97	7.527	7.0	1172	1174	683	491	2.39	2.41	15.87	82.99	1.14	17.01	93.30	1.14	435	1477.7	1610.69	3.97	405.715
7.B	6.12	7.527	7.0	1170	1172	684	488	2.40	2.41	15.94	83.35	0.70	16.65	95.78	0.70	530	1800.41	1962.45	4.30	456.383
7.C	6.03	7.527	7.0	1175	1178	687	491	2.39	2.41	15.91	83.20	0.89	16.80	94.72	0.89	528	1793.62	1955.04	5.15	379.620
	6.04	**7.53**	**7.00**	**1172.33**	**1174.67**	**684.67**	**490.00**	**2.39**	**2.41**	**15.91**	**83.18**	**0.91**	**16.82**	**94.60**	**0.91**	**498**	**1690.57**	**1842.73**	**4.47**	**413.906**
8.A	6.04	8.696	8.0	1155	1158	671	487	2.37	2.38	18.03	81.57	0.41	18.43	97.79	0.41	457	1552.43	1692.15	5.15	328.572
8.B	6.00	8.696	8.0	1154	1156	671	485	2.38	2.38	18.08	81.83	0.08	18.17	99.54	0.08	390	1324.83	1444.06	6.40	225.635
8.C	6.01	8.696	8.0	1160	1165	674	491	2.36	2.38	17.96	81.25	0.79	18.75	95.78	0.79	455	1545.64	1684.74	4.45	378.594
	6.02	**8.70**	**8.00**	**1156.33**	**1159.67**	**672.00**	**487.67**	**2.37**	**2.38**	**18.02**	**81.55**	**0.43**	**18.45**	**97.70**	**0.43**	**434**	**1474.3**	**1606.98**	**5.33**	**310.934**

t = Tinggi Benda Uji [cm]
a = % Aspal terhadap batuan = [b/(100-b)] x100
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)
d = Berat basah jenuh (SSD)(gr)
e = Berat didalam air (gr)
f = [d - e] / 1gr/cc [cc]
g = density = c / f [gr/cc]
h = B.J Maksimum = 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = VITM = Jumlah kandungan rongga = (100-i-j) (%)
l = VMA = Rongga terhadap agregat = (100 - j)(%)
m = VFWA = Rongga yang terisi aspal = 100 x (i/l)(%)
n = Rongga yang terisi campuran = 100 - [100 x (g/h)](%)
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = stabilitas = p x koreksi tebal benda uji(kg)

r = FLOW (mm)
QM = Marshal Quetion (kg/mm)
Suhu pencampuran = ± 160 C
Suhu pemadatan = ± 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0526
B.J Agregat = 2,675
Diperiksa Oleh :

Peneliti Agung Wibowo
Didit Aditiya K

Mengetahui
Ka. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S,MT.

lampiran 28

Asal material : Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : HRA (HOT ROLLED ASPHALT)
Di kerjakan Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo

Tanggal : 02 MEI s/d 10 MEI 2005
Dihitung Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo
Diperiksa Oleh :

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST KAO + *ALKYL DIETHANOLAMIDE* 0,1% - 0,5%

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0.0a	6.27	6.032	5.689	1182	1185	687	498	2.3735	2.46	12.83	83.68	3.49	16.32	78.61	3.49	416	1413.15	1469.68	2.76	532.492
0.0b	6.31	6.032	5.689	1181	1187	685	502	2.3526	2.46	12.72	82.94	4.34	17.06	74.55	4.34	390	1324.83	1377.82	2.42	569.348
0.0c	6.32	6.032	5.689	1187	1190	689	501	2.3693	2.46	12.81	83.53	3.66	16.47	77.76	3.66	425	1443.73	1501.47	2.73	549.990
	6.30	**6.03**	**5.689**	**1183.33**	**1187.33**	**663.00**	**500.33**	**2.365**	**2.46**	**12.78**	**83.39**	**3.83**	**16.61**	**76.97**	**3.83**	**410**	**1393.9**	**1449.66**	**2.64**	**550.610**
0.1a	6.44	6.032	5.689	1179	1181	684	497	2.3722	2.46	12.82	83.64	3.54	16.36	78.35	3.54	435	1477.7	1536.80	2.55	602.668
0.1b	6.50	6.032	5.689	1176	1179	680	499	2.3567	2.46	12.74	83.09	4.17	16.91	75.32	4.17	431	1464.11	1522.67	2.60	585.643
0.1c	6.42	6.032	5.689	1174	1180	681	499	2.3527	2.46	12.72	82.95	4.34	17.05	74.57	4.34	447	1518.46	1579.20	2.45	644.570
	6.45	**6.03**	**5.689**	**1176.33**	**1180.00**	**681.67**	**498.33**	**2.361**	**2.46**	**12.76**	**83.22**	**4.02**	**16.78**	**76.08**	**4.02**	**438**	**1486.75**	**1546.22**	**2.53**	**610.960**
0.2a	6.32	6.032	5.689	1175	1180	679	501	2.3453	2.46	12.68	82.69	4.64	17.31	73.22	4.64	454	1542.24	1603.93	2.12	756.570
0.2b	6.30	6.032	5.689	1177	1180	681	499	2.3587	2.46	12.75	83.16	4.09	16.84	75.70	4.09	479	1627.16	1692.25	2.42	699.277
0.2c	6.30	6.032	5.689	1180	1183	683	500	2.36	2.46	12.76	83.21	4.04	16.79	75.95	4.04	463	1572.81	1635.72	2.35	696.053
	6.31	**6.03**	**5.689**	**1177.33**	**1181.00**	**681.00**	**500.00**	**2.355**	**2.46**	**12.73**	**83.02**	**4.26**	**16.98**	**74.95**	**4.26**	**465**	**1580.74**	**1643.97**	**2.30**	**717.300**
0.3a	6.31	6.032	5.689	1180	1184	683	501	2.3553	2.46	12.73	83.04	4.23	16.96	75.05	4.23	485	1647.55	1713.45	2.15	796.952
0.3b	6.30	6.032	5.689	1174	1178	678	500	2.348	2.46	12.69	82.78	4.53	17.22	73.70	4.53	468	1589.8	1653.39	1.95	847.891
0.3c	6.69	6.032	5.689	1177	1180	680	500	2.354	2.46	12.72	82.99	4.28	17.01	74.81	4.28	479	1627.16	1692.25	2.31	732.576
	6.43	**6.03**	**5.689**	**1177.00**	**1180.67**	**680.33**	**500.33**	**2.352**	**2.46**	**12.71**	**82.94**	**4.35**	**17.06**	**74.52**	**4.35**	**477**	**1621.5**	**1686.36**	**2.14**	**792.473**
0.4a	6.22	6.032	5.689	1178	1180	679	501	2.3513	2.46	12.71	82.90	4.39	17.10	74.31	4.39	480	1630.56	1695.78	2.16	785.084
0.4b	6.00	6.032	5.689	1181	1185	683	502	2.3526	2.46	12.72	82.94	4.34	17.06	74.55	4.34	472	1603.38	1667.52	2.13	782.873
0.4c	6.31	6.032	5.689	1176	1180	678	502	2.3426	2.46	12.66	82.59	4.75	17.41	72.74	4.75	435	1477.7	1536.80	1.92	800.418
	6.18	**6.03**	**5.689**	**1178.33**	**1181.67**	**680.00**	**501.67**	**2.349**	**2.46**	**12.69**	**82.81**	**4.49**	**17.19**	**73.86**	**4.49**	**462**	**1570.55**	**1633.37**	**2.07**	**789.459**
0.5a	6.28	6.032	5.689	1185	1192	684	508	2.3327	2.46	12.61	82.24	5.15	17.76	71.00	5.15	485	1647.55	1713.45	2.51	682.648
0.5b	6.26	6.032	5.689	1174	1180	680	500	2.348	2.46	12.69	82.78	4.53	17.22	73.70	4.53	488	1657.74	1724.05	2.26	762.852
0.5c	6.45	6.033	5.689	1171	1178	677	501	2.3373	2.46	12.63	82.41	4.96	17.59	71.80	4.96	492	1671.32	1738.18	2.34	742.811
	6.33	**6.03**	**5.6891**	**1176.67**	**1183.33**	**680.33**	**503.00**	**2.339**	**2.46**	**12.64**	**82.48**	**4.88**	**17.52**	**72.17**	**4.88**	**488**	**1658.87**	**1725.22**	**2.37**	**729.437**

t = Tinggi Benda Uji [cm]
a = % Aspal terhadap batuan = [b/(100-b)] x100
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)
d = Berat basah jenuh (SSD)(gr)
e = Berat didalam air (gr)
f = [d - e] / 1gr/cc [cc]
g = density = c / f [gr/cc]
h = B.J Maksimum = 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = VITM = Jumlah kandungan rongga = (100-i-j) (%)
l = VMA = Rongga terhadap agregat = (100 - j)(%)
m = VFWA = Rongga yang terisi aspal = 100 x (i/l)(%)
n = Rongga yang terisi campuran = 100 - [100 x (g/h)](%)
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = stabilitas = p x koreksi tebal benda uji(kg)

r = FLOW (mm)
QM = Marshal Quetion (kg/mm)
Suhu pencampuran = ± 160 C
Suhu pemadatan = ± 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0526
B.J Agregat = 2,675
Diperiksa Oleh :

Peneliti Agung Wibowo
Didit Aditiya K

Mengetahui
Ka. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S,MT.

lampiran 29

Asal material : Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : HRA
Di kerjakan Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo

Tanggal : 13 Mei s/d 18 Mei 2005
Dihitung Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo
Diperiksa Oleh :

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST (*immersion test* 0,5 jam)

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0.0a	6.27	6.032	5.689	1182	1185	687	498	2.3735	2.46	12.83	83.68	3.491	16.319	78.608	3.49	416	1413.15	1469.678	2.760	532.492
0.0b	6.31	6.032	5.689	1181	1187	685	502	2.3526	2.46	12.72	82.94	4.341	17.056	74.549	4.34	390	1324.83	1377.823	2.420	569.348
0.0c	6.32	6.032	5.689	1187	1190	689	501	2.3693	2.46	12.81	83.53	3.663	16.468	77.757	3.66	425	1443.73	1501.474	2.730	549.990
	6.30	**6.03**	**5.689**	**1183.33**	**1187.33**	**663.00**	**500.33**	**2.365**	**2.46**	**12.78**	**83.39**	**3.832**	**16.614**	**76.971**	**3.83**	**410**	**1393.9**	**1449.658**	**2.637**	**550.610**
0.3a	6.31	6.032	5.689	1180	1184	683	501	2.3553	2.46	12.73	83.04	4.231	16.961	75.053	4.23	485	1647.55	1713.447	2.150	796.952
0.3b	6.30	6.032	5.689	1174	1178	678	500	2.348	2.46	12.69	82.78	4.528	17.218	73.704	4.53	468	1589.8	1653.388	1.950	847.891
0.3c	6.69	6.032	5.689	1177	1180	680	500	2.354	2.46	12.72	82.99	4.284	17.006	74.812	4.28	479	1627.16	1692.250	2.310	732.576
	6.43	**6.03**	**5.689**	**1177.00**	**1180.67**	**680.33**	**500.33**	**2.352**	**2.46**	**12.71**	**82.94**	**4.347**	**17.062**	**74.523**	**4.35**	**477**	**1621.5**	**1686.361**	**2.137**	**792.473**

t = Tinggi Benda Uji [cm]
a = % Aspal terhadap batuan = [b/(100-b)] x100
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)
d = Berat basah jenuh (SSD)(gr)
e = Berat didalam air (gr)
f = [d - e] / 1gr/cc [cc]
g = density = c / f [gr/cc]
h = B.J Maksimum = 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = VITM = Jumlah kandungan rongga = (100-i-j) (%)
l = VMA = Rongga terhadap agregat = (100 - j)(%)
m = VFWA = Rongga yang terisi aspal = 100 x (i/l)(%)
n = Rongga yang terisi campuran = 100 - [100 x (g/h)](%)
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = stabilitas = p x koreksi tebal benda uji(kg)

r = FLOW (mm)
QM = Marshal Quetion (kg/mm)
Suhu pencampuran = ± 160 C
Suhu pemadatan = ± 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0526
B.J Agregat = 2,675
Diperiksa Oleh :

Peneliti Agung Wibowo
Didit Aditiya K

Mengetahui
Ka. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S,MT.

Asal material : Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : HRA
Di kerjakan Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo

Tanggal : 13 Mei s/d 18 Mei 2005
Dihitung Oleh : Didit Aditiya K dan Agung Wibowo
Diperiksa Oleh :

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST (*immersion test* 24 jam)

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0.0-A	6.47	6.032	5.689	1186	1188	683	505	2.3485	2.46	12.69	82.80	4.507	17.200	73.798	4.51	360	1222.92	1271.837	2.850	446.259
0.0-B	6.40	6.032	5.689	1189	1191	689	502	2.3685	2.46	12.80	83.51	3.693	16.494	77.610	3.69	325	1104.03	1148.186	2.550	450.269
0.0-C	6.42	6.032	5.689	1181	1186	686	500	2.362	2.46	12.77	83.28	3.958	16.724	76.332	3.96	390	1324.83	1377.823	2.900	475.111
	6.43	**6.03**	**5.689**	**1185.33**	**1188.33**	**686.00**	**502.33**	**2.360**	**2.46**	**12.75**	**83.19**	**4.053**	**16.806**	**75.913**	**4.05**	**358**	**1217.26**	**1265.949**	**2.767**	**457.213**
0.3-A	6.32	6.032	5.689	1182	1187	690	497	2.3783	2.46	12.85	83.85	3.297	16.151	79.587	3.30	399	1355.4	1409.619	2.450	575.355
0.3-B	6.32	6.032	5.689	1172	1178	689	489	2.3967	2.46	12.95	84.50	2.546	15.500	83.572	2.55	420	1426.74	1555.147	2.570	605.115
0.3-C	6.50	6.032	5.689	1188	1192	677	515	2.3068	2.46	12.47	81.33	6.203	18.671	66.777	6.20	388	1318.04	1318.036	2.250	585.794
	6.38	**6.03**	**5.689**	**1180.67**	**1185.67**	**685.33**	**500.33**	**2.3606**	**2.46**	**12.76**	**83.23**	**4.015**	**16.774**	**76.645**	**4.02**	**402**	**1366.73**	**1427.601**	**2.423**	**588.755**

t = Tinggi Benda Uji [cm]
a = % Aspal terhadap batuan = [b/(100-b)] x100
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)
d = Berat basah jenuh (SSD)(gr)
e = Berat didalam air (gr)
f = [d - e] / 1gr/cc [cc]
g = density = c / f [gr/cc]
h = B.J Maksimum = 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp
j = (100 - b) x g : Bj Agregat
k = VITM = Jumlah kandungan rongga = (100-i-j) (%)
l = VMA = Rongga terhadap agregat = (100 - j)(%)
m = VFWA = Rongga yang terisi aspal = 100 x (i/l)(%)
n = Rongga yang terisi campuran = 100 - [100 x (g/h)](%)
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = stabilitas = p x koreksi tebal benda uji(kg)

r = FLOW (mm)
QM = Marshal Quetion (kg/mm)
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = + 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0526
B.J Agregat = 2,675
Diperiksa Oleh :

Peneliti Agung Wibowo
Didit Aditiya K

Mengetahui
Ka. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S,MT.

LABORATORIUM TRANSPORTASI
JURUSAN TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UGM
Jl. Grafika No: 20 Telp. 902246 Yogyakarta

PENGUJIAN COHESSIO METER - HVEEM

No.	KAO (%)	*Alkyl Diethanolamide* (%)		Tinggi (inch)	Diameter (inch)	Berat Shot (gr)	Kohesi (gr/inch^2)
1	5,689	0,0	A	2,547	4,0315	2507,7	782,58358
			B	2,519	4,0315	2373,4	751,87353
			C	2,571	4,0315	2779,8	856,50214
Rata-rata				**2,545**	**4,0315**	**2553,6**	**796,98641**
2	5,689	0,3	A	2,555	4,0315	4726,7	1468,7965
			B	2,590	4,0315	3751,7	1144,4250
			C	2,610	4,0315	4620,8	1394,8262
Rata-rata				**2,585**	**4,0315**	**4366,4**	**1336,0159**

$$C = \frac{L}{W(0{,}20H + 0{,}044H^2)}$$

Keterangan :
C = Nilai kohesi (gr/inci ^{2})
L = Berat shot (bola-bola baja) (gr)
W = Diameter atau lebar sampel (inci)
H = Tebal sampel (inci)

Yogyakarta, 27 Mei 2005

Mengetahui
Ka. Lab Teknik Transportasi

(Ir. Iman Basuki)

Peneliti:

1. Agung W :
2. Didit Aditya K :

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14.4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)

Berlaku mulai Tgl : 27-Jan-05 – Sampai Akhir Mei 05

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agung Wibowo	97 511 092	Teknik Sipil
2.	Didit Adityo	97 511 170	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh alkyl diethalonomide sebagai material aditive pada Hot Rolled Asphalt (HRA) terhadap sifat -sifat Marshall dan Kohesi

Dosen Pembimbing I : Balya Umar,Ir,H,MSc

Dosen Pembimbing II : Bachnas, IR,H,MSc





Jogjakarta , 27-Jan-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agung Wibowo	97 511 092	Teknik Sipil
2.	Didit Adittya	97 511 170	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh alkyl diethalonomide sebagai material aditive pada Hot Rolled Asphalt (HRA) terhadap sifat -sifat Marshall dan Kohesi

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)
TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai Tgl : 27-Jan-05 – Sampai Akhir Mei 05

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Balya Umar,Ir,H,MSc

Dosen Pembimbing II : Bachnas, IR,H,MSc





Jogjakarta ,27-Jan-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP@UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agung Wibowo	97 511 092	Teknik Sipil
2.	Didit Adittya Krisnawan	97 511 170	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh alkyl diethanolamide sebagai material aditive pada Hot Rolled Asphalt (HRA) terhadap sifat -sifat Marshall dan Kohesi

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)
TAHUN : 2004 - 2005
Diperpanjang sampai September 2005

No.	Kegiatan	Bulan Ke : Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Balya Umar,Ir,H,MSc

Dosen Pembimbing II : Bachnas, IR,H,MSc

Foto 4 x 6

Foto 4 x 6

Jogjakarta ,23-Jun-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
	28/3-04.	- Bagaimana bila nanti KAO < 6 % ? Sebaiknya variasi kadar aspal dr mulai 4 %. - Perbaiki Proposal ini ke DP II, bila sudah tidak ada masalah dari DP II, persiapkan Seminar	
	29/03-04.	Proposal OK.	
	30/4-05.	- Cek hasil tes penetrasi masuk Spesifikasi - Tulisan yg harus di konsultasikan dulu ke DP I cukup gambar diagram konsultasi yg dibuat DP II	
	8/6-05.	Bab I s/d Bab III. - pd Bab III. tambahkan cuplikan teori untuk menghitung Percent Volume Agg dan Aspal, Berat.	
	10/6-05	Bab IV s/d Bab V. - perbaiki yg diberitanda.	
	13/6-05.	Bab VI. - perbaiki yg diberitanda.	
	17/6-05.	- Buatkan grafik gradasi dr salah satu hasil pengujian lab.	

18/6-05. Secara total dilanjutkan koreksi pd Pemb satu

22/6-05 — Edit yg sdh ber tanda

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL			CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	Masuk	Selesai	Diambil		
	14/02-05	17/02-05	17/02-05	- Jumlah Hal dikurangi ± 20hl - perbaiki / lengkapi yg diberi tanda.	
	28/2-05			- Peristilah - peristilah pd Bab ini belum sdr. lakukan. Konsultasikan dulu sampai si Acc.	
	7/03-05		7/03-05	- Perbaiki yg diberi tanda (Skala logaritma)	
			15/03-05	- Lanjutkan ke pembimbing I (Satu).	
	17/3-05	17/3-05		- Pada tinjauan Pustaka, tuliskan sejenis hasil para peneliti terdahulu yg penelitian yg akan sdr. lakukan	
				- Cek berat sample - Edit yg saya koreksi di lembar yg terkait.	
	24/3-05			- bawa bahan acuan masalah berat campuran dari sample yg akan saya berat untuk di analisa (harap ketemu saya)	

Wks (Proposal)
Prop. Penel. → DP I → DP II

Propsem → Seminar → Penelitian konsul dg DP II. sampai penulisan

Diperpanjang s/d Sept 2005 18/5

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGA
	23/6-05	Acc. untuk Sidang.	
	28/7-05.	Perbaikan utk Sidang sdh dikoreksi	
	29/7-05	Acc, bisa diambil pendadaran bila tak ada masalah lagi dg jurusan TS.	