

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 9 Jun 2006
NO. JUDUL : 001890
NO. INV. : 5120000189000
NO. INDIK :

TUGAS AKHIR

PENGARUH ALKYL IMIDAZOLINE SEBAGAI ADDITIVE TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL, KOHESI DAN KUAT TARIK PADA HOT ROLLED ASPHALT



Nama : ACHMAD FERDIYANA
No MHS : 97 511 363

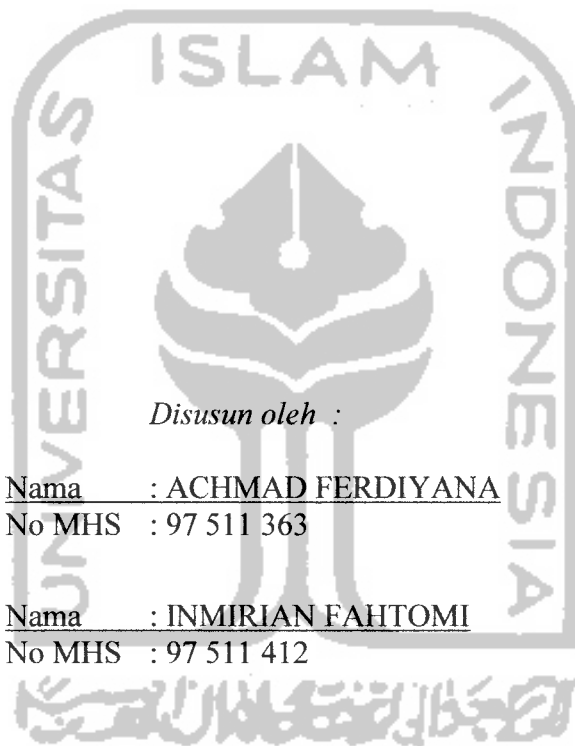
Nama : INMIRIAN FAHTOMI
No MHS : 97 511 412

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



LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH ALKYL IMIDAZOLINE SEBAGAI ADDITIVE TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL , KOHESI DAN KUAT TARIK PADA HOT ROLLED ASPHALT



Disusun oleh :

Nama : ACHMAD FERDIYANA

No MHS : 97 511 363

Nama : INMIRIAN FAHTOMI

No MHS : 97 511 412

TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI OLEH :

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

Ir. Subarkah, MT.
Dosen Pembimbing II

Tanggal 26/11-05

Tanggal 15-11-2005

MOTTO

“ Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu yang berusaha untuk merubahnya “

“ Ridho Ibu merupakan rezeki yang tidak ada nilainya ”

“ Sesungguhnya Allah S.W.T akan membantu orang-orang yang berusaha, sekalipun ia tidak memiliki kekuatan dan kemampuan, melainkan kemauan yang kuat serta niat yang tulus dan ikhlas ”

“ Sholat Dapat Menjernihkan Fikiran, Dan Hanya Sholatlah Yang Dapat Meninggikan Derajatmu Dihadapan - Nya ”

“ APA YANG MENIMPAMU BERUPA KEBAIKAN, ITULAH YANG DATANG DARI ALLAH SWT DAN APA YANG MENIMPAMU BERUPA KEJAHATAN (KEBURUKAN) ITU DATANG DARI DIRIMU SENDIRI ”.

(Q.S. AN-NISA 4 : 79).

Dengan Kasih dan Hati Yang Tulus Kupersembahkan Karyaku Ini
Kepada:

Ayahanda Achmad Fadillah dan Ibunda Saputi Tercinta

Adik-Adik-Koe Ade Faizar, ST, Noha Febtriani, SPsi, Waesul Fazrin Tercinta

Soul Mate-Koe Tercinta

*Yang Telah Memberikan Do'a, Cinta, Semangat, Pengorbanan, dan Dukungan
Yang Sangat Indah Kepada AA Sepanjang Masa.*



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

KATA PENGANTAR

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji dan syukur kita panjatkan kekhadirat 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 Muhammad SAW beserta para Keluarga, sahabat dan pengikut-Nya hingga akhir jaman.

Tugas Akhir yang dilakukan penulis dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul “Pengaruh *Alkyl Imidazoline* sebagai Additive terhadap karakteristik Marshall pada *Hot Rolled Asphalt (HRA)*”, 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, Yogyakarta.

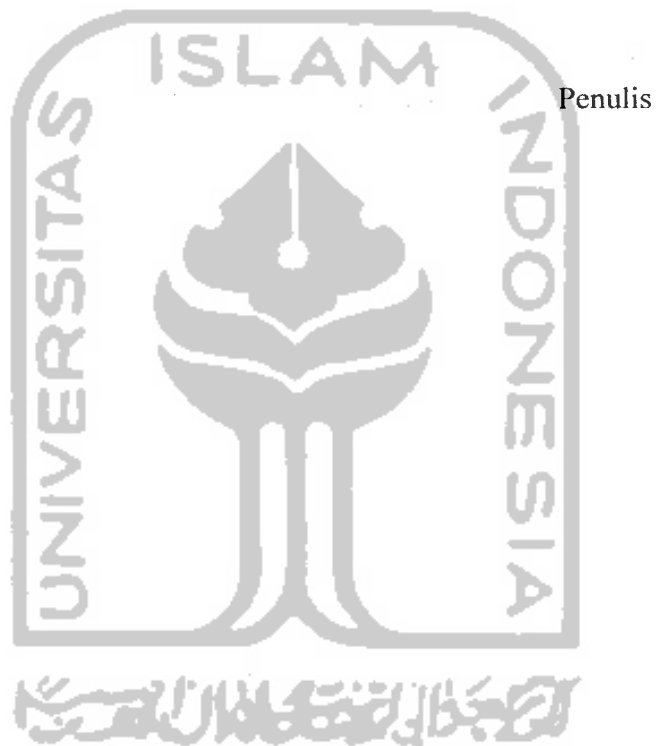
Semua ini tak lepas dari dukungan dan sumbangan pikiran yang tidak ternilai bagi penyusun dari berbagai pihak yang telah mampu memberikan dan menumbuhkan semangat serta motivasi dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan penuh kerendahan hati dan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya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

1. Bapak Prof. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan selaku Dosen Pembimbing Akademik.
2. Bapak Dr. Ir. H. Drajat Suharjo, SU. Selaku dosen Pembimbing Akademik
3. Bapak Ir. Munadhir, MS. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Ir. Iskandar S, MT. Selaku dosen penguji dan Kepala Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc. Selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis
6. Bapak Ir. Subarkah, MT. Selaku dosen pembimbing II dan penguji yang telah banyak memberikan arahan dan saran maupun nasehat kepada penulis
7. Kepada kedua orang tua kami yang telah membantu dalam segala hal yang mungkin tidak dapat diberikan orang lain
8. Bapak Sukanto dan Pranoto dan segenap karyawan Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
9. Bapak Ir. Imam Basuki selaku koordinator laboran transportasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Kami sadar dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini banyakekurangan dan kesalahan, untuk itu kami mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dan memperbaiki laporan Tugas Akhir yang kami ajukan.

Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk kemajuan ilmu pengetahuan dibidang Teknik Sipil. Amiin.

Yogyakarta, September 2005



INTISARI

Di Indonesia yang beriklim tropis, dalam pembangunan dan peningkatan Jalan Raya masih banyak menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Namun sering kali dijumpai kelemahan berupa kerusakan dini pada permukaan jalan setelah beberapa waktu dilalui lalu lintas. Meskipun memenuhi persyaratan spesifikasi, memperlihatkan perilaku tingkat pelayanan yang cenderung menurun dengan terjadinya pelepasan butiran (*fretting*), retak, *raveling* dan bentuk kerusakan lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh penggunaan Alkyl Imidazoline sebagai additive pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) dengan variasi penambahan bahan tambah 0,1% sampai 0,5% dengan interval 0,1%. Aspal yang dipergunakan adalah AC60/70 dengan kadar aspal 6% sampai 8% dengan interval 0,5%. Hasil pengujian didapat Kadar Aspal Optimum (KAO) 7,11% dengan mengacu pada persyaratan spesifikasi Marshall jalan Pantura Bina Marga 2004.

Hasil penelitian menunjukan bahwa penambahan Alkyl Imidazoline memperbesar nilai Density, flow, Stabilitas, VFWA, Indeks Perendaman. Penambahan Alkyl Imidazoline juga menurunkan nilai VITM, VMA, Marshall Qoutient, Tensile Strength dan Kohesi. Secara keseluruhan campuran yang ditambah Alkyl Imidazoline memenuhi persyaratan spesifikasi jalan Pantura 2004 untuk pengujian Marshall. Untuk pengujian Hveem – Cohesion memenuhi rekomendasi dari Asphalt Institute 1983, dan memenuhi rekomendasi dari T.W. Kennedy untuk pengujian kuat tarik.

Keunggulan campuran dengan penambahan Alkyl Imidazoline mempunyai nilai Fleksibilitas dan stabilitas yang tinggi serta memiliki nilai Durabilitas yang tinggi dibandingkan dengan campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) tanpa penambahan Alkyl Imidazoline

Kelemahan campuran tersebut adalah kurang tahan menahan retak yang diakibatkan oleh tegangan tarik bila dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan Alkyl Imidazoline dan sedikit kurang tahan terhadap kemampuan aspal menahan agregat pada posisinya yang diakibatkan oleh beban pada pengujian Hveem – Cohesion.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Aspal	5
2.2 Agregat	6
2.3 <i>Filler</i>	9
2.4 Bahan Tambah	10
2.5 <i>Alkyl Imidazoline</i>	10
2.6 Hot Rolled Asphalt	11
2.7 Nilai Kohesi	12
2.8 Uji Tarik Tak Langsung (<i>Indirect Tensile Test</i>)	12
2.9 Hasil penelitian sebelumnya	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan	14
3.2 <i>Hot Rolled Asphalt</i>	16
3.3 Bahan Penyusun Campuran Perkerasan	16
3.3.1 Agregat	17
3.3.2 Aspal AC 60/70	18
3.3.3 <i>Alkyl Imidazoline</i>	19
3.4 Karakteristik Perkerasan	20
3.4.1 Stabilitas (<i>Stability</i>)	20
3.4.2 Daya Tahan/ Keawetan (<i>Durability</i>)	21
3.5 Spesifikasi Campuran	22

6.1.4.1.7 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai Marshall Qoutient	63
6.1.4.2 Hasil Pemeriksaan Marshall Test Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada KAO	67
6.1.4.3 Hasil Pemeriksaan Immersion Test Campuran Hot Rolled Asphalt dengan penambahan Alkyl Imidazoline pada Kadar Aspal Optimum	68
6.1.4.4 Hasil Pemeriksaan Indirect Tensile Test Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada KAO	69
6.1.4.5 Hasil Pemeriksaan Kohesi Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada Kadar Aspal Optimum	70
6.2 Pembahasan	72
6.2.1 Karakteristik Bahan	72
6.2.1.1 Aspal	72
6.2.1.2 Agregat	74
6.2.1.3 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap karakteristik Aspal	76
6.2.2 Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Asphalt	81
6.2.2.1 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Density	81
6.2.2.2 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Void In Total Mix (VITM)	83
6.2.2.3 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Void Filled With Asphalt (VFWA)	86
6.2.2.4 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Void in Mineral Agregate (VMA)	89
6.2.2.5 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Stabilitas	92
6.2.2.6 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Flow	94
6.2.2.7 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Marshall Quotient	97
6.2.3 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Index Of Retained Strength	100
6.2.4 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Indirect Tensile Test	103
6.2.5 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Kohesi	106
6.3 Rekapitulasi hasil penelitian	108
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	112
DAFTAR PUSTAKA	116

Gambar 28. Grafik persentase kenaikan nilai VFWA dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	86
Gambar 29. Grafik hubungan antara nilai VMA dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	89
Gambar 30. Grafik persentase penurunan nilai VMA dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	89
Gambar 31. Grafik hubungan nilai Stabilitas dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	92
Gambar 32. Grafik persentase kenaikan nilai Stabilitas dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	92
Gambar 33. Grafik hubungan antara nilai flow campuran aspal dengan penambahan <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	94
Gambar 34. Grafik persentase kenaikan nilai flow terhadap penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	95
Gambar 35. Grafik hubungan nilai Marshall Quotient dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	97
Gambar 36. Grafik persentase penurunan nilai Marshall Quotient dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	97
Gambar 37. Grafik hubungan nilai Indek Perendaman dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	101
Gambar 38. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan lama perendaman	101
Gambar 39. Grafik hubungan nilai <i>Tensile Strength</i> dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	103
Gambar 40. Grafik persentase penurunan nilai <i>Tensile Strength</i> dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	103
Gambar 41. Grafik hubungan nilai Kohesi dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	106
Gambar 42. Grafik penurunan nilai Kohesi dengan penambahan kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> pada campuran <i>Hot Rolled Asphalt (HRA)</i>	106

DAFTAR TABEL 1

Tabel 1. Persyaratan agregat kasar	17
Tabel 2. Persyaratan agregat halus	18
Tabel 3. Persyaratan gradasi campuran <i>HRA type C wearing course mixture</i>	18
Tabel 4. Persyaratan AC 60-70	19
Tabel 5. Spesifikasi Marshall Properties untuk kepadatan lalu lintas tinggi	22
Tabel 6. Persyaratan Rencana Perkerasan Metode Hveem	34
Tabel 7. Hasil pemeriksaan AC 60/70	50
Tabel 8. Hasil pemeriksaan AC 60/70 dengan penambahan <i>Alkyl Imidazoline</i>	51
Tabel 9. Hasil pemeriksaan agregat kasar	52
Tabel 10. Hasil pemeriksaan agregat halus.....	52
Tabel 11. Hasil pengujian Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan Variasi Kadar Aspal.....	53
Tabel 12. Average nilai <i>Density</i> pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	54
Tabel 13. Average nilai VMA pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	55
Tabel 14. Average nilai VFWA pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	56
Tabel 15. Average nilai VITM pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	58
Tabel 16. Average nilai Stabilitas pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	59
Tabel 17. Average nilai <i>flow</i> pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	60
Tabel 18. Average nilai <i>Marshall Qoutient</i> pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan kadar aspal.....	62
Tabel 19. Spesifikasi Marshall Properties untuk lalu lintas Tinggi	63
Tabel 20. Kadar Aspal Optimum pada spesifikasi Bina Marga 1987	64
Tabel 21. Kadar Aspal Optimum pada spesifikasi Bina Marga 2004	65
Tabel 22. Hasil pemeriksaan Marshall Test Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan <i>Alkyl Imidazoline</i> pada KAO	66
Tabel 23. Kadar <i>Alkyl Imidazoline</i> Optimum.....	67
Tabel 24. Hasil Pemeriksaan <i>Immersion Test</i> Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi <i>Alkyl Imidazoline</i> pada KAO	68
Tabel 25. Hasil Pemeriksaan <i>Indirect Tensile Test</i> Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan <i>Alkyl Imidazoline</i> pada KAO	69
Tabel 26. Hasil Pemeriksaan Kohesi Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> dengan variasi penambahan <i>Alkyl Imidazoline</i> pada Kadar Aspal Optimum.....	70

- Lampiran 30.** Pemeriksaan daktilitas aspal dengan *Alkyl Imidazoline* 0,5%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelarutan dalam CCL₄
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat dengan *Alkyl Imidazoline* 0,0%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat dengan *Alkyl Imidazoline* 0,1%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat dengan *Alkyl Imidazoline* 0,2%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat dengan *Alkyl Imidazoline* 0,3%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat dengan *Alkyl Imidazoline* 0,4%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat dengan *Alkyl Imidazoline* 0,5%
- Lampiran 1.** Pemeriksaan Hveem – Cohesion
- Lampiran 1.** Pemeriksaan Marshall test aspal optimum *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline*
- Lampiran 1.** Pemeriksaan Immersion test aspal optimum *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline*
- Lampiran 1.** Pemeriksaan Indirect Tensile Test
- Lampiran 1.** Pemeriksaan Marshall Test aspal optimum *Hot Rolled Asphalt (HRA)*
- Lampiran 1.** Pemeriksaan analisa saringan pada kadar aspal 7,11%
- Lampiran 1.** Daftar koefisien *Indirect Tensile Test*

DAFTAR NOTASI 1

AAI	: <i>Adhesion asphalt improver</i> , suatu bahan yang berfungsi untuk meningkatkan daya ikat aspal terhadap permukaan agregat
AC (<i>Asphalt Cement</i>)	: 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
<i>Alkyl Imidazoline</i>	: Bahan kimia, yang digunakan sebagai bahan tambah pada perkerasan jalan yang merupakan senyawa carbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen berbentuk cairan berwarna kuning kecoklatan
Angular Aspal	: Bersudut, bentuk fisik dari agregat : Bahan padat atau semi padat yang merupakan senyawa hidrokarbon, berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang sering tersusun dari <i>aspaltenes</i> dan <i>maltenes</i>
<i>Bleeding</i>	: Naiknya aspal ke permukaan
Daktilitas	: Keuletan, nilai elastisitas aspal
Deformasi	: Perubahan bentuk dari perkerasan setelah menerima beban
<i>Density</i>	: 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
<i>Fatigue resistance</i>	: Ketahanan perkerasan terhadap kelelahan akibat beban yang berulang-ulang dari beban lalu lintas tanpa terjadi keretakan
<i>Filler</i>	: 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
<i>Flexible pavement</i>	: Perkerasan lentur, perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat
<i>Flow</i>	: Kelelahan plastis, perubahan bentuk suatu campuran akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam satuan milimeter
<i>Gap graded</i>	: Gradasi timpang, suatu campuran agregat dengan 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
<i>Hot rolled asphalt</i>	: Bahan konstruksi lapis keras lentur bergradasi timpang yang pertama kali dikembangkan di Inggris
<i>Immersion test</i>	: Pengujian perendaman untuk mencari rasio nilai stabilitas
<i>Index of retained strength</i>	: Indeks perendaman, rasio nilai stabilitas terhadap rendaman standar 0,5 jam
Indeks penetrasi	: Indeks untuk menyatakan hubungan perubahan viskositas aspal terhadap temperatur
<i>Internal friction</i>	: 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
<i>Marshall quotient</i>	: Perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai kelelehan plastis
<i>Ravelling</i>	: Lepasnya butiran dari perkerasan
<i>Rigid pavement</i>	: Perkerasan kaku, perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat
<i>Sand equivalent</i>	: Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui kadar debu yang menyerupai lempung pada agregat halus
<i>Surfactant</i>	: Bahan aktif permukaan
Stabilitas	: Kemampuan lapis perkerasan dalam menahan beban sampai terjadi perubahan bentuk
<i>Stripping</i>	: Pengelupasan lapis permukaan yang ditahan oleh sifat adhesi dari bahan ikat
VFWA	: Volume pori diantara butir agregat yang terisi aspal
Viskositas	: Kekentalan aspal
VITM	: Volume rongga yang terdapat dalam total campuran
VMA	: Volume rongga yang terdapat diantara butir agregat dalam campuran perkerasan, termasuk rongga yang terisi aspal efektif

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan pembangunan di Indonesia, khususnya pada infrastruktur menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini akan berpengaruh terhadap mobilitas penduduk dalam berhubungan dari satu daerah ke daerah lainnya. Untuk mendukung pertumbuhan dan mobilitas tersebut diperlukan sarana dan prasarana transportasi.

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat. Dalam merencanakan suatu perkerasan jalan raya harus memenuhi kriteria atau ketentuan antara lain aman, ekonomis, nyaman dan tahan lama.

Di Indonesia yang beriklim tropis, dalam pembangunan dan peningkatan Jalan Raya masih banyak penggunaan aspal sebagai bahan pengikat. Namun sering kali dijumpai kelemahan berupa kerusakan dini pada permukaan jalan setelah beberapa waktu dilalui lalu lintas. Meskipun memenuhi persyaratan spesifikasi, memperlihatkan perilaku pelayanan yang cenderung menurun dengan terjadinya *pelepasan butiran (fretting)*, *retak*, *raveling* dan bentuk kerusakan lainnya.

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan campuran bergradasi timpang atau *gap graded* dan berkadar aspal tinggi, dengan komposisi yang demikian HRA

sangat cocok untuk kondisi di Indonesia yang curah hujan tinggi dan frekuensi sinar matahari yang tinggi sehingga diperlukan lapis permukaan yang extra kedap air dan diperlukan lapisan yang extra solid (sedikit rongga) untuk menahan daya oksidasi yang tinggi. Keuntungan lainnya dari campuran ini adalah tahan terhadap keausan, lebih lentur, dan mempunyai fleksibilitas yang tinggi. Namun HRA juga memiliki kekurangan, diantaranya memiliki stabilitas yang rendah, rentan terhadap deformasi, serta memiliki kekakuan yang kurang baik.

Kebutuhan bahan pembuat jalan yang meningkat mengakibatkan kebutuhan terhadap perilaku aspal yang kuat juga bertambah. Akibat kebutuhan yang terus meningkat maka dicari bahan alternatif yang dapat dipergunakan sebagai penguat perkerasan. Karena itu penelitian ini dititik beratkan mengenai pengaruh penggunaan *additive* dan perilakunya terhadap campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*. Pada penelitian ini menggunakan *additive* jenis *Alkyl Imidazoline*.

Penelitian tentang pengaruh *Alkyl Imidazoline* sebagai bahan tambah pada campuran HRA ditujukan untuk memperbaiki kelemahan – kelemahan dari campuran aspal yang bergradasi timpang (*Gap Graded*). Hal ini disebabkan *Alkyl Imidazoline* dapat meningkatkan stabilitas struktur, meningkatkan kemampuan aspal terhadap deformasi, mempunyai ketahanan terhadap elastisitas jalan yang tinggi, serta sangat tahan terhadap tekanan pada permukaan jalan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti sekaligus menentukan hasil optimum dari pencampuran AC 60/70 dengan *Alkyl Imidazoline* pada perkerasan Hot Rolled Asphalt dengan menggunakan metode *Marshall*, *Kohesi* dan *The Indirect Tensile Test*, sehingga diperoleh perbandingan hasil campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan dan tanpa menggunakan *Alkyl Imidazoline*. Dengan demikian diharapkan akan menjadi pertimbangan atau alternatif dalam pembuatan campuran perkerasan di Indonesia.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian adalah sebagai berikut ini :

1. Dapat memberikan gambaran yang cukup jelas terhadap pengaruh penggunaan *Alkyl Imidazoline* pada perkerasan *Hot Rolled Asphalt* ditinjau dari karakteristik *Marshall*, *Cohesion Test* dan *Indirect Tensile Test*
2. Dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* diharapkan dapat menghasilkan perkerasan yang memiliki mutu yang lebih baik dibanding dengan perkerasan tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*.
3. Dapat menambah variasi studi pustaka mengenai perkerasan jalan dengan gradasi senjang (*gap graded*)

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan – batasan pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini memberikan batasan pada spesifikasi *Marshall Test* dan
2. *Immersion test* selama 24 jam dengan tanpa perlakuan khusus pada suhu luar ruangan, mengacu pada spesifikasi jalan Pantura *Bina Marga 2004*
3. Nilai *Kohesi* mengacu pada rekomendasi *The Asphalt Institute 1983*
4. Penelitian ini menggunakan pengujian *Indirect Tensile Test*
5. Gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang untuk campuran *Hot Rolled Asphalt* berdasarkan *British Standart Institution 594, (1992)*.
6. Bahan untuk pembuat campuran *Hot Rolled Asphalt* adalah :
 - a. Aspal yang digunakan yaitu aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari Pertamina dengan variasi kadar aspal : 6,0%; 6,5%; 7,0%; 7,5%; 8,0%.
 - b. Agregat yang dipergunakan berasal dari Clereng, Kulon progo.
7. *Additive* yang digunakan adalah *Alkyl Imidazoline* produksi PT SISKEM, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat.
8. Penelitian terbatas pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang terkandung dalam *alkyl Imidazoline*.
9. Tidak membahas teknik pengolahan atau pemurnian aspal maupun *alkyl Imidazoline*
10. Pada penelitian ini tidak disertai literature atau pustaka tentang *additive Alkyl Imidazoline* dari PT. SISKEM

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal tersusun dari *asphaltense* dan *maltense* hasil penyulingan terakhir minyak bumi. *Asphalt Cement* adalah aspal yang dibuat dengan kekentalan khusus. Aspal pada lapisan perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat (*Krebs and Walker, 1971*)

Aspal untuk campuran *Hot Rolled Asphalt* pada umumnya digunakan Aspal dengan Viskositas yang tinggi, yaitu Aspal dengan tingkat Penetrasi yang rendah. Untuk HRA sebaiknya digunakan aspal dengan tingkat Penetrasi sebesar 35-70 dan hal ini juga dikaitkan dengan iklim setempat. Pemilihan Aspal dengan Penetrasi rendah dikarenakan mengingat rendahnya ketahanan HRA terhadap Deformasi Permanen. Viskositas Aspal yang rendah, maka ketahanan terhadap Deformasi Permanen akan lebih kecil. (*Hartom, 1986*)

Sifat – sifat yang harus dimiliki aspal (*Sukirman, S, 1999*) :

1. *Adhesi dan Kohesi*

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

2. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan menjadi lunak jika temperatur bertambah.

2.2 Agregat

Agregat didefinisikan sebagai bahan yang keras dan kaku yang digunakan untuk campuran, dapat berupa butiran atau fragmen – fragmen. Agregat meliputi pasir, kerikil, batu pecah, slag, debu batu (*The Asphalt Institute, 1983*).

Agregat yang ideal memiliki bentuk dan gradasi yang baik, kuat, tahan, memiliki porositas yang kecil serta permukaan yang bersih dari kandungan tanah atau lumpur, kasar dan tidak mudah meresap air. Bentuk agregat, gradasi, kekuatan dan ketahanan serta ukuran sangat mempengaruhi pada tingkat kestabilan suatu jalan sehingga layak dipakai sebagai material perkerasan. Porositas dan permukaan agregat akan sangat penting didalam interaksi antar agregat dan aspal. Sebagai komponen utama dalam lapis perkerasan jalan,

mengandung 90% sampai 95% agregat berdasarkan prosentase berat, atau 75% sampai 85% agregat berdasarkan prosentase volume. (Kerb dan Walker, 1971).

Menurut Silvia Sukirman, 1999. Agregat berdasarkan proses pengolahannya, yang digunakan pada perkerasan lentur dibedakan menjadi :

1. Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang digunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit pengolahan. Agregat alam terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Dua bentuk agregat alam yang sering digunakan adalah kerikil dan pasir.

2. Agregat Proses Pengolahan

Agregat jenis ini diperoleh melalui proses pemecahan. Agregat alam yang berukuran besar dipecah terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai agregat konstruksi perkerasan jalan. Ciri – ciri agregat jenis ini adalah :

- a. Bentuk partikel bersudut
- b. Permukaan partikel kasar, sehingga mempunyai gesekan yang baik
- c. Gradasi dapat disesuaikan dengan yang perencanaan

3. Agregat Buatan

Agregat ini merupakan hasil olahan atau hasil sampingan pabrik semen, pabrik baja atau mesin pemecah batu (*Stone Crusher*), yang merupakan mineral filler, yaitu partikel dengan ukuran $< 0,074$ mm.

Agregat yang digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, ukuran, kekerasan, bentuk butiran, porositas, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan.

Menurut *Silvia Sukirman, 1999*. Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Gradasi seragam atau terbuka (*Uniform Open Graded*)

Adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.

2. Gradasi rapat atau baik (*Dense Well Graded*)

Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang.

3. Gradasi senjang (*Poorly or Gap Graded*)

Gradasi senjang merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua jenis agregat diatas yang merupakan agregat dengan satu atau beberapa fraksi yang dihilangkan atau tidak diikut sertakan. Pada Penelitian ini menggunakan gradasi senjang atau *gap graded*.

Gradasi timpang atau *gap graded* pada gradasi agregat dapat dipastikan bahwa fleksibilitas campuran akan menjadi lebih tinggi dibanding untuk gradasi terbuka maupun gradasi rapat. Pada nilai stabilitas dan *flow* akan menjadi kecil dan fleksibel pada campuran *Hot Rolled Asphalt*. (*John B. Cox, 1982*)

Karakteristik dasar HRA sangat dipengaruhi oleh penggunaan gradasinya, yaitu gradasi senjang yang sengaja menghilangkan beberapa ukuran nominal butiran agregat, sehingga terbentuk rongga antar butiran yang cukup besar. Rongga – rongga ini diisi oleh aspal, hal ini mengakibatkan HRA memiliki kadar

aspal yang lebih besar dibandingkan dengan beton aspal yang memiliki gradasi rapat. (Miftahul Fauziah, 2003)

2.3 Filler

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan No. 200 (0,074 mm) bisa berupa debu batu, batu kapur, debu dolomit atau semen. Filler merupakan bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran beton aspal. (Suprpto, T M, 1994).

Manfaat penggunaan *filler* terhadap campuran beton aspal adalah sebagai berikut ini :

1. Sebagai bagian dari agregat, *filler* akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat, sehingga akan meningkatkan mutu campuran.
2. Bila bercampur dengan aspal, *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran secara bersama – sama.

Pemberian *Filler* pada campuran lapis keras akan memberikan kadar pori yang kecil karena partikel *Filler* akan mengisi rongga – rongga pada campuran aspal. Butir pengisi bersama dengan aspal akan membentuk gel yang akan bekerja melumas serta mengikat agregat halus untuk membentuk mortal yang kokoh dengan merubah nilai stabilitasnya (Bina Marga, 1983).

2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan untuk meningkatkan kualitas aspal. Dengan tambahan *additive* tersebut karakteristik aspal sebagai bahan ikat akan meningkatkan tingkat plastisitas, ketahanan terhadap deformasi permanent, ketahanan terhadap kelelahan pada suhu rendah, memperlambat proses oksidasi terhadap aspal. (Suprpto TM, 1994)

2.5 Alkyl Imidazoline

Alkyl Imidazoline yang digunakan dalam campuran HRA di penelitian ini adalah turunan dari *alkyl-amide* yang merupakan *surfactant* (*surface active agent*). Inti kerja dari bahan *additive* ini adalah meningkatkan daya ikat aspal terhadap permukaan agregat, yang disebut *Adhesion Asphalt Improver* (AAI).

Aspal beton merupakan campuran aspal dengan agregat. Aspal bersenyawa dengan minyak sedangkan agregat mudah menyerap air. *Adhesion Asphalt Improver* mengandung dua unsur kimia yaitu : *Hidroksil* yaitu unsur kimia yang bersenyawa dengan air dan *Hidrosfor* yaitu unsur kimia yang bersenyawa dengan minyak. Jadi orientasi dari *Adhesion Asphalt Improver* yaitu yang bersenyawa air mengarah ke agregat, sedang yang tidak bersenyawa air (bersenyawa minyak) mengarah ke aspal. Ikatan *Adhesion Asphalt Improver* dengan agregat lebih kuat sehingga air susah menembus sampai permukaan agregat, Sehingga meningkatkan *Adhesion Asphalt Improver* dan juga memperbaiki nilai-nilai marshall. (Sutardi, 2003)

2.6 Hot Rolled Asphalt

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, J.B 1982).

Pengalaman dalam menggunakan HRA di Inggris menunjukkan bahwa faktor utama yang membatasi umur campuran tersebut adalah rendahnya ketahanan terhadap deformasi permanen. Deformasi yang terjadi biasanya berupa alur sepanjang jalur roda pada jalan dengan lalu lintas berat dan khususnya terjadi pada jalan dimana lalu lintasnya bergerak secara lambat. Karena ketahanan terhadap deformasi yang rendah dari HRA, maka campuran ini biasanya dipakai sebagai lapis perkerasan yang sifatnya *non struktural*. Untuk itu HRA biasanya berfungsi sebagai lapis penutup untuk lapis permukaan atau merupakan lapis penutup bagi permukaan yang telah teroksidasi, menutup retak-retak permukaan guna mencegah masuknya air kedalam perkerasan, meningkatkan kualitas berkendara dan lain-lain. (Hartom,1986)

2.7 Nilai Kohesi

Nilai kohesi adalah nilai kekenyalan aspal dalam mendukung perkerasan. Nilai kohesi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Kekuatan nilai kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi setelah tercapai nilai optimum maka penambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan nilai stabilitas. (*Highway Material, Krebs, R.D. and Walker, R.D, 1971*).

Hveem dan Vallegra dalam Fauziah, M (2001) menyatakan bahwa nilai kohesi sama dengan nilai gesekan antara batuan (*internal friction*) dengan inersia, merupakan faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Nilai kohesi juga dipengaruhi oleh sifat-sifat dasar aspal (*rheologic properties of asphalt*), gradasi agregat, luas permukaan (*surface area*), kepadatan agregat dan adhesi antara agregat aspal.

2.8 Uji Tarik Tak Langsung (*The Indirect Tensile Test*)

Pengujian tarik dilakukan secara tidak langsung terhadap spesimen, pada kadar bahan ikat optimum, dengan pembebanan terhadap spesimen seperti yang digunakan dalam pengujian *Marshall*, namun beban desak yang diberikan sepanjang batang lurus (*strip loading*) selebar 0,5 inch, sehingga keruntuhan terjadi dibagian pusat spesimen sebagai hasil dari batas tegangan tarik internal pada arah horizontal. (*Kennedy, T.W., 1977 dalam Subarkah, 2000*)

2.9 Hasil penelitian sebelumnya

1. Yanuar (2002), "***Pengaruh Poly Ethylene sebagai additive terhadap sifat Marshall HRS – B***". Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan menaikkan 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 Nasir (2002), "***Pengaruh Penggunaan Serat limbah Plastik Botol Minuman (Poly Ethylene Teraphthalate) sebagai additive pada campuran HRA ditinjau dari sifat Marshall***". Dari hasil penelitian didapat hasil bahwa penambahan limbah plastic pada campuran HRA mampu memperbaiki sifat campuran dalam hal stabilitas dan durabilitas HRA tersebut. *Additive* plastic sebanyak 0,1% dengan kadar aspal 7,3% dapat meningkatkan kepadatan campuran, sehingga perkerasan menjadi lebih tahan terhadap cuaca, stabilitas pun mengalami peningkatan. demikian nilai *Marshall Quotient* (MQ) *Hot Rolled Asphalt* akan naik
3. Muhammad Imtihan dan Mc andy Yustita (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 2781 kg, nilai flow 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

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan adalah konstruksi diatas tanah dasar (*Subgrade*) yang berfungsi memikul beban lalu lintas, kemudian beban tersebut disebarkan ketanah dasar sehingga tekanan tanah yang terjadi tidak melebihi daya dukung izin tanahnya.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam seperti berikut ini :

1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat dan mempunyai sifat fleksibel.
2. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat.
3. Perkerasan komposit (*Composite (Pavement)*), yaitu perkerasan kaku dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Menurut *Hot Rolled Asphalt for road and other paved areas (British Standards Institution 594, 1992)*, struktur perkerasan jalan untuk HRA terdiri atas:

1. Lapis aus atau permukaan (*Wearing Coarse*)
2. Lapis pondasi atas (*Base Coarse*)
3. Lapis pondasi dasar atau bawah (*Road Base*)

Masing – masing lapisan mempunyai fungsi yang berbeda. Fungsi dari masing – masing lapisan adalah sebagai berikut :

1. Lapis aus atau permukaan (*Wearing Coarse*)
 - a. Memberikan suatu permukaan yang rata dan tidak licin
 - b. Mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun beban horizontal atau gaya geser dari beban kendaraan
 - c. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis dibawahnya
2. Lapis pondasi atas (*Base Coarse*)
 - a. Lapis pendukung bagi lapis aus/ permukaan
 - b. Pemikul beban horizontal dan vertical
 - c. Lapisan peresap bagi lapis pondasi dasar
3. Lapis pondasi dasar atau bawah (*Road Base*)
 - a. Menyebarkan beban roda
 - b. Sebagai lapis peresapan
 - c. Sebagai lapisan yang mencegah masuknya tanah dasar ke lapisan pondasi
 - d. Sebagai lapisan pertama pada pembuatan struktur perkerasan

3.2 Hot Rolled Asphalt

Hot Rolled Asphalt merupakan salah satu jenis bahan perkerasan lentur dengan menggunakan agregat bergradasi senjang (*gap graded*), dengan kadar agregat kasar antara 30% - 40% serta penggunaan aspal antara 7% - 10%. (BSI 594, 1985)

Penggunaan aspal yang besar mengakibatkan campuran HRA cenderung memiliki durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi, namun kurang tahan terhadap deformasi. Nilai stabilitas HRA dipengaruhi oleh *stiffness* dari mortar yang merupakan korelasi antara proporsi mortar dalam campuran dan diskontinuitas dari gradasinya dengan cara saling mengunci antara agregat halus. (Subarkah, 2003)

Hot Rolled Asphalt biasanya berfungsi sebagai lapis penutup untuk lapisan permukaan atau merupakan lapis penutup bagi permukaan yang telah teroksidasi, menutup retak-retak permukaan guna mencegah masuknya air kedalam perkerasan, meningkatkan kualitas berkendara (*riding quality*) dan lain – lain. Selain dari pada itu keuntungan menggunakan HRA adalah lapisan yang kedap air, tahan terhadap keausan, lebih lentur dan mempunyai fleksibelitas yang tinggi. (Artikel Jalan dan Transportasi-044)

3.3 Bahan Penyusun Campuran Perkerasan

Secara prinsip bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah aspal dan agregat, keduanya dapat dicampur secara dingin maupun panas dengan batasan – batasan tertentu sesuai dengan spesifikasinya.

3.3.1 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*).

Hot Rolled Asphalt memakai agregat bergradasi timpang (*gap graded*) yaitu gradasi yang dalam ukuran butirannya tidak mempunyai salah satu atau mengandung sedikit butiran dengan ukuran tertentu atau beberapa ukuran agregatnya dihilangkan.

Berdasarkan ukurannya, *Bina Marga, (2004)* mengelompokkan agregat menjadi 3 (tiga), yaitu :

1. Agregat kasar, merupakan agregat yang tertahan saringan 2,38 mm (No 8);
2. Agregat halus, adalah agregat yang lolos saringan 2,38 mm (No 8); dan
3. *Filler*, adalah bahan yang lolos saringan No 200 (75 micron) persentase berat butir yang lolos minimal 75%.

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga, seperti tercantum pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini:

Tabel 1. Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$> 95\%$
3	Penyerapan air	$\leq 3\%$
4	Berat jenis	$\geq 2,5$

Sumber : Bina marga, 1987

Tabel 2. Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penyerapan air	$\leq 3\%$
2	Berat jenis semu	$\geq 2,5$
3	<i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50\%$

Sumber : Bina Marga, 1987

British Standard Institution 594 (1992) mensyaratkan agregat campuran yang digunakan pada campuran *Hot Rolled Asphalt* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Persyaratan gradasi campuran *HRA type C wearing course mixture*

Ukuran saringan	Persentase lolos saringan (%)		
	Min	Max	Nilai Tengah
20 mm	100	100	100,0
14 mm (1/2")	87	100	93,50
10 mm (3/8")	55	88	71,50
6,3 mm (1/4")	-	-	-
2,36 mm (#8)	55	67	61,00
0,600 mm (#30)	22	43	32,50
0,212 mm (#70)	12	28	20,00
0,075 mm (#200)	7	11	9,00

Sumber : *British Standard Institution 594, 1992*

3.3.2 Aspal AC 60/70

Aspal adalah material yang bersifat *viscous liquid* yang tersusun dari campuran hidrokarbon dan semua turunannya yang dapat larut dalam *carbon disulfidel*. Aspal sering juga disebut *Bitumen*. *Bitumen* yang dipakai dalam perencanaan *Hot Rolled Asphalt* adalah jenis *bitumen* keras dengan tingkat kekerasan penetrasi 40-50 atau penetrasi 60-70.

Pada penelitian ini digunakan aspal AC penetrasi 60/70. Persyaratan AC 60/70 ditunjukkan pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Persyaratan AC 60-70

No	Jenis pemeriksaan	Spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004		Satuan
		Min	Maks	
1	Penetrasi, 250C, 100gr, 5detik	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	48	58	°C
3	Titik Nyala	200	-	°C
4	Kehilangan Berat	-	0,8	% Berat
5	Kelarutan ^o	99	-	% Berat
6	Daktilitas	100	-	Cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	54	-	% semula
8	Daktilitas setelah kehilangan berat	50	-	Cm
9	Berat Jenis	1	-	-

Sumber : spesifikasi jalan Pantura Bina Marga, 2004

3.3.3 Alkyl Imidazoline

Alkyl Imidazoline yang digunakan berbentuk zat cair kental berwarna kuning. Penggunaan *Alkyl Imidazoline* sebagai *additive* karena aspal mempunyai keterbatasan. Dengan memodifikasi dimaksudkan untuk menaikkan sifat-sifat secara nyata seperti :

1. Menambah daya lekat (*adhesive*) antara aspal dengan agregat
2. Menambah stabilitas campuran

Pemakaian *Alkyl Imidazoline* berfungsi mencegah *pelepasan butiran (fretting)*, *retak*, dan *raveling*

3.4 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran aspal adalah sebagai berikut :

3.4.1 Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur maupun *bleeding* yang diakibatkan oleh pembebanan. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan menjadi sedikit. (*Sukirman, S, 1999*).

Stabilitas tergantung dari gesekan antar batuan (*Internal Friction*). Gesekan tergantung dari tekstur permukaan gradasi agregat, bentuk partikel, kepadatan campuran dan jumlah aspal. Gesekan internal ini merupakan kombinasi dari gesekan dan tahanan pengunci dari agregat dalam campuran. (*Asphalt Institute, 1983*).

Bentuk butiran yang lebih angular dan tekstur permukaan yang lebih kasar, akan diperoleh *internal friction* yang lebih besar karena ditambah sifat yang saling mengunci antar butir batuan yang tinggi. Maka akan diperoleh campuran perkerasan dengan stabilitas yang tinggi dan dengan bantuan bahan ikat aspal yang memberikan sifat kohesi, stabilitas akan semakin tinggi. Tetapi jumlah aspal yang melebihi kadar optimum akan berakibat menurunnya kekuatan kohesi (*Kerbs and Walker, 1971*).

3.4.2 Daya Tahan/ Keawetan (*Durability*)

Durability dari lapis keras adalah ketahanan lapis keras tersebut terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas. Faktor yang dapat mempertinggi durabilitas adalah jumlah aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, pemadatan yang benar, campuran aspal dan batuan yang rapat air, serta kekerasan dari batuan penyusun lapis perkerasan itu.

The Shell Bitumen Handbook (1990), mendefinisikan durabilitas sebagai kemampuan mempertahankan *rheologi*, kohesi, dan adhesi yang memuaskan selama pelayanan jangka panjang. Sedangkan faktor – faktor utama penentu durabilitas adalah pengerasan yang disebabkan oleh oksidasi, evaporasi, dan eksudasi.

Menurut *Suprpto, TM (1994)*, durabilitas merupakan sifat tahan lama yang sangat diperlukan dalam hubungannya dengan air serta adanya aging of bitumen akibat kemungkinan terjadinya oksidasi.

Umumnya perubahan perilaku kemampuan daya tahan campuran belum tentu terlihat perubahannya pada perendaman selama 1 hari dibandingkan perendaman yang dilakukan dengan waktu yang lama. Selain itu campuran yang berbeda dapat serupa tingkat kekuatannya pada perendaman yang berbeda. Sedangkan kualitas campuran dapat menurun secara drastis pada hari pertama atau kedua tetapi tingkat kekuatan agregat penyusunnya dapat bertahan untuk waktu yang lama.

3.5 Spesifikasi Campuran

Adapun spesifikasi yang disyaratkan dalam pemeriksaan ini adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Spesifikasi Marshall Properties untuk kepadatan lalu lintas tinggi

No	Spesifikasi Pemeriksaan	Perbandingan spesifikasi					
		Bina Marga 1987		Bina Marga 1998		Bina Marga 2004	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Penyerapan aspal (%)	-	-	-	-	-	1,7
2	Jumlah Tumbukan	2 x 75		2 x 75		2 x 75	
3	VITM (%)	3	5	3	5	3	6
4	VMA (%)	14	-	-	-	18	-
5	VFWA (%)	-	-	65	-	68	-
6	Stabilitas Marshall (kg)	550	-	800	-	800	-
7	Kelelahan (mm)	2	4	2	-	3	-
8	Marshall Quotient (kg/mm)	200	350	200	500	250	-
9	Indeks Perendaman 24 jam (%)	75	-	75	-	75	-

Sumber : Bina Marga, 1987; Bina Marga, 1998 dan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga, 2004

3.6 Parameter Marshall

3.6.1 Density

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban semakin meningkat. Nilai *density* dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2 :

$$g = \frac{c}{f} \dots \dots \dots (1)$$

$$f = d - e \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

G = Nilai density

C = Berat kering benda uji sebelum direndam (gr)

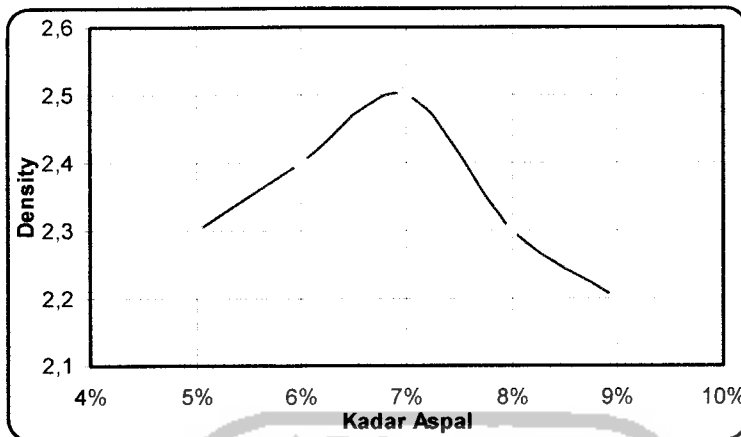
D = Berat dalam keadaan jenuh (SSD) (gram)

E = Berat dalam air (gr)

F = isi (gr)

Nilai kepadatan dipengaruhi oleh beberapa factor, yaitu kadar aspal dan kekentalan aspal. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran sampai nilai tertentu mampu meningkatkan nilai kepadatannya untuk kemudian menurun. Sedangkan pengaruh kekentalan aspal bersifat sebaliknya, yaitu semakin cair aspalnya maka nilai kepadatan semakin besar. Nilai density yang tinggi menunjukkan campuran yang kompak dan rongga yang ada sedikit (*Robert, F.L, et-al, 1991*)

Menurut *Harold N. Atkins (1980)*, kepadatan meningkat mengikuti kadar aspal yang berbentuk bahan ikat hingga kepadatan maksimum tercapai. Setelah itu kepadatan akan mengalami penurunan yang berarti bahwa aspal berubah fungsi dari pengikat menjadi pelicin. Hubungan antara kepadatan dengan variasi kadar aspal dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan antara kepadatan dengan variasi kadar aspal (Asphalt Institute, 1995)

3.6.2 Void In Total Mix (VITM)

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Semakin tinggi nilai aspal maka nilai VITM semakin rendah dan nilai VITM yang besar menyebabkan kelelahan yang semakin cepat.

Nilai VITM diperoleh dari persamaan 3 dan 4 berikut

$$VITM = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots(3)$$

$$h = \frac{100}{\left[\frac{\%Agregat}{BjAgregat} + \frac{\%Aspal}{BjAspal} \right]} \dots\dots\dots(4)$$

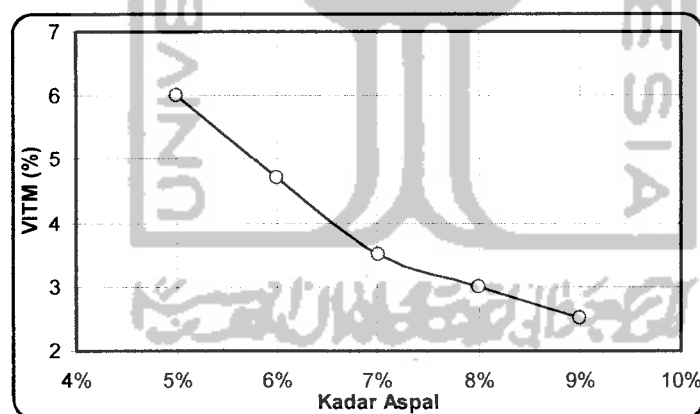
Keterangan :

g = Density

h = Berat jenis Maksimum

VITM sama artinya dengan porositas dan nilainya akan berkurang seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, karena rongga antar agregat akan semakin terisi aspal. Porositas dipengaruhi antara lain oleh suhu pemadatan, gradasi, energi pemadatan dan kadar aspal. (Robert, F.L, et-al, 1991)

Menurut *The Indiana Departement of Transportation* (2001), bahwa rongga dalam total campuran akan mengalami penurunan apabila kadar aspal mengalami peningkatan, dan sebaliknya bila kadar aspal menurun nilai dari rongga udara akan mengalami kenaikan. Nilai kepadatan dan rongga udara secara langsung berhubungan dikarenakan, apabila nilai kepadatan tinggi maka persentase rongga udara akan turun. Hubungan antara kadar aspal dengan persentase rongga udara dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Grafik hubungan antara persentase rongga udara dengan variasi kadar aspal (*Asphalt Institute, 1995*)

3.6.3 Void Filled With Asphalt (VFWA)

VFWA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu dimana rongga terisi aspal pada prosen kadar aspal optimum.

Nilai VFWA diperoleh dengan persamaan 5 sampai 9 :

1. Persentase aspal terhadap campuran

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

A = Persentase aspal terhadap batuan

B = Persentase aspal terhadap campuran

2. Persentase rongga terhadap agregat

$$l = 100 - j \dots \dots \dots (6)$$

$$j = \frac{(100 - b) \cdot g}{B_j \text{ Agregat}} \dots \dots \dots (7)$$

$$i = \frac{b \cdot g}{B_j \text{ Aspal}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

g = Density

b = Persentase aspal terhadap campuran

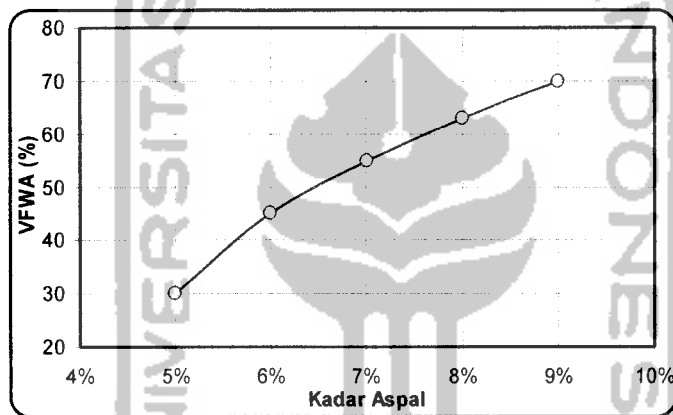
Dari rumus-rumus diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA = \left[100 \times \frac{i}{l} \right] \dots \dots \dots (9)$$

Nilai rongga yang terisi aspal terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal kepermukaan saat suhu perkerasan tinggi, sedangkan nilai VFWA yang

terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi (Robert, F.L, et-al, 1991)

Menurut *Asphalt Institute* (1995), bahwa persentase dari rongga udara yang terisi aspal juga meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dikarenakan persentase rongga antar butiran agregat adalah yang terisi aspal tersebut. hubungan kadar aspal dengan persentase rongga yang terisi aspal dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Grafik hubungan antara persentase rongga udara yang terisi aspal dengan variasi kadar aspal (*Asphalt Institute*, 1995)

3.6.4 Void In Mineral Agregate (VMA)

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

Nilai VMA didapat dari persamaan 10 dan 11 :

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(10)$$

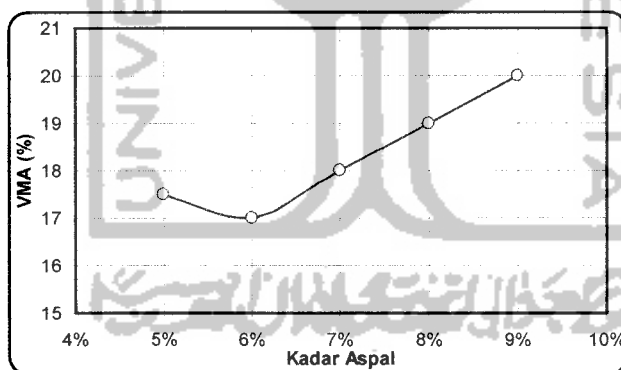
$$j = (100 - b) \times \frac{g}{B_j \text{ Agregat}} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

b = persentase aspal terhadap campuran

g = density

Nilai rongga dalam mineral agregat pada umumnya mengalami penurunan hingga minimum kemudian meningkat seiring bertambahnya kadar aspal (*Asphalt Institute, 1995*). Hubungan persentase rongga antar butiran agregat dengan kadar aspal dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik hubungan antara persentase rongga antar butiran agregat dengan variasi kadar aspal (*Asphalt Institute, 1995*)

3.6.5 Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan *marshall*. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan

nilai kalibrasi *proving ring* alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk itu digunakan dengan bantuan tabel koreksi benda uji.

Nilai stabilitas diperoleh dengan persamaan 12 :

$$\text{Nilai stabilitas} = Q \times p \times r \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan :

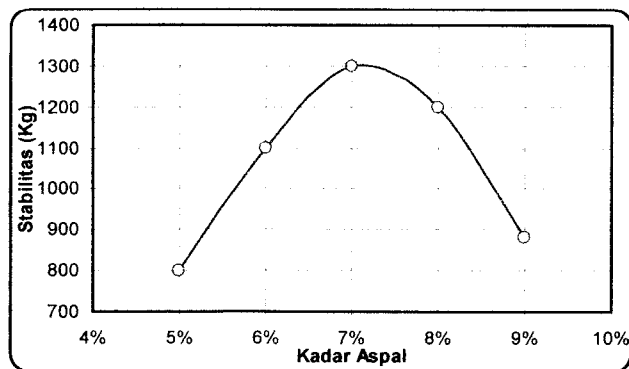
Q = koreksi tinggi / tebal benda uji (lbs)

p = nilai pembacaan stabilitas (kg)

r = kalibrasi *proving ring*

Stabilitas Marshall sebenarnya tidak berkaitan langsung dengan stabilitas lapangan. Hal ini disebabkan stabilitas lapangan dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain suhu yang tidak tetap, tipe pembebanan, tekanan alat pemadat dan variabelitas campuran yang dibuat (*Robert, F.L, et-al, 1991*)

Menurut *Asphalt Institute* (1995), menyatakan nilai stabilitas mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal sampai pada nilai maksimum, setelah itu nilai stabilitas mengalami penurunan. Hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal dapat dilihat pada gambar 5.



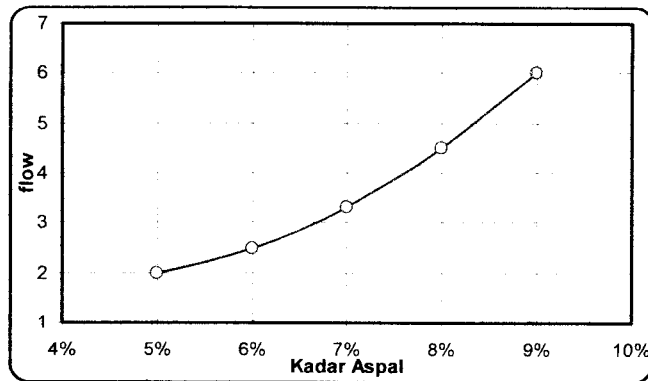
Gambar 5 Grafik hubungan antara Stabilitas dengan variasi kadar aspal
(*Asphalt Institute, 1995*)

3.6.6 Nilai Kelelahan (*FLOW*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan inci, maka harus dikonversikan dalam milimeter.

Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu kadar dan kekentalan aspal, suhu, gradasi dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang relatif tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki VFWA yang tinggi dari kondisi normal atau kandungan aspal terlalu rendah sehingga berpotensi mengalami retak dini dan berdurabilitas rendah.
(*Robert, F.L, et-al, 1991*)

Nilai *flow* meningkat seiring dengan peningkatan kadar aspal, sehingga mengurangi gesekan antar agregat yang disebabkan selimut aspal yang lebih tebal
(*Harold N. Atkins, 1980*). Hubungan antara *flow* dengan kadar aspal dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6 Grafik hubungan antara kelelahan dengan variasi kadar aspal
(*Asphalt Institute, 1995*)

3.6.7 Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *marshall quotient* didapatkan dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan *flow*, sama dengan persamaan 13 berikut :

$$S = \frac{q}{r} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :

Q = stabilitas (kg)

R = *flow* (mm)

S = *marshall quotient* (kg/mm)

Marshall Qoutient merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelahan yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan tinggi. Lapis perkerasan yang mempunyai MQ yang terlalu tinggi akan mudah terjadi retak – retak akibat beban yang

berulang dari lalu lintas, sebaliknya bila nilai MQ terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu fleksibel (plastis) yang mengakibatkan perkerasan mudah berubah bentuk jika menerima beban lalu lintas. (*The Asphalt Institute, 1983*)

3.7 Indeks Penetrasi (IP)

Untuk menyatakan hubungan perubahan viskositas aspal terhadap temperatur umumnya dinyatakan dalam indeks penetrasi (PI). Semakin tinggi nilai indeks penetrasi, kepekaan terhadap temperatur semakin rendah. Sebaliknya, semakin rendah nilai indeks penetrasi, kepekaan terhadap temperatur semakin tinggi.

Menurut *The Shell Bitumen handbook* (1990) :

$$PI = \frac{1952 - 500 \log pen - 20SP}{50 \log pen - SP - 120} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan :

Pen = nilai penetrasi aspal

SP = titik lembek aspal

3.8 Index Of Retained Strength

Immersion test atau uji perendaman bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Benda uji pada *Immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60⁰C sebelum pembebanan diberikan. Uji perendaman ini mengacu pada AASHTO T.165 – 82.

Hasil perhitungan indek tahanan campuran aspal adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa, seperti tercantum pada persamaan 15 :

$$\text{Indeks of retained strenght} = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

S1 = stabilitas setelah direndam selama 0,5 jam

S2 = stabilitas setelah direndam selama 24 jam

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

3.9 Nilai Kohesi

Nilai kohesi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Nilai kohesi didapat dengan melakukan pengujian dengan

menggunakan alat Cohessiometer yang direkomendasi oleh *The Asphalt Institute*, 1983 untuk kriteria disain metode Hveem adalah seperti tabel 6 berikut :

Tabel 6. Persyaratan Rencana Perkerasan Metode Hveem

Nilai	Lalu Lintas		
	Ringan	Sedang	Berat
Stabilometer (Kg/cm²)	30	35	37
Cohessiometer (gram/inch)	50	50	50
Swell (mm)	0,75	0,75	0,75

Sumber : The Asphalt Institute, 1983

Nilai Kohesi campuran dapat dihitung dengan persamaan 16 dibawah ini :

$$C = \frac{L}{W(0,20H + 0,044H)} \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

C = Nilai kohesi (gr/inchi lebar)

L = Berat shot (gr)

W= Diameter atau lebar sampel (inchi)

3.10 Kuat Tarik Tak Langsung (*The Indirect Tensile Test*)

Pengujian tarik tak langsung adalah salah satu pengujian tegangan tarik untuk bahan – bahan yang distabilkan. Menurut *Kennedy*, 1977, mengembangkan suatu persamaan untuk menghitung tegangan tarik dengan menggunakan beban statis sebagai berikut :

$$Ts = \frac{P \text{ runtuh}}{h} \times A_o \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan :

Ts : Tegangan tarik (kg/cm^2)

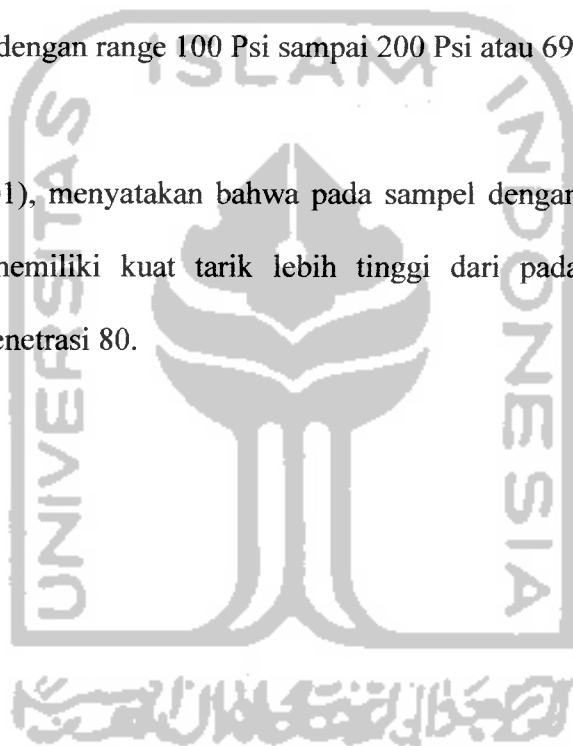
P runtuh : beban total pada keadaan runtuh (kg)

H : tinggi spesimen (cm)

Ao : konstanta (tabel Ao terlampir pada lampiran 44)

Pada suhu normal 24°C untuk *Thermal or Shrinkage Cracking* mempunyai nilai *Tensile Strength* dengan range 100 Psi sampai 200 Psi atau $69 \text{ N}/\text{cm}^2$ sampai $138 \text{ N}/\text{cm}^2$

Subarkah (2001), menyatakan bahwa pada sampel dengan menggunakan aspal penetrasi 60 memiliki kuat tarik lebih tinggi dari pada sampel yang menggunakan aspal penetrasi 80.



BAB IV

HIPOTESIS

Pada penelitian ini aspal AC 60/70 dan *Alkyl Imidazoline* digunakan sebagai bahan ikat pada campuran *Hot Rolled Asphalt*, dengan proporsi *Alkyl Imidazoline* yang bervariasi. *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) digunakan setelah diperoleh kadar aspal optimum (KAO), *Alkyl Imidazoline* sebagai *Additive*

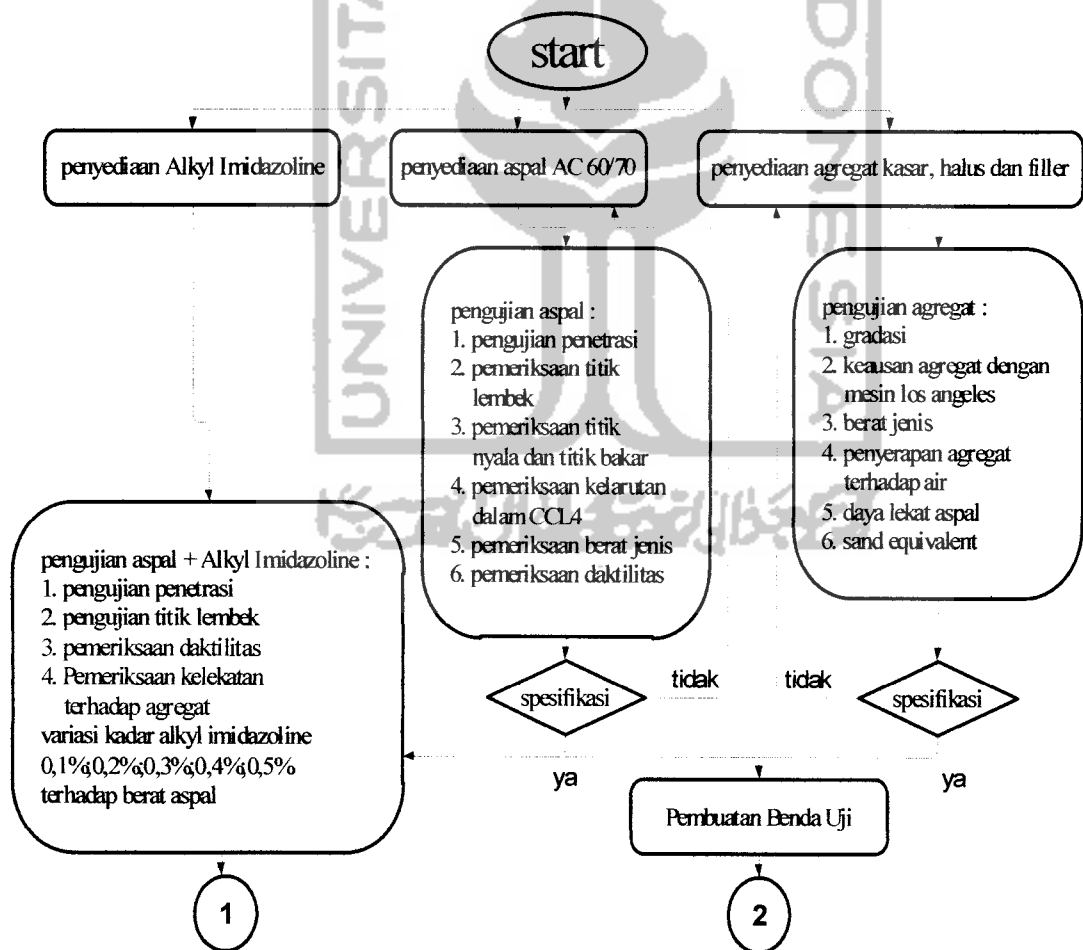
Penggunaan aspal AC 60/70 dan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* sebagai bahan ikat pada campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran dibandingkan dengan campuran tanpa *Alkyl Imidazoline* ditinjau dari karakteristik *Marshall*, *Immersion Test*, nilai Kohesi (*Cohesion Test*) dan nilai tegangan tarik tak langsung (*Indirect Tensile Test*)

BAB V

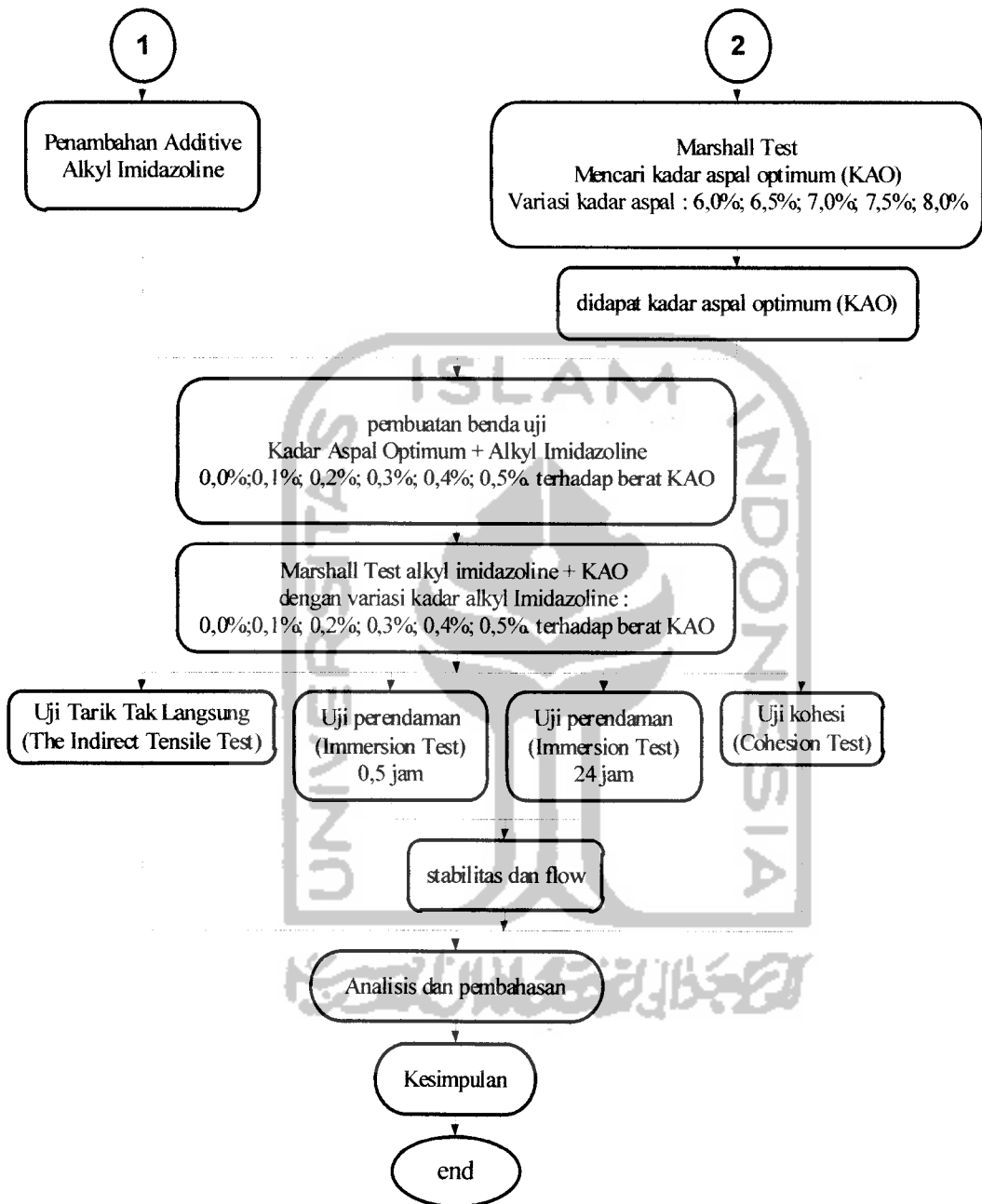
METODE PENELITIAN

5.1 Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan bagan alur seperti pada gambar 7 dan 8 berikut



Gambar 7. Bagan alur Penelitian



Gambar 8. Lanjutan Bagan alur Penelitian

5.2 Pelaksanaan Penelitian

1. Lokasi Penelitian

- a. Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Untuk pengujian *Marshall Standard*, *Immersion Test* dan pengujian *The Indirect Tensile Test*
- b. Laboratorium Teknik Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Untuk pengujian *Cohesion Test*

2. Asal bahan

- a. Agregat berasal dari Quarry Clereng, Kulon Progo dan diolah dengan mesin Stone Crusher oleh PT. Selo Arta Mas, Yogyakarta.
- b. Aspal AC 60-70 produksi PERTAMINA
- c. *Alkyl Imidazoline* produksi PT Siskem, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat.

5.3 Tata Cara Pengerjaan Campuran

5.3.1 Peralatan Penelitian

Adapun alat – alat yang dipergunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Seperangkat alat uji pemeriksaan fisik agregat yang meliputi mesin Los Angeles, saringan standar, 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 termasuk didalamnya Proving Ring berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg (25 Pound), arloji pengukur stabilitas, arloji pengatur kelelahan (Flow meter) dengan ketelitian 0,25 mm, serta dilengkapi dengan alat penunjang seperti penumbuk (Compactor), bak perendam (Water Bath), ejector, thermometer, oven, kompor pemanas, spatula, timbangan dengan ketelitian 0,001 gram dan alat penunjang lainnya.
- 4 Seperangkat alat uji kohesi, yaitu *Cohesiometer Reinhart Cat. No. 100*, yang dilengkapi dengan termometer, besi pemberat dan timbangan
- 5 Seperangkat alat uji tarik tak langsung, yang dilengkapi dengan alat tekan berkecepatan 2 inch permenit, proving ring, arloji load/ beban.

5.3.2 Pemeriksaan Bahan

5.3.2.1 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan meliputi :

- 1 Keausan Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan dengan mesin Los Angeles.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0206 – 76

2 Penyerapan agregat terhadap air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air. Air yang sudah diserap agregat sukar untuk dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga hal ini akan mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat (Sukirman S, 1999)

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0202 – 76

3 Berat jenis

Pemeriksaan ini adalah perbandingan berat agregat dengan berat air. Besarnya berat jenis 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 agregat kasar

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0203 – 76 untuk agregat halus

4 Sand Equivalent

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu yang meyerupai lempung pada agregat halus. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel agregat sehingga menyebabkan ikatan antara agregat dengan aspal menjadi berkurang

Prosedur pemeriksaan mengikuti AASHTO T176 – 73

5 Pemeriksaan Kelekatan terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang terselimuti aspal terhadap keseluruhan luas permukaan

Prosedur pemeriksaan mengikuti PB – 0205 – 76

5.3.2.2 Pemeriksaan Aspal

1. Penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan menusuk jarum dengan pembebanan tertentu pada waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0301 – 76

2. Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0303 – 76

3. Titik Lembek

Pemeriksaan ini ditujukan untuk menentukan temperature aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viskositas yang rendah, hal ini dapat diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak aspal sehingga aspal tersebut

menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0302 – 76

4. Daktilitas

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui nilai elastisitas aspal dengan cara mengukur jarak terpanjang aspal apabila aspal yang diletakkan pada dua cetakan pada suhu 25°C ditarik dengan kecepatan $25^{\text{mm}}/\text{detik}$ sampai aspal itu terputus

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0306 – 76

5. Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan menggunakan vicnometer dengan cara perbandingan antara bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu yang tertentu.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0307 – 76

6. Kelarutan dalam CCL_4

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam carbon tetra chloride.

Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0305 – 76

5.3.2.3 Pembuatan Campuran Aspal

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 ditetapkan.

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

Penelitian ini dibuat 87 benda uji. Tiap – tiap variasi dibuat 3 benda uji untuk perbandingan dan diberi pernomoran A, B, C,. Adapun rinciannya sebagai berikut :

1. Untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dibuat 6 variasi aspal yaitu 6,0%; 6,5%; 7,0%; 7,5%;8,0%. Jumlah sample : $5 \times 3 = 15$ buah benda uji.
2. Untuk mencari nilai Immersion Test 0,5 jam pada kadar aspal optimum (KAO) tanpa dan dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dengan variasi 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5% terhadap berat aspal pada (KAO).
Jumlah sample : $6 \times 3 = 18$ buah benda uji
3. Untuk mencari nilai Immersion Test 24 jam pada kadar aspal optimum (KAO) tanpa dan dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dengan variasi 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5% terhadap berat aspal pada (KAO).
Jumlah sample : $6 \times 3 = 18$ buah benda uji

4. Untuk mencari nilai Kohesi pada KAO dengan dan tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* dengan variasi 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5% terhadap berat aspal pada (KAO).

Jumlah sample : $6 \times 3 = 18$ buah benda uji

5. Untuk mencari nilai Tarik tak Langsung pada KAO dengan dan tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* dengan variasi 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5% terhadap berat aspal pada (KAO).

Jumlah sample : $6 \times 3 = 18$ buah benda uji

5.3.2.4 Campuran Aspal tanpa additive *Alkyl Imidazoline*

1. Persiapan Pencampuran

Setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak 1200 gram dengan pemakaian variasi kadar aspal 6,0%; 6,5%; 7,0%; 7,5%; 8,0%. Agregat kemudian dimasukan kedalam wajan dan dipanaskan sehingga mencapai suhu 170°C dan diaduk dengan spatula sehingga agregatnya tercampur secara merata. Aspal dipanaskan hingga mencapai suhu 155°C dan aspal kemudian dituangkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan sesuai dengan suhu diatas sesuai dengan variasi pemakaian kadar aspal, kemudian di aduk hingga agregat terselimuti oleh aspal secara merata pada proses pemanasan sampai suhu 170°C . Adapun pemakaian kadar aspal terhadap berat agregat sebagai berikut :

- a. Kadar aspal 6,0% dengan berat aspal 72 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji 3 buah



- b. Kadar aspal 6,5% dengan berat aspal 78 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji 3 buah
 - c. Kadar aspal 7,0% dengan berat aspal 84 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji 3 buah
 - d. Kadar aspal 7,5% dengan berat aspal 90 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji 3 buah
 - e. Kadar aspal 8,0% dengan berat aspal 96 gram terhadap berat campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji 3 buah
2. Pemadatan benda uji
- a. Cetakan benda uji (Mold) dibersihkan dan diolesi bagian dalamnya dengan paselin atau minyak pelumas yang kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu antara 90°C sampai $149,5^{\circ}\text{C}$.
 - b. Batang penumbuk dibersihkan dan bagian bawah diolesi dengan paselin atau minyak pelumas dan bagian lengan penumbuk juga diolesi pelumas supaya penumbuk bias jatuh bebas.
 - c. Selembar kertas yang sudah digunting sesuai dengan ukuran diletakan di bagian bawah cetakan kemudian benda uji dimasukkan sepertiga volume cetakan dan ditusuk dengan spatula, dan diulang lagi sampai benda uji masuk semua kedalam cetakan, kemudian ditutup dengan kertas supaya benda uji tidak menempel dibagian penumbuk
 - d. Cetakan mold diletakan diatas dudukan atau landasan pemadatan, pemadatan dilakukan pada di 2 sisi bawah dan atas masing masing 75 kali pukulan.

- e. Setelah pemadatan selesai benda uji didiamkan sehingga mencapai suhu ruang. Kemudian benda uji dilepaskan dari cetakan menggunakan ejector hydrolic pump lalu didiamkan pada suhu ruang.

5.3.2.5 Campuran Aspal dengan additive *Alkyl Imidazoline*

1. Persiapan pencampuran

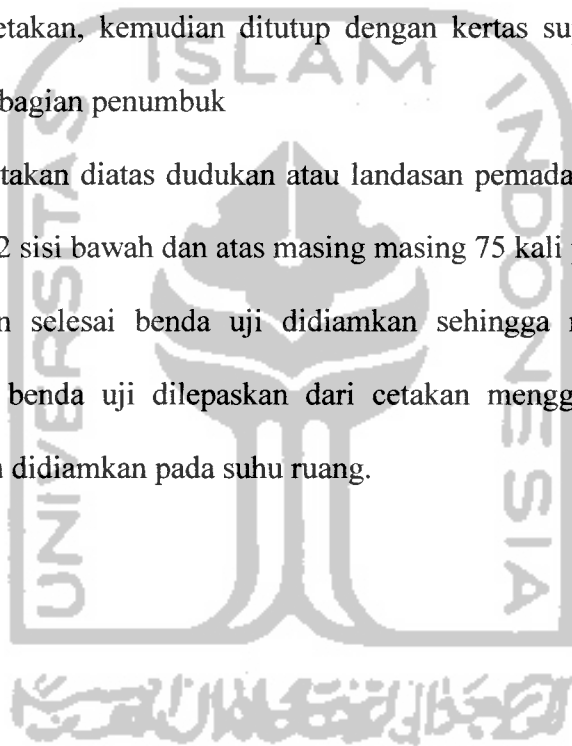
Setelah didapat kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7,11% dari hasil pengujian campuran aspal biasa kemudian ditambahkan dengan *Alkyl Imidazoline* sebanyak 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5% terhadap berat aspal optimum. Cara pencampurannya pertama agregat dipanaskan pada suhu 170⁰C dan diaduk dengan spatula sehingga suhu pada agregat merata. Aspal dimasukan kedalam wajan yang sudah dibersihkan terlebih dahulu sebanyak yang diperlukan kemudian *Alkyl Imidazoline* dimasukan sesuai kebutuhan dengan menggunakan pipet ukur setelah itu dipanaskan hingga mencapai suhu 155⁰C sambil diaduk – aduk sehingga *Alkyl Imidazoline* bercampur merata dengan aspal dan *Alkyl Imidazoline* diperlukan adalah kadar penambahan *Alkyl Imidazoline* terhadap berat aspal pada kadar aspal optimum. Setelah aspal + *Alkyl Imidazoline* mencapai suhu 155⁰C, agregat yang sudah dipanaskan dituangkan kedalam wajan yang berisi aspal dan *Alkyl Imidazoline* kemudian diaduk sehingga agregat terselimuti oleh aspal dan *Alkyl Imidazoline* pada proses pemanasan 170⁰C. Adapun penambahan *Alkyl Imidazoline* pada kadar aspal optimum terhadap berat agregat sebagai berikut :

- a. Kadar *Alkyl Imidazoline* 0,0%, dengan berat 0,0 gram terhadap berat aspal optimum 7,11% pada campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji sebanyak 12 benda uji
- b. Kadar *Alkyl Imidazoline* 0,1%, dengan berat 0,08532 gram terhadap berat aspal optimum 7,11% pada campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji sebanyak 12 benda uji
- c. Kadar *Alkyl Imidazoline* 0,2%, dengan berat 0,17064 gram terhadap berat aspal optimum 7,11% pada campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji sebanyak 12 benda uji
- d. Kadar *Alkyl Imidazoline* 0,3%, dengan berat 0,25596 gram terhadap berat aspal optimum 7,11% pada campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji sebanyak 12 benda uji
- e. Kadar *Alkyl Imidazoline* 0,4%, dengan berat 0,34128 gram terhadap berat aspal optimum 7,11% pada campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji sebanyak 12 benda uji
- f. Kadar *Alkyl Imidazoline* 0,5%, dengan berat 0,42660 gram terhadap berat aspal optimum 7,11% pada campuran sebanyak 1200 gram dengan pembuatan benda uji sebanyak 12 benda uji

2. Pemadatan benda uji

- a. Cetakan benda uji (Mold) dibersihkan dan diolesi bagian dalamnya dengan paselin atau minyak pelumas yang kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu antara 90⁰C sampai 149,5⁰C.

- b. Batang penumbuk dibersihkan dan bagian bawah diolesi dengan paselin atau minyak pelumas dan bagian lengan penumbuk juga diolesi pelumas supaya penumbuk bias jatuh bebas.
- c. Selembar kertas yang sudah digunting sesuai dengan ukuran diletakan di bagian bawah cetakan kemudian benda uji dimasukan sepertiga volume cetakan dan ditusuk dengan spatula, dan diulang lagi sampai benda uji masuk semua kedalam cetakan, kemudian ditutup dengan kertas supaya benda uji tidak menempel dibagian penumbuk
- d. Cetakan mold diletakan diatas dudukan atau landasan pemadatan, pemadatan dilakukan pada di 2 sisi bawah dan atas masing masing 75 kali pukulan.
- e. Setelah pemadatan selesai benda uji didiamkan sehingga mencapai suhu ruang. Kemudian benda uji dilepaskan dari cetakan menggunakan ejector hydrolic pump lalu didiamkan pada suhu ruang.



BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

6.1.1 Hasil Pengujian Aspal tanpa bahan tambah *Alkyl Imidazoline*

Aspal yang dipergunakan dalam Penelitian ini adalah AC 60/70 yang diproduksi oleh PT Pertamina Cilacap. Dari pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Jogjakarta, diperoleh data – data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 seperti tercantum dalam tabel 7. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11, 17, 18, 24, 25, 31.

Tabel 7. Hasil pemeriksaan AC 60/70

No	Jenis pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi, 25 ⁰ C, 100gr, 5detik	62,8 mm	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	56 °C	48	58	°C
3	Titik Nyala	315 °C	200	-	°C
4	Titik Bakar	318 °C	200	-	°C
5	Kelarutan CCL ₄	99,083 %	99	-	% Berat
6	Daktalitas	165 cm	100	-	Cm
7	Berat Jenis	1,062	1	-	-

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

6.1.2 Hasil Pemeriksaan Variasi Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Karakteristik Aspal

Bahan tambah (Additive) *Alkyl Imidazoline* yang dipergunakan dalam Penelitian ini produksi oleh PT Siskem, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. Dari pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Jogjakarta, diperoleh data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 seperti tercantum dalam tabel 8. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11 – 16, 18 – 23, 24 – 30, 32 - 37

Tabel 8. Hasil pemeriksaan AC 60/70 dengan penambahan *Alkyl Imidazoline*

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan						Bina Marga 2004		Sat
		0,0%	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	Min	Maks	
1	Penetrasi	62,8	65,8	65,9	66,2	66,3	66,9	60	79	Mm
2	Titik Lembek	56	54,05	53,2	53,05	53	52,5	48	58	°C
3	Daktilitas	165	165	165	165	165	165	100	-	Cm
4	Indeks Penetrasi	0,778	0,458	0,261	0,237	0,229	0,132	-	-	-
5	Kelekatan terhadap agregat	99%	99%	98%	97%	96%	96%	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

6.1.3 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Dari serangkaian pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Jogjakarta diperoleh data pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987 seperti tercantum dalam tabel 9 dan tabel 10. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6 – 10.

Tabel 9. Hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	21,93 %	≤40%
2	Kelekatan terhadap aspal	99,00 %	>95%
3	Penyerapan air	1,90 %	≤3%
4	Berat jenis	2,60	≥2,5

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

Tabel 10. Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Penyerapan air	1,729 %	≤3%
2	Berat jenis semu	2,952	≥2,5
3	<i>Sand Equivalent</i>	67,50 %	≥50%

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

6.1.4 Hasil Pemeriksaan Campuran *Hot Rolled Asphalt*

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai – nilai parameter *Marshall* yang antara lain adalah *Density*, *Void in Total Mix (VITM)*, *Void Filled With Asphalt (VFWA)*, *Void in Mineral Agregate (VMA)*, *Stabilitas*, *Flow* dan *Marshall Quotient (MQ)*

6.1.4.1 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test* Campuran *Hot Rolled Asphalt* Tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* untuk Menentukan Nilai KAO

Hasil pemeriksaan campuran tanpa bahan tambah yang diperoleh dari uji *Marshall* dapat dilihat pada tabel 11 berikut ini. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 42

Tabel 11. Hasil pengujian Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan Variasi Kadar Aspal

No	Kadar aspal (%)	Density Gr/cc	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
1	6,0%	2,349	19,027	69,764	5,753	1433,391	2,280	628,680
		2,378	18,059	74,384	4,626	1585,601	1,100	1441,455
		2,364	18,534	72,056	5,179	1690,457	2,800	603,735
Average		2,364	18,540	72,027	5,186	1569,816	2,060	762,047
2	6,5%	2,390	18,063	80,990	3,434	1607,023	2,160	743,000
		2,343	19,691	72,816	5,353	1586,249	2,230	711,322
		2,368	18,816	77,034	4,321	1637,613	2,850	574,601
Average		2,367	18,857	76,829	4,369	1610,295	2,413	667,249
3	7,0%	2,353	19,783	78,383	4,277	1660,135	2,400	691,723
		2,387	18,609	84,550	2,875	1599,419	3,530	453,093
		2,372	19,110	81,828	3,473	1444,474	3,380	427,359
Average		2,371	19,167	81,523	3,541	1568,009	3,103	505,266
4	7,5%	2,377	19,544	80,544	1,768	1538,942	4,050	379,986
		2,373	19,515	85,882	2,755	1421,348	3,250	437,338
		2,359	20,000	83,292	3,342	1242,870	3,660	339,582
Average		2,376	19,405	86,573	2,622	1401,054	3,653	383,500
5	8,0%	2,381	19,682	91,133	1,745	1410,005	6,350	222,048
		2,378	19,778	90,586	1,862	1194,405	6,400	186,626
		2,376	19,840	90,233	1,938	1393,076	4,910	283,722
Average		2,379	19,767	90,651	1,848	1332,495	5,887	226,358

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UIL, 2005

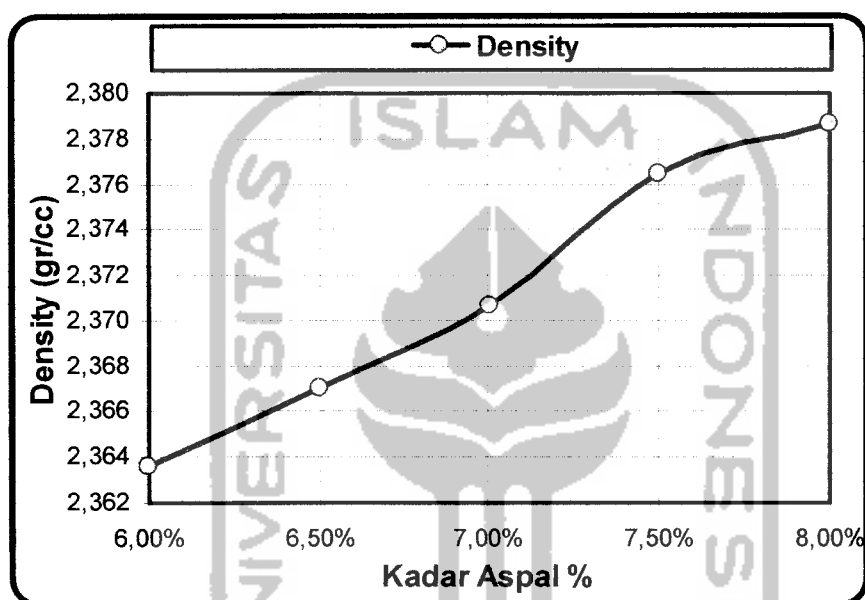
6.1.4.1.1 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Density*

Density merupakan nilai yang menunjukkan besaran dari kepadatan pada suatu campuran yang diukur tiap satuan volume. *Density* dipengaruhi beberapa faktor antara lain kualitas bahan, kadar aspal, komposisi bahan penyusunnya, temperatur, jumlah tumbukan serta sifat bahan ikat. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi memiliki kecenderungan menahan beban lalu lintas yang tinggi, akan tetapi tidak selalu dengan nilai *density* yang tinggi meningkatkan nilai stabilitas karena peningkatan stabilitas dapat disebabkan oleh faktor lain. Gambar

9. Berikut ini adalah gambar grafik hubungan kadar aspal dengan nilai Density dan table 12

Tabel 12. Average nilai Density pemeriksaan Marshall Test Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average Density (gr/cc)	2,364	2,367	2,371	2,376	2,379



Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Density

Dari hasil pemeriksaan, nilai *density* mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai *density* meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Pada grafik di atas untuk kadar aspal 6,0% sampai 8,0% tidak sampai terjadi penurunan nilai *density*, hal ini dikarenakan fungsi dari aspal masih sebagai bahan ikat dan jika mengalami penurunan, ini dikarenakan fungsi aspal sebagai bahan ikat berubah fungsi sebagai pelicin. Meningkatnya nilai *density* juga mempengaruhi nilai rongga total dalam campuran yang akan menurun nilainya.

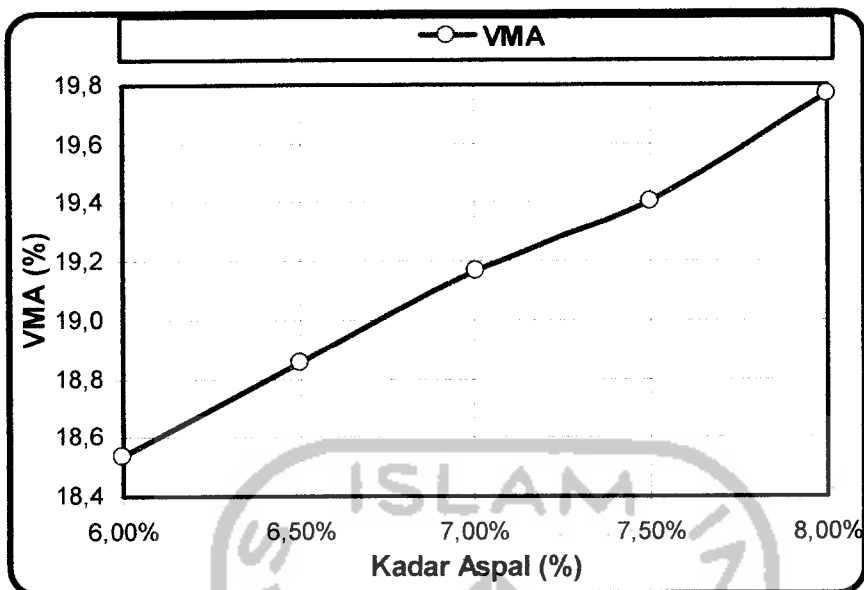
Hasil penelitian diatas didukung pernyataan, bahwa kepadatan meningkat mengikuti kadar aspal yang berfungsi bahan ikat hingga kepadatan maksimum tercapai. Setelah itu kepadatan akan mengalami penurunan yang berarti bahwa aspal berubah fungsi dari pengikat menjadi pelicin. (*Harold N. Atkins, 1980*),

6.1.4.1.2 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Void in Mineral Agregate (VMA)*

Nilai pori dalam agregat campuran (VMA) menunjukkan banyaknya pori diantara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat yang dinyatakan dalam prosentase. Nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, cara pemadatan yang digunakan dan sifat bahan ikat. Kadar aspal yang tinggi memberikan kecenderungan peningkatan nilai VMA ini disebabkan oleh rongga antar agregat yang semakin besar yang disebabkan makin tebalnya *film* aspal yang menyelubungi. Grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 10 dan table 13 berikut ini :

Tabel 13. Average nilai VMA pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average VMA (%)	18,540	18,857	19,167	19,405	19,767



Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA

Dari hasil pemeriksaan, nilai VMA menunjukkan peningkatan dengan bertambahnya persentase kadar aspal, tetapi tidak memperlihatkan kecenderungan dari nilai VMA yang menurun hingga nilai minimum kemudian mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena semakin tebalnya aspal menyelimuti agregat mengakibatkan jarak antar agregat menjadi besar yang berarti nilai rongga antar agregat mengalami kenaikan dan hal ini juga didukung dengan naiknya nilai kepadatan dan turunnya nilai dari rongga total dalam campuran, dan kemungkinan juga pengambilan kadar aspal sebesar 6% sudah melampaui nilai minimum VMA.

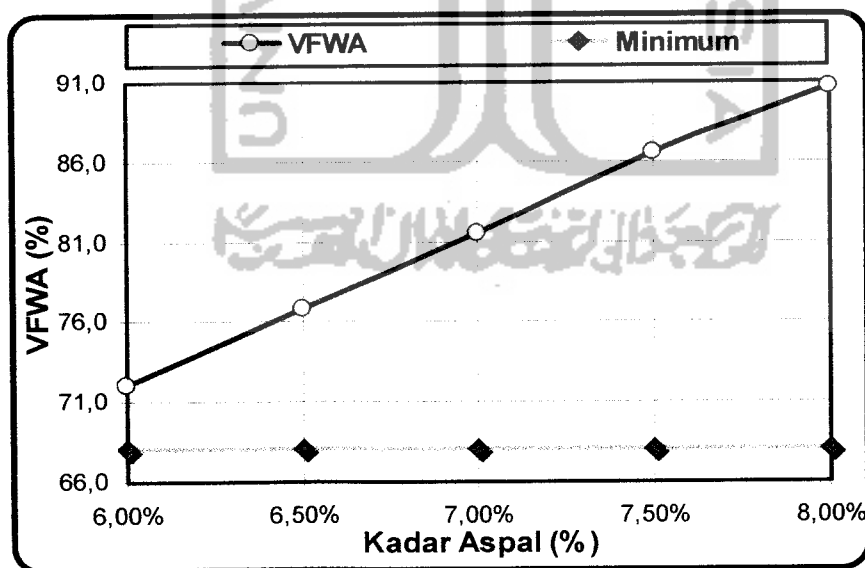
Hasil penelitian diatas didukung pernyataan bahwa nilai rongga dalam mineral agregat pada umumnya mengalami penurunan hingga minimum kemudian meningkat seiring bertambahnya kadar aspal (*Asphalt Institute, 1995*)

6.1.4.1.3 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai VFWA menunjukkan prosentase rongga di dalam campuran yang terisi oleh aspal atau bahan ikat. Dengan nilai VFWA yang tinggi maka kedekatan campuran terhadap air dan udara semakin baik. Namun nilai VFWA yang terlalu tinggi mengakibatkan potensi terjadinya *bleeding* lebih besar. Sebaliknya bila nilai VFWA terlalu kecil menunjukkan rongga yang ada pada campuran cukup besar, sehingga kedekatan terhadap udara dan air semakin rendah dan keawetan campuran menjadi berkurang. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada Gambar 11 dan table 14 berikut ini.

Tabel 14. Average nilai VFWA pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average VFWA (%)	72,027	76,829	81,523	86,573	90,651



Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFWA

Dari hasil pemeriksaan, nilai VFWA mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini disebabkan karena seiring

meningkatnya kadar aspal akan membuat banyak rongga yang terisi aspal dan mengakibatkan nilai rongga total dalam campuran akan mengalami penurunan dan nilai kepadatan mengalami peningkatan

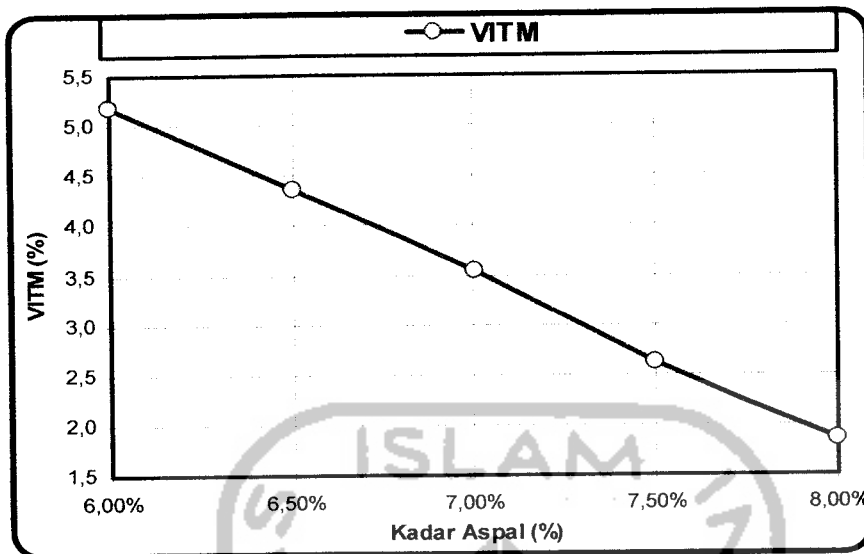
Hasil penelitian diatas didukung pernyataan, bahwa persentase dari rongga udara yang terisi aspal juga meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dikarenakan persentase rongga antar butiran agregat adalah yang terisi aspal tersebut. (*Asphalt Institute, 1995*)

6.1.4.1.4 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Void In Total Mix (VITM)*

Nilai VITM menunjukkan prosentase rongga dalam total campuran. VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Nilai VITM yang kecil cenderung meningkatkan kekedapan campuran terhadap udara dan air, akan tetapi meningkatkan potensi untuk terjadinya bleeding. Hal ini terjadi pada saat perkerasan mencapai temperatur yang tinggi. Bahan ikat akan mencair dan naik kepermukaan apabila menerima beban lalu lintas yang besar. Sebaliknya dengan nilai VITM yang besar perkerasan akan kurang kedap terhadap air maupun udara, sehingga campuran akan lebih mudah teroksidasi dan diresapi air. Hal ini mengakibatkan turunnya tingkat keawetan campuran sehingga dapat terjadi kerusakan pada perkerasan. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 12 dan tabel 15 berikut ini

Tabel 15. Average nilai VITM pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average VITM (%)	5,186	4,369	3,541	2,622	1,848



Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VITM

Dari hasil pemeriksaan, nilai VITM mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan semakin banyak aspal yang ditambahkan kedalam campuran akan membuat campuran lebih kedap udara sehingga nilai rongga udara dalam campuran akan mengalami penurunan dan ini ditandai dengan meningkatnya nilai udara yang terisi aspal dan kepadatan.

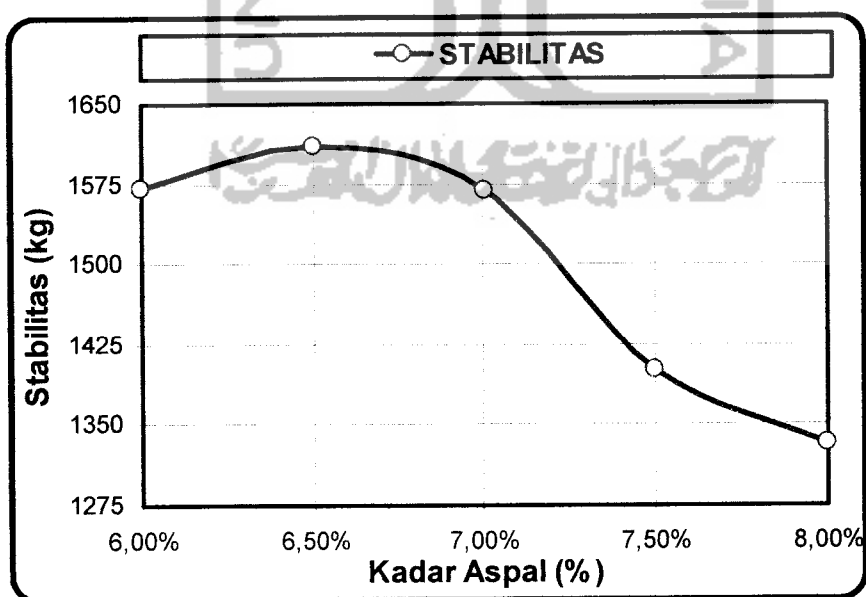
Dari hasil penelitian diatas didukung pernyataan, bahwa rongga dalam total campuran akan mengalami penurunan apabila kadar aspal mengalami peningkatan, dan sebaliknya bila kadar aspal menurun nilai dari rongga udara akan mengalami kenaikan. Nilai kepadatan dan rongga udara secara langsung berhubungan dikarenakan, apabila nilai kepadatan tinggi maka persentase rongga udara akan turun. (*The Indiana Departement of Transportation, 2001*)

6.1.4.1.5 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Stabilitas*

Stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan lapis perkerasan menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Stabilitas terjadi dari hasil tahanan gesek antar butir, penguncian antar pertikel dan daya ikat yang baik dari bahan ikat. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan perkerasan menjadi kaku dan cepat mengalami retak, sedangkan stabilitas yang rendah mengakibatkan perkerasan cenderung lebih fleksibel sehingga akan mudah mengalami rutting. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai Stabilitas dapat dilihat pada gambar 13 dan table 16 berikut ini

Tabel 16. Average nilai Stabilitas pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average Stabilitas (kg)	1569,816	1610,295	1568,009	1401,054	1332,495



Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Dari hasil penelitian, nilai stabilitas meningkat seiring bertambahnya proporsi agregat hingga kadar aspal 6,5%, kemudian mengalami penurunan dengan bertambahnya lagi kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan dari stabilitas, dimana stabilitas akan mengalami peningkatan hingga batas optimum dan turun kembali setelah batas optimum tersebut. Hal ini disebabkan karena kepadatan dari campuran mengalami peningkatan dan fungsi aspal pada kadar aspal 6,0% sampai 6,5% masih pada posisinya sebagai bahan ikat namun pada kadar aspal 7,0% sampai 8,0% fungsi dari aspal sebagai bahan ikat berubah menjadi pelicin setelah batas optimum tercapai

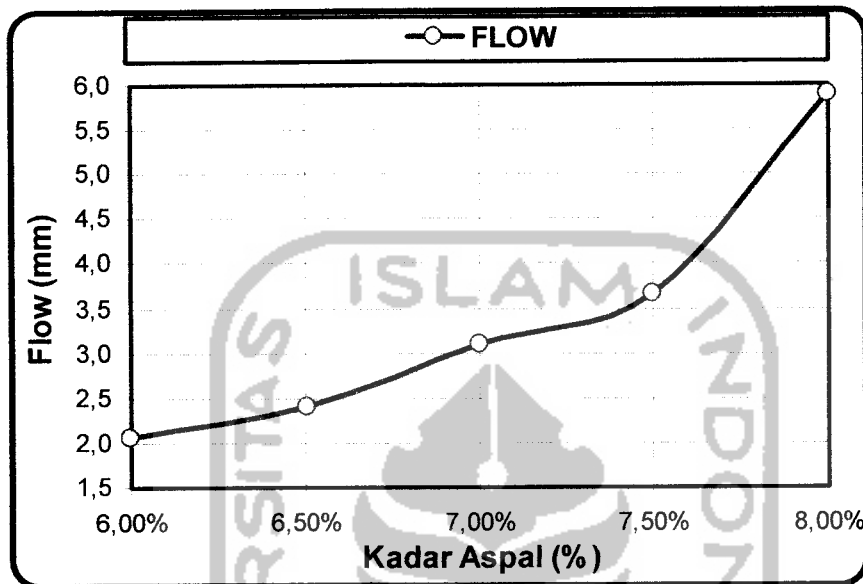
Penelitian diatas didukung pernyataan bahwa nilai stabilitas mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal sampai pada nilai maksimum, setelah itu nilai stabilitas mengalami penurunan. (*Asphalt Institute*, 1995)

6.1.4.1.6 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow*

Flow menunjukkan besarnya penurunan yang terjadi pada suatu perkerasan akibat beban yang diterimanya selama melayani lalu lintas. Campuran dengan nilai kelelahan tinggi akan memiliki kecenderungan bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti derformasi akibat beban. Sebaliknya dengan nilai *flow* rendah, campuran akan memiliki kecenderungan bersifat getas, mudah retak jika melebihi batas dukungannya dan durabilitas rendah. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada gambar 14 dan table 17 berikut ini

Tabel 17. Average nilai *flow* pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average Flow (mm)	2,060	2,413	3,103	3,653	5,887



Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow*

Dari hasil penelitian, *Flow* mengalami peningkatan hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai *flow* yang akan mengalami peningkatan dengan bertambahnya prosentase kadar aspal. *Flow* dapat merupakan indikator terhadap lentur dimana *flow* menunjukkan tingkat fleksibilitas dari perkerasan. Hal ini juga disebabkan karena nilai *flow* akan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang berarti bahwa dengan penambahan aspal membuat fleksibilitasnya meningkat yang akan mengakibatkan berkurangnya kemampuan perkerasan dalam menahan deformasi yang terjadi akibat beban yang bekerja di atasnya

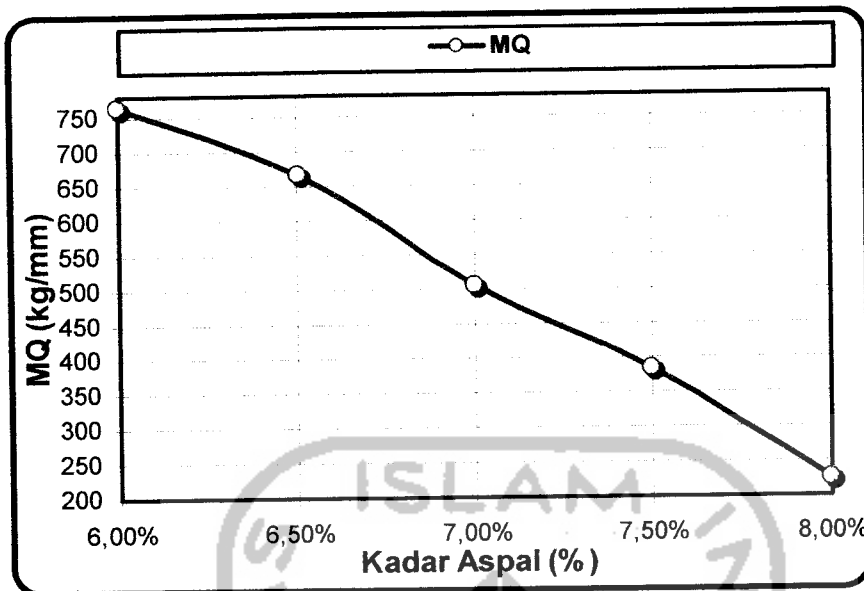
Penelitian diatas didukung oleh pernyataan, bahwa nilai flow meningkat seiring dengan peningkatan kadar aspal, sehingga mengurangi gesekan antar agregat yang disebabkan selimut aspal yang lebih tebal (*Harold N. Atkins, 1980*).

6.1.4.1.7 Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Marshall Qoutient*

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 *flexibilitas* perkerasan. *Flexibilitas* akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Nilai MQ besar menunjukkan kekakuan lapis perkerasan yang tinggi dan berakibat mudah retak-retak, sebaliknya bila nilai MQ kecil menunjukkan terlalu plastis yang berakibat perkerasan mengalami *deformasi* yang besar bila menerima beban lalu lintas. Gambar 15. Dan tabel 18 berikut ini adalah gambar grafik hubungan kadar aspal dengan nilai *Marshall Qoutient*

Tabel 18. Average nilai *Marshall Qoutient* pemeriksaan *Marshall Test Campuran Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan kadar aspal

Kadar aspal (%)	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Average MQ (kg/mm)	762,047	667,249	505,266	383,500	226,358



Gambar 15. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*

Dari hasil pemeriksaan, *Marshall Quotient* menunjukkan penurunan, hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar aspal mengakibatkan campuran akan semakin plastis. Nilai *Marshall Quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan nilai flow. Karena dengan nilai stabilitas tinggi dan nilai flow rendah akan didapat nilai *Marshall Quotient* tinggi yang berarti perkerasan kurang fleksibel atau kaku, sebaliknya apabila nilai stabilitas rendah dan nilai flow tinggi didapat *Marshall Quotient* yang rendah berarti perkerasan kurang kaku atau fleksibel dan akan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalulintas

Setelah didapat data dari Gambar 9 sampai 15 maka dilakukan perhitungan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang mengacu pada metode dan persyaratan Bina Marga 1987 dan 2004 yang sesuai pada Tabel 19 berikut ini.

Tabel 19. Spesifikasi Marshall Properties untuk lalu lintas Tinggi

No	Spesifikasi Pemeriksaan	Bina Marga 1987		Bina Marga 2004	
		Min	Max	Min	Max
1	VITM (%)	3	5	3	6
2	VMA (%)	15	-	18	-
3	VFWA (%)	-	-	68	-
4	Stabilitas Marshall	550	-	800	-
5	Kelelahan (mm)	2	4	3	-
6	Marshall Quotient (kg/mm)	200	350	250	-

Sumber : Bina Marga 1987 dan Bina Marga, 2004

Kadar Aspal Optimum didapat dengan mengambil nilai tengah dari semua nilai kadar aspal yang memenuhi spesifikasi seperti pada tabel 20 dan 21 berikut ini :

Tabel 20. Kadar Aspal Optimum pada spesifikasi Bina Marga 1987

Karakteristik	Kadar Aspal Dalam Campuran				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
VITM (%)	[Bar chart showing VITM values across asphalt percentages]				
VMA (%)	[Bar chart showing VMA values across asphalt percentages]				
Stabilitas Marshall	[Bar chart showing Marshall Stability values across asphalt percentages]				
Kelelahan (mm)	[Bar chart showing Fatigue values across asphalt percentages]				
MQ (kg/mm)	[Bar chart showing Marshall Quotient values across asphalt percentages]				
Kadar Aspal Optimum	6,11%	6,70%		7,29%	7,61%

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

Dari tabel 20 pada spesifikasi dari Bina Marga 1987 maka tidak didapat kadar aspal optimum (KAO) dikarenakan batas dari VITM yang memenuhi persyaratan hanya sampai pada kadar aspal 7,29% sedangkan pada Marshall Quotient yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 7,61%. Hal ini kemungkinan disebabkan pada pemilihan nilai tengah pada spesifikasi gradasi dari agregat dan nilai dari keausan agregat sebesar 21,93% jauh lebih kecil dari

spesifikasi yang ditentukan sebesar maksimum 40%. Nilai dari *Marshall Qoutient* menjadi lebih besar melewati batas maksimum dari spesifikasi Bina Marga 1987 sebesar 350 kg/mm pada kadar aspal 6,0% sampai 7,61%. Tetapi pada kadar aspal 7,61% sampai 8,0% nilai *Marshall Quotient* masuk spesifikasi yang berlaku sebesar 200kg/mm sampai 350kg/mm. Jadi pada persyaratan spesifikasi campuran Bina Marga 1987 nilai *Marshall Quotient* tidak dapat dijadikan acuan dalam pengambilan kadar aspal optimum (KAO), sehingga KAO diambil dari nilai VITM sebesar 6,11% sampai 7,29% didapat nilai kadar aspal optimum 6,7%

Tabel 21. Kadar Aspal Optimum pada spesifikasi Bina Marga 2004

Karakteristik	Kadar Aspal Dalam Campuran				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
VITM (%)					
VMA (%)					
VFWA (%)					
Stabilitas Marshall					
Kelelahan (mm)					
MQ (kg/mm)					
Kadar Aspal Optimum		6,925%		7,294%	
		7,11%			

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

Dari tabel 21 diatas dapat dilihat bahwa pada persyaratan spesifikasi Marshall untuk jalan Pantura *Bina Marga 2004*, semua parameter pengujian marshall untuk campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dalam penelitian ini memenuhi persyaratan yang ditentukan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengambilan kadar aspal optimum (KAO) dari kadar aspal 6,925% sampai 7,294% didapat kadar optimum 7,11% dan untuk selanjutnya pada penelitian ini menggunakan spesifikasi *Bina Marga 2004* untuk jalan Pantura.

6.1.4.2 Hasil Pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Hasil pemeriksaan campuran aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* pada Kadar Aspal Optimum untuk masing – masing variasi *Alkyl Imidazoline* dapat dilihat pada tabel 22. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 39.

Tabel 22. Hasil pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

No	Alkyl Imidazoline (%)	Density (gr/cc)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
1	0,0%	2,344	20,174	77,784	4,482	1370,190	3,000	456,730
		2,346	20,100	78,145	4,393	1245,200	3,000	415,067
		2,348	20,018	78,541	4,296	1258,257	3,050	412,543
Average		2,346	20,097	78,157	4,390	1291,216	3,017	428,113
2	0,1%	2,334	20,504	76,214	4,877	1226,266	3,000	408,755
		2,348	20,026	78,503	4,305	1288,723	3,350	384,694
		2,358	19,702	80,117	3,917	1417,558	2,870	493,923
Average		2,347	20,078	78,278	4,367	1310,849	3,073	429,124
3	0,2%	2,351	19,819	79,530	4,057	1228,168	3,400	361,226
		2,356	19,772	79,766	4,001	1442,099	2,950	488,847
		2,334	20,518	76,151	4,893	1311,479	3,380	388,011
Average		2,348	20,036	78,482	4,317	1327,249	3,243	412,695
4	0,3%	2,346	20,087	78,207	4,378	1344,631	2,900	463,666
		2,351	19,920	79,028	4,178	1322,801	3,300	400,849
		2,359	19,654	80,360	3,860	1318,196	3,700	356,269
Average		2,352	19,887	79,198	4,138	1328,543	3,300	406,928
5	0,4%	2,371	19,259	82,415	3,387	1299,364	2,900	448,057
		2,361	19,608	80,599	3,804	1334,988	3,750	355,997
		2,356	19,775	79,752	4,004	1299,491	3,450	376,664
Average		2,362	19,547	80,922	3,732	1311,281	3,367	393,572
6	0,5%	2,368	19,366	81,847	3,516	1319,213	3,400	388,004
		2,361	19,602	80,626	3,798	1263,055	3,600	350,849
		2,363	19,517	81,065	3,696	1343,453	3,780	355,411
Average		2,364	19,495	81,180	3,670	1308,574	3,593	364,754

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

Dari tabel diatas didapat kadar *Alkyl Imidazoline* Optimum pada Kadar Aspal Optimum untuk campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) dengan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum didapat dengan cara grafis seperti pada table 23 berikut ini :

Tabel 23. Kadar *Alkyl Imidazoline* Optimum

Karakteristik	Kadar <i>Alkyl Imidazoline</i>					
	0,0%	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%
VITM (%)						
VMA (%)						
VFWA (%)						
Stabilitas Marshall						
Kelelahan (mm)						
Marshall Quotient (kg/mm)						
<i>Alkyl Imidazoline</i>	0,00%	0,10%		0,30%		0,500%

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UIL, 2005

Dari table 23. Diatas didapat kadar *Alkyl Imidazoline* optimum pada Kadar Aspal Optimum (KAO) sebanyak 0,30% dari berat aspal optimum

6.1.4.3 Hasil Pemeriksaan *Immersion Test* Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* pada Kadar Aspal Optimum

Hasil pemeriksaan Marshall dengan rendaman 24 jam pada Kadar Aspal Optimum dengan menggunakan aspal AC 60/70 dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat dilihat pada table 24 berikut ini. Hasil pemeriksaan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 40.

Tabel 24. Hasil Pemeriksaan *Immersion Test* Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi *Alkyl Imidazoline* pada KAO

No	<i>Alkyl Imidazoline</i> (%)	Density (gr/cc)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
1	0,0%	2,413	17,817	90,674	1,662	1096,828	2,100	522,299
		2,395	18,445	86,916	2,413	995,269	2,300	432,726
		2,416	17,723	91,262	1,549	1143,401	2,400	476,417
Average		2,408	17,995	89,583	1,874	1078,226	2,267	477,147
2	0,1%	2,410	17,906	90,128	1,768	1171,794	2,400	488,248
		2,414	17,787	90,862	1,625	1089,015	2,300	473,485
		2,404	18,114	88,867	2,017	1075,667	2,700	398,395
Average		2,410	17,935	89,946	1,803	1112,490	2,467	453,376
3	0,2%	2,404	18,115	88,861	2,018	1108,120	2,970	373,105
		2,408	17,988	89,627	1,866	1148,456	3,050	376,543
		2,401	18,216	88,259	2,139	1179,231	3,850	306,294
Average		2,405	18,106	88,913	2,007	1145,416	3,290	351,980
4	0,3%	2,410	17,936	89,942	1,804	1132,966	3,680	307,871
		2,411	17,897	90,184	1,757	1125,204	4,200	267,906
		2,408	18,004	89,527	1,886	1192,853	2,850	418,545
Average		2,409	17,946	89,885	1,815	1150,787	3,577	331,441
5	0,4%	2,404	18,130	88,771	2,036	1230,721	4,050	303,882
		2,400	18,258	88,011	2,189	1219,584	3,700	329,617
		2,415	17,750	91,089	1,582	1202,569	3,620	332,201
Average		2,406	18,046	89,290	1,935	1217,731	3,790	321,900
6	0,5%	2,394	18,474	86,750	2,448	1013,193	3,800	266,630
		2,392	18,543	86,356	2,530	1013,230	4,100	247,129
		2,377	19,061	83,472	3,151	1189,854	3,670	324,211
Average		2,387	18,693	85,526	2,709	1071,282	3,857	279,323

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

6.1.4.4 Hasil Pemeriksaan *Indirect Tensile Test* Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Hasil pemeriksaan *Indirect Tensile Test* pada Kadar Aspal Optimum dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat dilihat pada table 25 berikut ini. Hasil pemeriksaan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 41.

Tabel 25. Hasil Pemeriksaan *Indirect Tensile Test* Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

No	<i>Alkyl Imidazoline</i> (%)	Temp (°C)	Height (cm)	Load (Kg)	Dia (cm)	Strength (Kg/cm ²)
1	0,0%	24	6,000	899,363	10,000	23,383
			6,010	804,336		20,878
			5,980	875,607		22,842
Average		24	5,997	859,769	10,000	22,368
2	0,1%	24	6,010	851,850	10,000	22,111
			6,000	865,425		22,501
			5,990	855,244		22,273
Average		24	6,000	857,506	10,000	22,295
3	0,2%	24	6,010	814,518	10,000	21,142
			5,980	828,093		21,602
			6,010	828,093		21,495
Average		24	6,000	823,568	10,000	21,413
4	0,3%	24	5,940	875,607	10,000	22,996
			5,960	770,398		20,165
			5,960	797,549		20,875
Average		24	5,953	814,518	10,000	21,345
5	0,4%	24	5,960	797,549	10,000	20,875
			5,940	729,672		19,163
			5,950	815,203		21,373
Average		24	5,950	780,808	10,000	20,471
6	0,5%	24	6,000	685,552	10,000	17,824
			5,970	865,425		22,614
			5,980	729,672		19,035
Average		24	5,983	760,217	10,000	19,824

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

6.1.4.5 Hasil Pemeriksaan Kohesi Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada Kadar Aspal Optimum

Hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, pada Kadar Aspal Optimum dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* untuk mencari nilai

Kohesi dapat dilihat pada table 26. Berikut ini. Secara lengkap pemeriksaan dapat dilihat pada lampiran 38

Tabel 26. Hasil Pemeriksaan Kohesi Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada Kadar Aspal Optimum

No	Alkyl Imidazoline (%)	Dia (cm)	Tinggi (cm)	Berat shot Dan tempat (gram)	Shot (gram)	Cohesi (gr/cm)
1	0,0%	10,000	5,930	2173,400	1955,300	71,5374
		10,000	5,860	2024,500	1806,400	67,3291
		10,000	5,960	2330,800	2112,700	76,6874
Average		10,000	5,917	2176,233	1958,133	71,8513
2	0,1%	10,000	5,940	2195,500	1977,400	72,1553
		10,000	6,000	1845,800	1627,700	58,4662
		10,000	5,980	2150,300	1932,200	69,7682
Average		10,000	5,973	2063,867	1845,767	66,7966
3	0,2%	10,000	5,970	2140,000	1921,900	69,5786
		10,000	5,960	2249,800	2031,700	73,7472
		10,000	5,980	1778,000	1559,900	56,3251
Average		10,000	5,970	2055,933	1837,833	66,5503
4	0,3%	10,000	5,940	1833,600	1615,500	58,9496
		10,000	5,900	2276,100	2058,000	75,8950
		10,000	5,940	1962,200	1744,100	63,6422
Average		10,000	5,927	2023,967	1805,867	66,1623
5	0,4%	10,000	5,950	1968,700	1750,600	63,7112
		10,000	5,960	2049,300	1831,200	66,4694
		10,000	5,950	2036,400	1818,300	66,1751
Average		10,000	5,953	2018,133	1800,033	65,4519
6	0,5%	10,000	5,960	1843,500	1625,400	58,9992
		10,000	5,980	1971,100	1753,000	63,2976
		10,000	5,950	1925,600	1707,500	62,1427
Average		10,000	5,963	1913,400	1695,300	61,4798

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 2005

6.2 Pembahasan

6.2.1 Karakteristik Bahan

6.2.1.1 Aspal

a. Penetrasi

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan mengetahui tingkat kekerasan aspal. Semakin keras aspal ditunjukkan oleh semakin kecilnya angka penetrasi aspal. Semakin keras aspal menunjukkan semakin lekatnya aspal dan semakin besar nilai kohesinya. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penetrasi aspal sebesar 62,8 mm. Nilai ini sesuai untuk aspal AC 60/70 yang harus memiliki angka penetrasi antara 60 mm sampai 79 mm.

b. Titik lembek

Pemeriksaan titik lembek aspal ditujukan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperature dimana aspal akan lembek apabila berada pada temperature tinggi. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa titik lembek aspal sebesar 50⁰C. Nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan 48⁰C sampai 58⁰C.

c. Titik nyala

Aspal merupakan bahan yang bersifat *termoplastik*, yaitu kekentalan yang dipengaruhi temperature. Semakin tinggi temperature semakin lunak atau cair. Pemeriksaan titik nyala aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperature dimana aspal masih cukup aman untuk

dipanaskan. Hasil pemeriksaan menunjukkan menunjukkan titik nyala aspal pada temperature 315°C , nilai ini jauh lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 yaitu $\geq 200^{\circ}\text{C}$.

d. Kelarutan dalam CCL_4

Pemeriksaan kelarutan dalam CCL_4 bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam CCL_4 . Jumlah yang terlarut menunjukkan kemurnian aspal. Semakin besar aspal yang terlarut menunjukkan kemurnian aspal semakin tinggi, artinya makin kecil kandungan bahan lainnya yang dapat mengganggu ikatan aspal dan batuan. Hasil pemeriksaan menunjukkan kelarutan CCL_4 sebesar 99,083% nilai ini masih sesuai dengan persyaratan spesifikasi $\geq 99\%$.

e. Daktilitas

Pemeriksaan daktilitas bertujuan untuk mengetahui keliatan atau kohesi dalam aspal itu sendiri yang dapat mempengaruhi nilai fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran menunjukkan kemampuan campuran 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.

f. Berat jenis

Berat jenis aspal perlu diperhatikan dalam merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pemeriksaan berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,062 sesuai dengan yang disyaratkan spesifikasi sebesar $> 1,00$

Nilai titik lembek, penetrasi, titik nyala, kelarutan dalam CCL₄, daktilitas dan Berat jenis dapat dilihat pada table 7. Dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada lembar lampiran 11, 17, 18, 24, 25, 31.

6.2.1.2 Agregat

Agregat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dari Quarry Clereng, Kulon Progo yang diolah dengan mesin stone crusher dari PT. Selo Arta Mas, Yogyakarta. Hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII untuk jenis agregat kasar dan halus menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun *Hot Rolled Asphalt* (HRA). Hasil pemeriksaan tersebut selengkapnya dapat dilihat pada table 9 dan 10 diatas.

a. Keausan

Pemeriksaan 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 sebesar sebesar 21,93% lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan spesifikasi $\leq 40\%$.

b. Kelekatan terhadap aspal

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 oleh aspal terhadap agregat maka internal friction akan semakin tinggi, sehingga nilai stabilitas campuran semakin meningkat. Hasil pemeriksaan di Laboratorium menunjukkan bahwa nilai kelekatan sebesar 99% lebih besar dari yang disyaratkan $> 95\%$

c. Penyerapan terhadap air

Pemeriksaan agregat terhadap penyerapan air ditujukan untuk mengetahui besarnya porositas dari agregat, semakin besar nilai penyerapannya mengidentifikasi agregat semakin bersifat porous. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penyerapan terhadap air oleh agregat sebesar 1,90% untuk agregat kasar dan sebesar 1,729% untuk agregat halus. Nilai ini sesuai dengan yang disyaratkan sebesar $\leq 3\%$

d. Berat jenis

Berat jenis dan penyerapan adalah dua parameter yang saling berkaitan. Berat jenis yang tinggi menunjukkan batuan yang padat dan kuat

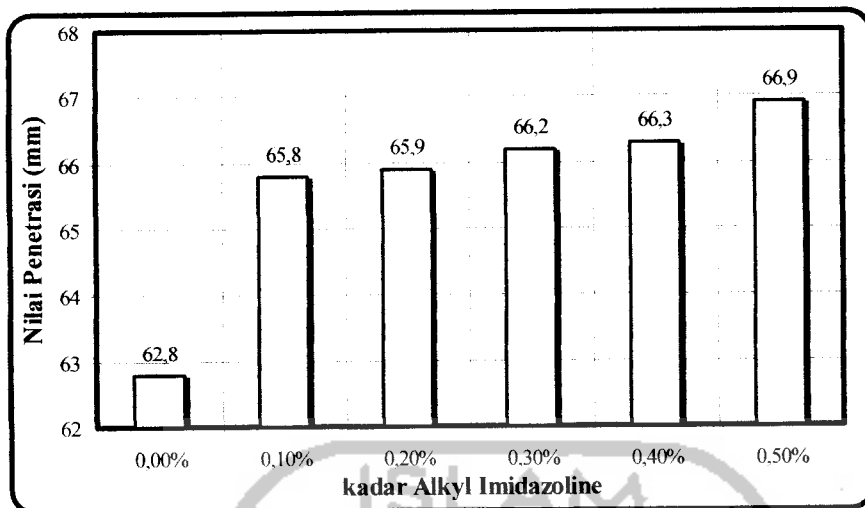
serta menunjukkan porositas rendah, sebaliknya batuan dengan berat jenis kecil menunjukkan tingkat kekuatan yang rendah dan porositas tinggi. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar menunjukkan nilai 2,60 dan 2,952 untuk agregat halus menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki volume yang kecil, sehingga hanya memerlukan kadar aspal yang sedikit. Nilai ini lebih besar dari spesifikasi dari Bina Marga sebesar $\geq 2,5$

e. Sand equivalent

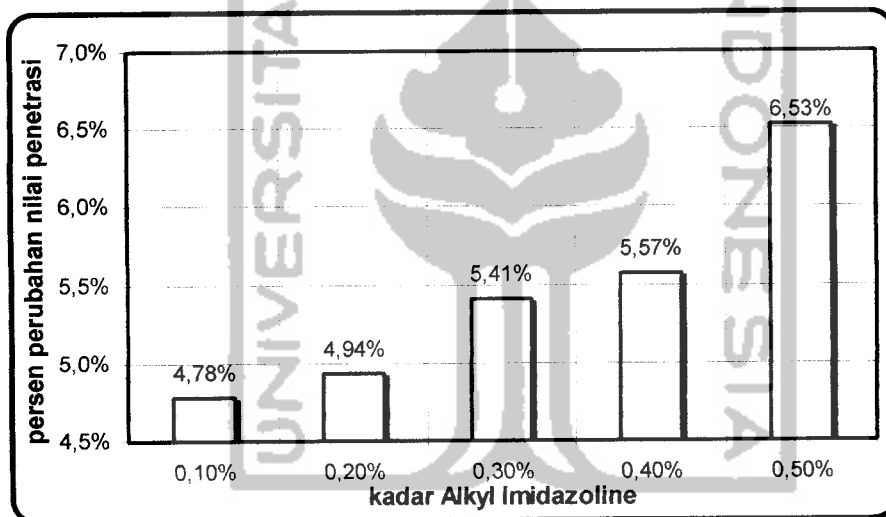
Nilai sand equivalent agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat terhadap debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pemeriksaan diperoleh nilai sand equivalent agregat halus sebesar 67,50%. Hal ini lebih besar dari yang disyaratkan oleh spesifikasi Bina Marga sebesar $\geq 50\%$, yang berarti mengidentifikasi agregat halus dalam keadaan cukup bersih dan terbebas dari kandungan lumpur, debu maupun kotoran lain yang dapat mengganggu lekatan aspal dengan agregat.

6.2.1.3 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap karakteristik Aspal

Dari tabel 8 pada hasil penelitian menggambarkan kekerasan aspal menurun drastic dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* pada kadar 0,1% sampai 0,5% akan membuat kekerasan aspal semakin berkurang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* pada kadar 0,1% sampai 0,5% terjadi peningkatan nilai penetrasi dibandingkan pada kadar 0,0%.



Gambar 16. Hubungan Kadar *Alkyl Imidazoline* terhadap Nilai Penetrasi

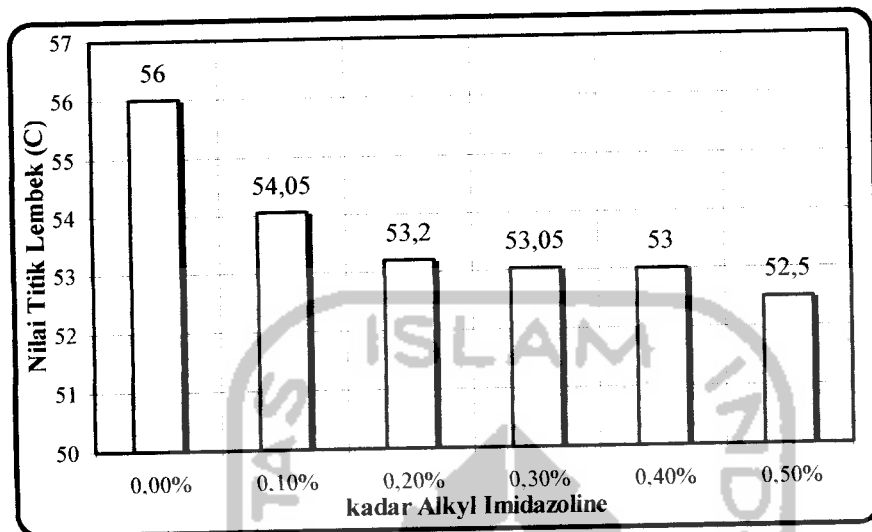


Gambar 17. Grafik persentase penurunan nilai Penetrasi dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline*

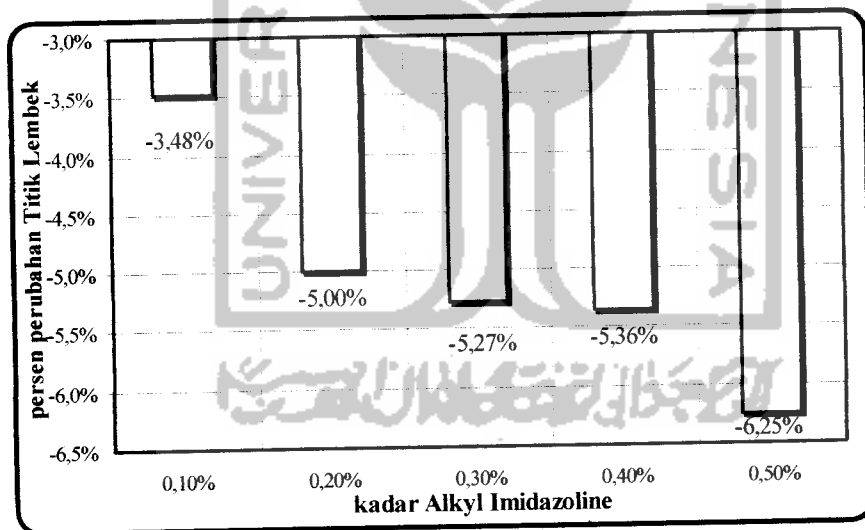
Nilai penetrasi dapat dilihat pada gambar 16 dan pada gambar 17 dapat dilihat persen perubahan nilai penetrasi terhadap kadar *Alkyl Imidazoline* 0,0%. Nilai penetrasi yang lebih tinggi ini mengindikasikan bahwa *viskositas* atau kekentalan aspal lebih rendah. Penambahan *Alkyl Imidazoline* menyebabkan turunnya nilai kohesi aspal yang ditandai dengan nilai stabilitas yang menurun

Hasil pemeriksaan Daktilitas, Titik Lembek dan Indeks Penetrasi seperti pada table 8 dan gambar 18 sampai 19 menunjukkan aspal dengan penambahan

Alkyl Imidazoline memiliki titik lembek yang rendah dibandingkan dengan aspal tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*.

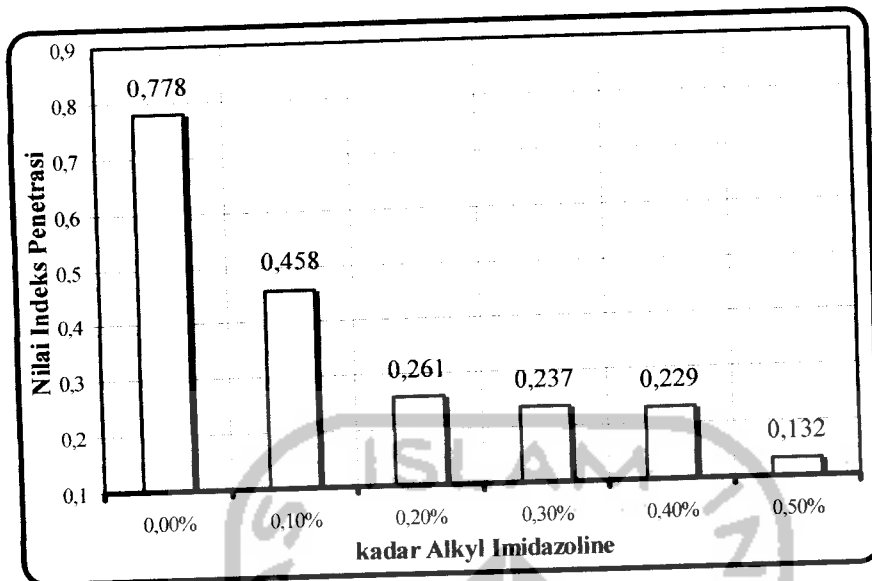


Gambar 18. Hubungan Kadar *Alkyl Imidazoline* terhadap Nilai Titik lembek



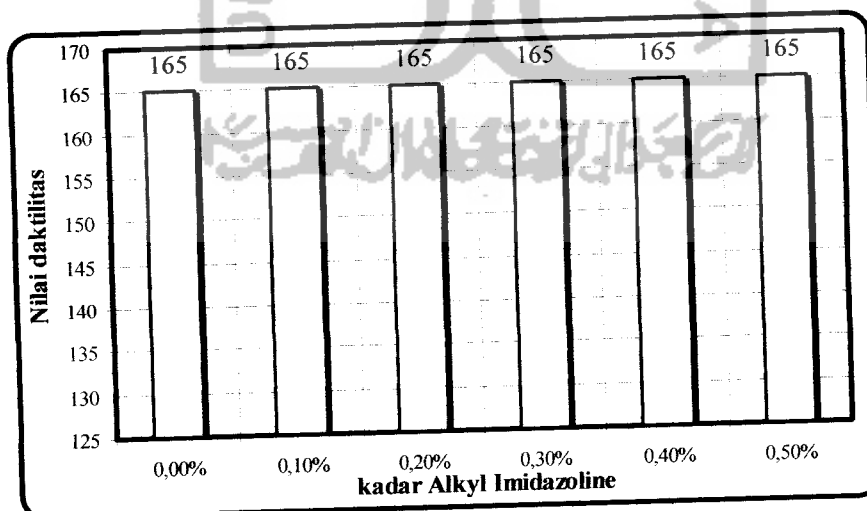
Gambar 19. Grafik persentase penurunan nilai Titik lembek dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline*

Dari gambar 19 di atas dapat dilihat bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* akan menurunkan nilai titik lembek dari aspal sehingga akan membuat kepekaan aspal terhadap perubahan temperature menjadi tinggi sehingga membuat aspal cepat lembek pada suhu tinggi.



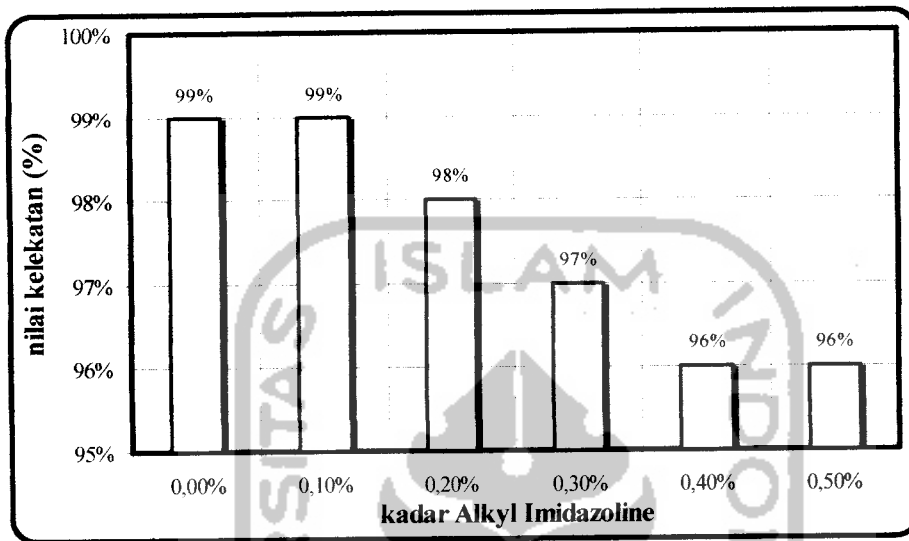
Gambar 20. Hubungan Kadar *Alkyl Imidazoline* terhadap Nilai Indeks Penetrasi

Dilihat pada gambar 20 diatas didapat nilai Indeks Penetrasi dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* lebih rendah dari aspal tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* hal ini berarti bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* akan membuat aspal lebih peka terhadap temperatur.



Gambar 21. Hubungan Kadar *Alkyl Imidazoline* terhadap Nilai Daktilitas

Pada gambar diatas 21 terlihat bahwa nilai daktilitas aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* nilainya melebihi nilai persyaratan yang disyaratkan oleh spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 sebesar > 100 cm.



Gambar 22. Hubungan Kadar *Alkyl Imidazoline* yang ditambahkan pada aspal dengan pemeriksaan kelekatan terhadap agregat

Gambar 22 diatas dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* nilai dari kelekatan aspal terhadap agregat menjadi menurun sehingga akan mengakibatkan kemampuan untuk mengikat dan kohesi dari aspal akan menjadi berkurang.

Dari rangkaian gambar dari gambar 16 sampai 22 dapat dilihat pengaruh dari *Alkyl Imidazoline*. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* memiliki kepekaan terhadap temperature yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*, sehingga apabila dipergunakan untuk campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) akan mengakibatkan

sedikit kurang tahan terhadap temperature dan cocok dipergunakan untuk daerah yang temperaturnya relative rendah serta lalu lintas relatif sedang.

6.2.2 Karakteristik Marshall Campuran *Hot Rolled Asphalt*

6.2.2.1 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Density*

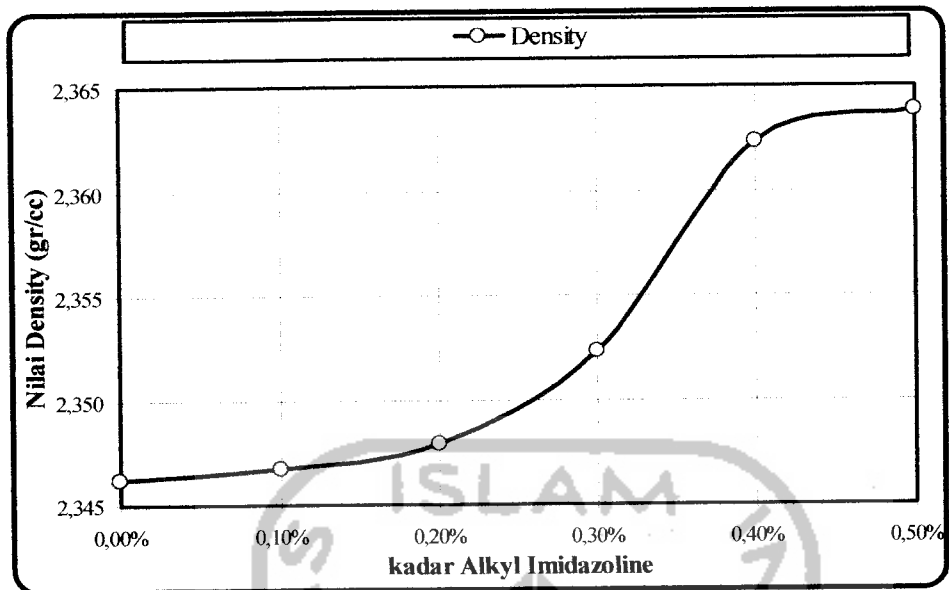
Nilai kepadatan campuran (*Density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *Density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan *Density* yang rendah. Nilai *Density* dipengaruhi oleh bahan penyusunnya dan pelaksanaan pemadatan,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

Campuran akan memiliki nilai *Density* yang tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas yang 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 temperature pemadatan yang tepat.

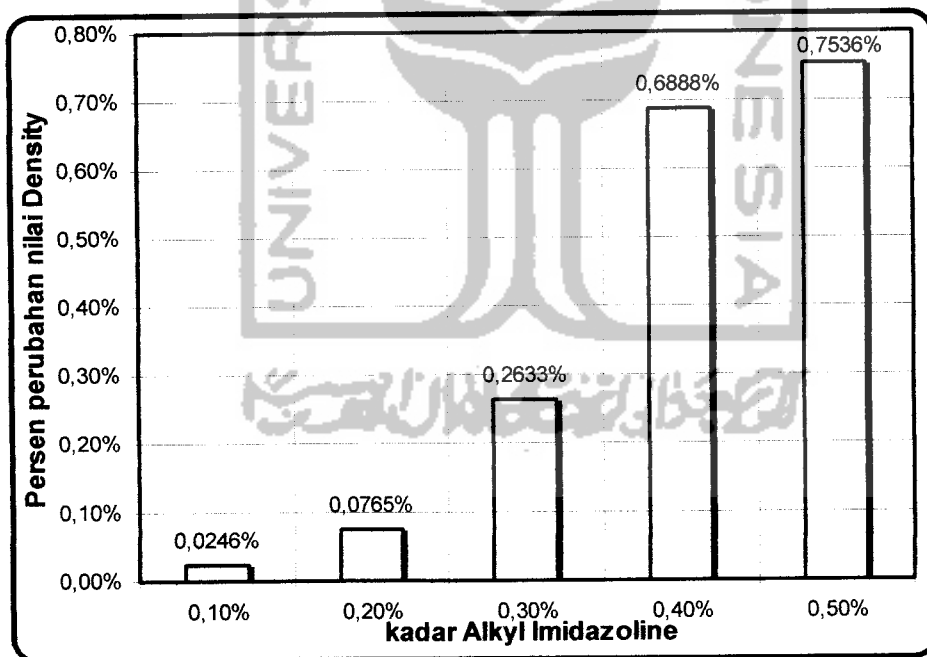
Dari hasil pemeriksaan di laboratorium diperoleh nilai *Density* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* yang ditunjukkan dengan grafik hubungan antara nilai *Density* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* pada gambar 23, 24 dan pada table 27 berikut ini :

Tabel 27. Average nilai *Density* pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

<i>Alkyl Imidazoline</i> (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average <i>Density</i> (gr/cc)	2,346	2,347	2,348	2,352	2,362	2,364



Gambar 23. Hubungan antara nilai *Density* dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*



Gambar 24. Grafik persentase kenaikan nilai *Density* dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Dari gambar 24 terlihat persen kenaikan nilai *Density* aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* terhadap campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) hingga mengalami kenaikan sebesar 0,7536%.

Nilai *Density* campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) semakin meningkat seiring dengan penambahan *Alkyl Imidazoline*, hal ini mengindikasikan bahwa kerapatan campuran mengalami kenaikan seiring dengan penambahan proporsi bahan tambah *Alkyl Imidazoline*. Kenaikan nilai *Density* ini dipengaruhi oleh viskositas aspal yang rendah akibat penambahan *Alkyl Imidazoline*, sehingga akan membuat aspal menjadi lembek, ini ditandai dengan nilai penetrasi tinggi yang akan menyebabkan nilai kepadatan dari campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* meningkat. Nilai kepadatan ini juga mempengaruhi penurunan rongga antar agregat yang ditandai dengan turunnya nilai *Void in Mineral Agregate*, hal ini disebabkan karena aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* bersama – sama mengisi rongga antar agregat yang mengakibatkan nilai kepadatan semakin tinggi sehingga nilai *Density* cenderung mengalami kenaikan.

6.2.2.2 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Void In Total Mix* (VITM)

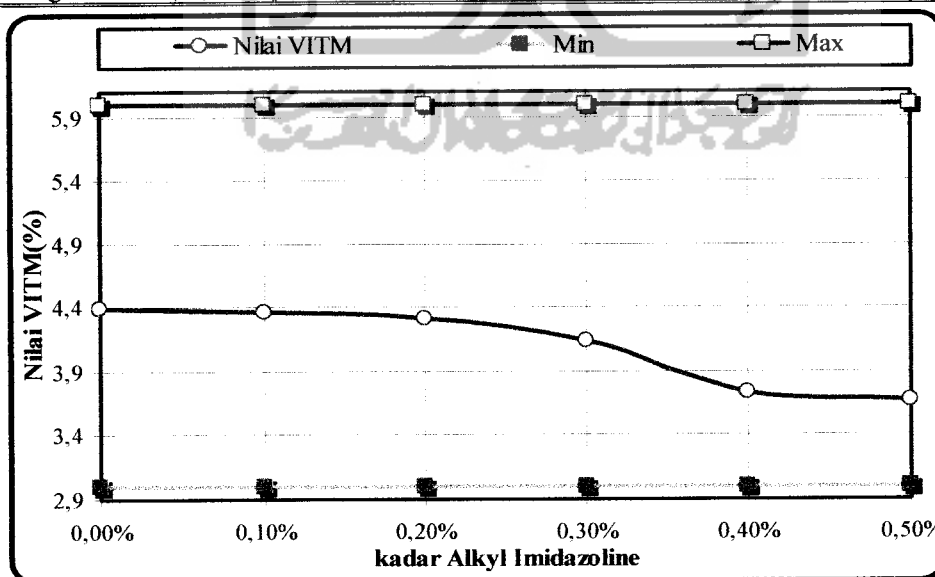
Volume rongga dalam campuran (VITM), biasanya dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran, apabila nilai VITM besar berarti rongga yang ada dalam campuran tersebut besar sehingga akan menyerap aspal secara berlebihan. Selain itu nilai VITM juga menunjukkan nilai kekakuan campuran. Campuran aspal yang

memiliki nilai VITM rendah mempunyai nilai kekakuan yang tinggi dan sebaliknya bila campuran aspal memiliki nilai VITM yang besar akan berakibat kekakuannya menjadi rendah.

Dengan penambahan Alkyl Imidazoline, jumlah kandungan rongga pada campuran akan semakin kecil. Dari table 28 serta gambar 25 dan 26 jumlah kandungan rongga mempunyai kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan semakin banyak kadar *Alkyl Imidazoline* yang ditambahkan semakin banyak pula rongga yang dapat diisi oleh aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* tersebut. Pada saat pemadatan aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat merapat dan butiran bahan pengisi akan mengisi rongga yang ada, sehingga campuran menjadi lebih rapat dan memperkecil rongga yang terjadi.

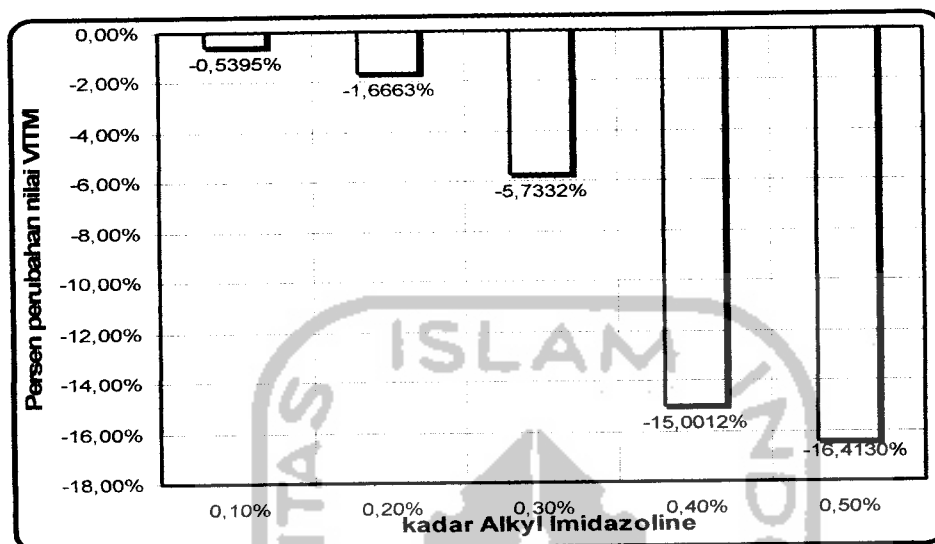
Tabel 28. Average nilai VITM pemeriksaan Marshall Test Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average VITM (%)	4,390	4,367	4,317	4,138	3,732	3,670



Gambar 25. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA)

Besarnya persentase penurunan nilai VITM aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat dilihat pada gambar 26 Berikut ini.



Gambar 26. Grafik persentase penurunan nilai VITM dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Dari persyaratan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 untuk beban lalu lintas berat, nilai VITM yang disyaratkan berkisar antara 3% sampai 6%. Dari gambar 25 dan 26 terlihat jelas penurunan nilai VITM seiring dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* namun masih memenuhi persyaratan spesifikasi yang telah ditentukan.

Penurunan persentase rongga dalam total campuran ini disebabkan karena semakin banyaknya kadar penambahan *Alkyl Imidazoline* mengakibatkan viskositas dalam campuran rendah dan kepekaan campuran terhadap temperatur tinggi sehingga rongga yang ada dalam campuran dapat terisi oleh *aspal* yang bercampur dengan *Alkyl Imidazoline*. Hal ini dapat dibuktikan dengan turunnya nilai titik lembek aspal dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* dan naiknya nilai dari kepadatan serta *Void Filled With Asphalt*. Kepadatan campuran

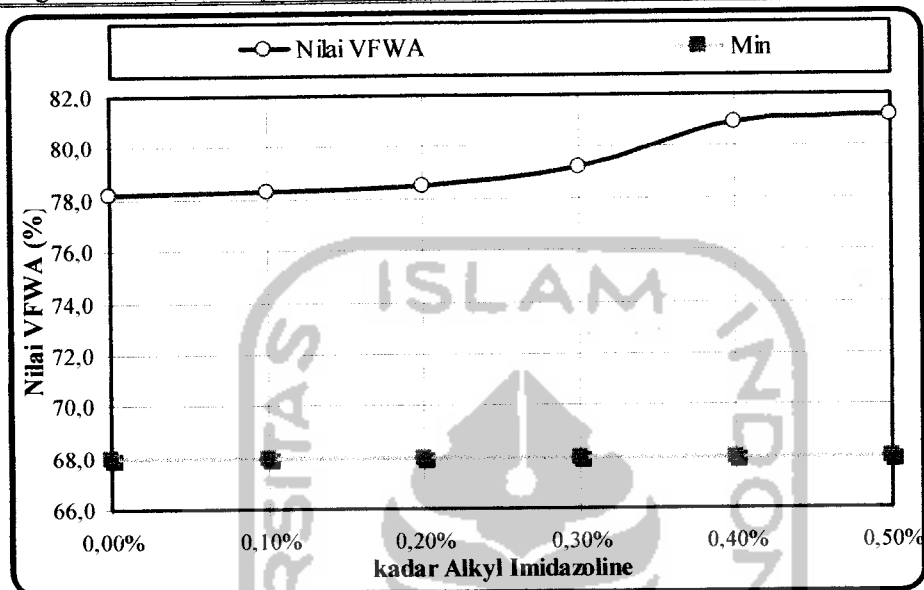
Hot Rolled Asphalt (HRA) dengan ditambah *Alkyl Imidazoline* menjadi relative lebih mudah, yang akan membuat rongga udara terisi oleh aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai VITM yang akan terus turun bila kadar *Alkyl Imidazoline* yang digunakan semakin besar. Terjadinya penurunan nilai VITM disebabkan pada saat pemadatan aspal dengan *Alkyl Imidazoline* dapat merapat dan butir bahan pengisi akan mengisi rongga yang ada sehingga campuran menjadi lebih rapat dan memperkecil rongga yang ada

6.2.2.3 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang terisi aspal, apabila nilai VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap udara dan air menjadi tinggi dan sebaliknya bila nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan bleeding. Hal ini disebabkan aspal yang terlalu besar jumlahnya, apabila menerima beban dan temperatur tinggi akan mencari rongga yang kosong, jika rongga yang tersedia sedikit dan semua telah terisi maka akan terjadi bleeding. Sebaliknya apabila nilai VFWA terlalu rendah berarti rongga yang ada cukup besar dan akan mengakibatkan kekedapan perkerasan akan semakin kecil karena udara akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetan campuran berkurang. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium diperoleh nilai VFWA dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* yang ditunjukkan pada gambar 27, 28 dan pada table 29 berikut ini :

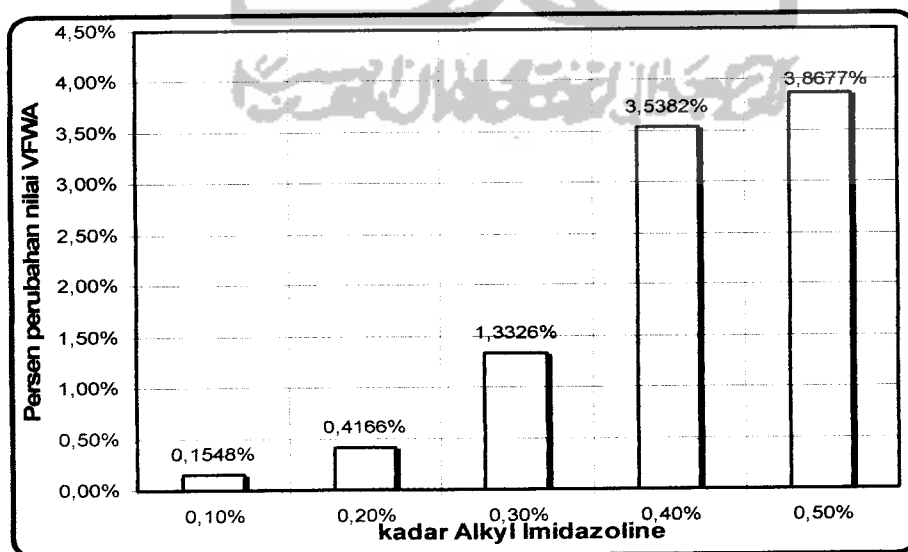
Tabel 29. Average nilai VFWA pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average VFWA (%)	78,157	78,278	78,482	79,198	80,922	81,180



Gambar 27. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Besarnya kenaikan nilai VFWA campuran aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat dilihat pada gambar 28 dibawah ini



Gambar 28. Grafik persentase kenaikan nilai VFWA dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Nilai VFWA mengacu pada persyaratan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 untuk lalu lintas berat adalah minimum 68%. Penambahan *Alkyl Imidazoline* sebagai bahan tambah menunjukkan lebih besar dari persyaratan spesifikasi yang berlaku. Dari gambar diatas terlihat pengaruh penambahan *Alkyl Imidazoline* hingga 3,8677% terhadap campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*.

Hal ini berarti bahwa *Alkyl Imidazoline* bersama dengan aspal dapat mengisi rongga – rongga udara dalam total campuran sehingga tingkat kepadatan dari campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* mengalami kenaikan dan hal ini dapat di buktikan dengan nilai kepadatan campuran aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* meningkat dan nilai total rongga dalam campuran aspal menurun. Kecenderungan nilai VFWA meningkat dikarenakan aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* semakin banyak dan bersama – sama mengisi rongga antar butir agregat pada saat pencampuran dan pepadatan, sehingga dengan semakin banyaknya kadar *Alkyl Imidazoline* akan mengakibatkan *film* aspal semakin tebal dan rongga yang terisi aspal semakin banyak, dan dengan nilai VFWA yang meningkat ini membuat campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* akan mengakibatkan kekedapan campuran terhadap udara dan air menjadi tinggi sehingga akan membuat campuran perkerasan menjadi lebih kedap dan awet

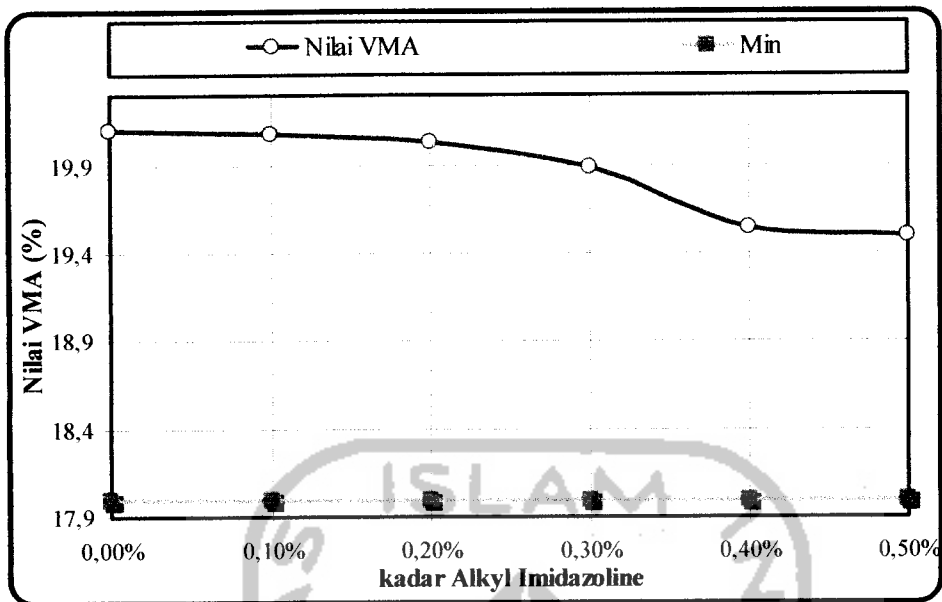
6.2.2.4 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Void in Mineral Agregate (VMA)*

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran aspal padat. Factor yang mempengaruhi nilai VMA antara lain jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA berpengaruh terhadap sifat kedekatan 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 kedekatan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, namun nilai VMA yang terlalu tinggi dapat berakibat terjadi bleeding pada saat perkerasan yang menerima beban pada temperatur tinggi. Nilai VMA yang terlalu rendah akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat aspal sehingga perkerasan mudah terjadi *raveling*, *striping*, *fretting* dan lain sebagainya.

Dari hasil pemeriksaan di laboratorium diperoleh nilai VMA dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* yang ditunjukkan dengan gambar grafik hubungan antara nilai VMA dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* pada gambar 29, 30 dan pada table 30 berikut ini :

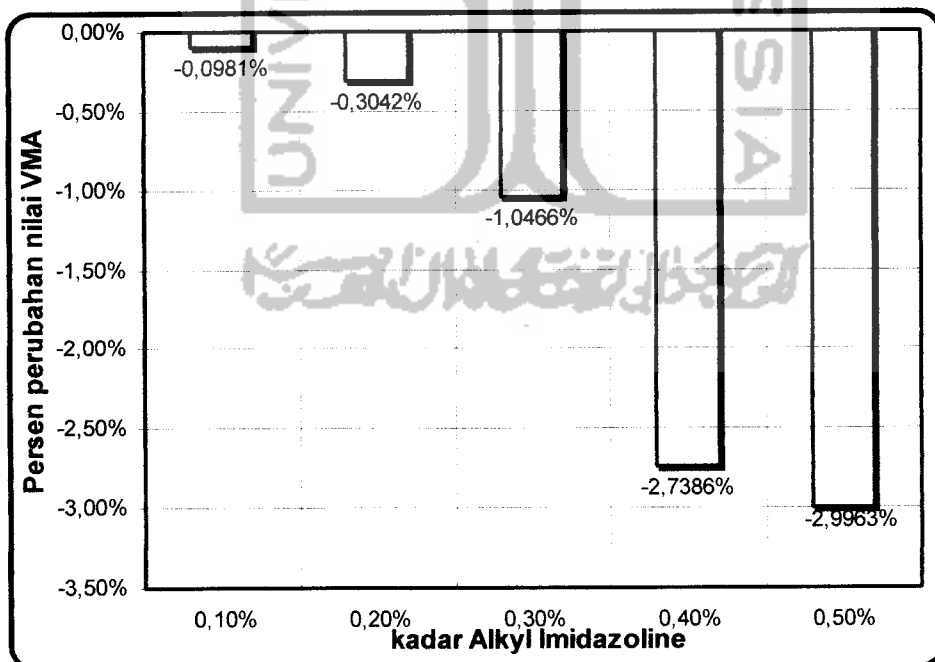
Tabel 30. Average nilai VMA pemeriksaan Marshall Test Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average VMA (%)	20,097	20,078	20,036	19,887	19,547	19,495



Gambar 29. Grafik hubungan antara nilai VMA dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Besarnya penurunan nilai VMA campuran aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat dilihat pada gambar 30 dibawah ini



Gambar 30. Grafik persentase penurunan nilai VMA dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Dari gambar diatas terlihat penurunan nilai VMA hingga -2,9963% akibat penambahan dari additive *Alkyl Imidazoline*. Nilai VMA pada persyaratan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 untuk lalu lintas berat adalah minimum 18%. Penambahan *Alkyl Imidazoline* masih memenuhi persyaratan spesifikasi yang berlaku. Nilai VMA menurun berarti rongga – rongga antar butiran agregat terisi oleh aspal yang dicampur dengan *Alkyl Imidazoline* dan itu dibuktikan dengan menurunnya jumlah rongga yang ada dalam campuran yang mengakibatkan nilai kepadatan menunjukan kenaikan.

Dari gambar 29 dan 30 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* nilai VMA yang diberikan semakin kecil. Hal ini berarti penyerapan agregat terhadap aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* meningkat seiring bertambahnya bahan tambah. Hal ini juga didukung dengan naiknya nilai penetrasi dan turunnya nilai titik lembek yang berarti viskositas aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* rendah yang berarti aspal akan lebih mudah diserap oleh agregat sehingga nilai *Void in Mineral Agregate* mengalami penurunan. Hal ini juga dibuktikan dengan nilai *Density* yang cenderung meningkat dan nilai rongga dalam campuran mengalami penurunan. Dengan nilai VMA mengalami penurunan akan mengakibatkan kedekatan lapisan terhadap air tinggi, tetapi membuat lapisan perkerasan *Hot Rolled Asphalt (HRA)* kurang dapat mengikat aspal dikarenakan nilai kepadatan yang tinggi sehingga memudahkan terjadinya *crack*, hal ini ditandai dengan turunnya nilai *Tensile Strength* dan *Kohesi*.

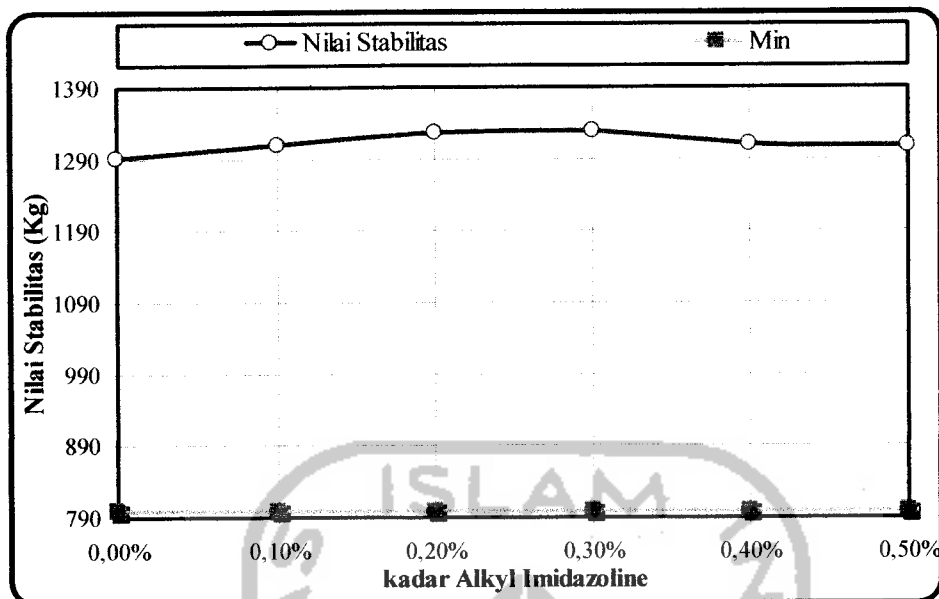
6.2.2.5 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Stabilitas*

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadi deformasi permanen akibat 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, bentuk permukaan agregat, kepadatan campuran dan kemampuan saling mengunci antar butiran agregat.

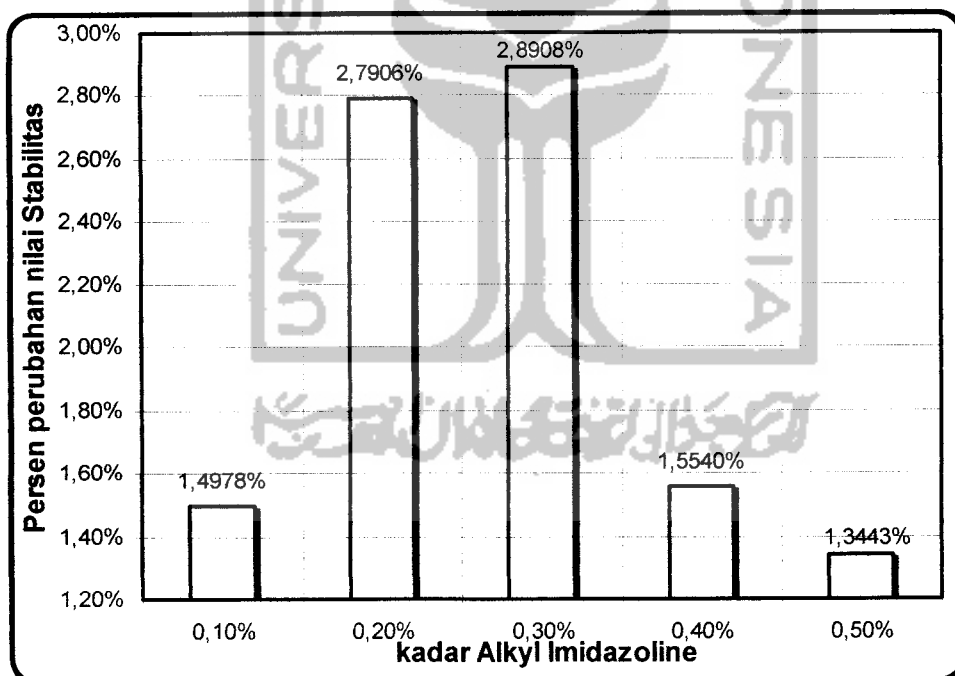
Dari gambar 31 tampak bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dapat meningkatkan nilai stabilitas. Penambahan *Alkyl Imidazoline* sebesar 0,3% menghasilkan nilai stabilitas sebesar 1328,5428 kg, sedangkan pada campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* 0,0% menghasilkan nilai stabilitas sebesar 1291,2159 kg. Jika dibandingkan campuran tanpa bahan tambah 0,0% dengan campuran dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* 0,3% nilai stabilitas naik sebesar 2,8908%. Besarnya persentase perubahan dan nilai kenaikan stabilitas terhadap campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) dapat dilihat pada gambar 31, 32 dan table 31 berikut ini :

Tabel 31. Average nilai Stabilitas pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average Stabilitas (kg)	1291,2	1310,8	1327,3	1328,5	1311,3	1308,6



Gambar 31. Grafik hubungan nilai Stabilitas dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*



Gambar 32. Grafik persentase kenaikan nilai Stabilitas dengan penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Sesuai dengan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004, persyaratan untuk nilai stabilitas adalah minimum 800 kg. Dari hasil penelitian didapat bahwa penambahan *Alkyl Imidazoline* memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditentukan.

Nilai *Stabilitas* mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi *Alkyl Imidazoline*. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban yang bekerja di atasnya mengalami peningkatan seiring dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* dari 0,1% sampai 0,3%. Peningkatan nilai *Stabilitas* disebabkan kepadatan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* yang ditandai dengan nilai *Density* mengalami peningkatan sehingga memberikan kemampuan yang lebih baik untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja di atasnya yang berarti aspal dapat meyelubung agregat dan berfungsi sebagai bahan ikat. Pada penambahan proporsi *Alkyl Imidazoline* sebesar 0,4% dan 0,5% akan mengakibatkan penurunan *Stabilitas* yang berarti dengan kadar *Alkyl Imidazoline* 0,4% dan 0,5% kemampuan menahan deformasi mengalami penurunan tetapi bila dibandingkan dengan tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*, proporsi 0,4% dan 0,5% masih lebih baik menahan deformasi yang terjadi akibat beban yang bekerja di atasnya yang berarti aspal yang meyelubungi agregat beralih fungsi sebagai pelicin sehingga *Stabilitas* mengalami penurunan

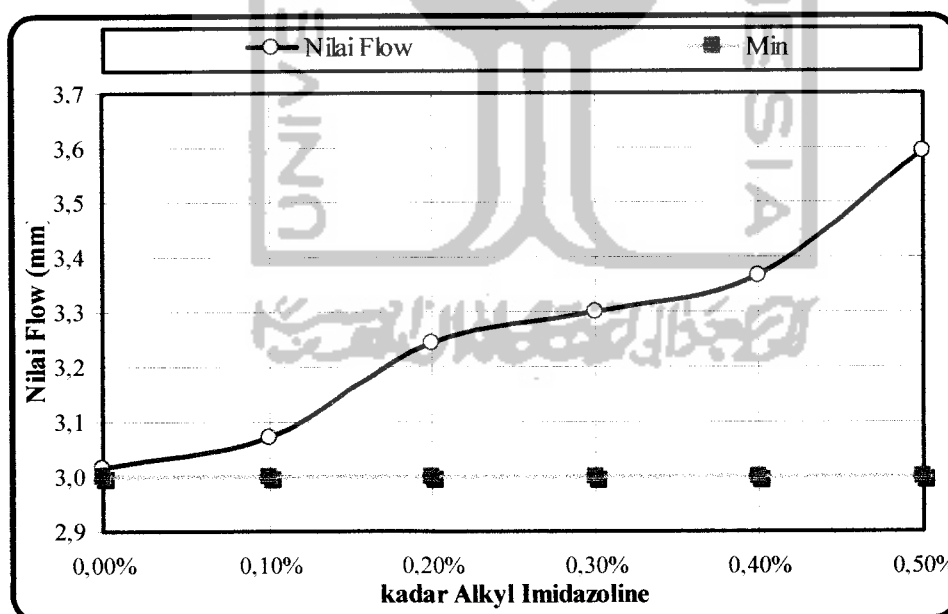
6.2.2.6 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Flow*

Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapisan perkerasan akibat beban lalu lintas. Campuran yang memiliki nilai *flow* yang

rendah dengan stabilitas tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut memiliki nilai kekakuan yang cukup tinggi, sebaliknya jika nilai flow yang terlalu tinggi dengan nilai stabilitas rendah akan mengakibatkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang berulang – ulang. Besarnya persentase perubahan dan nilai kenaikan flow terhadap campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) dapat dilihat pada gambar 33, 34 dan table 32 berikut ini :

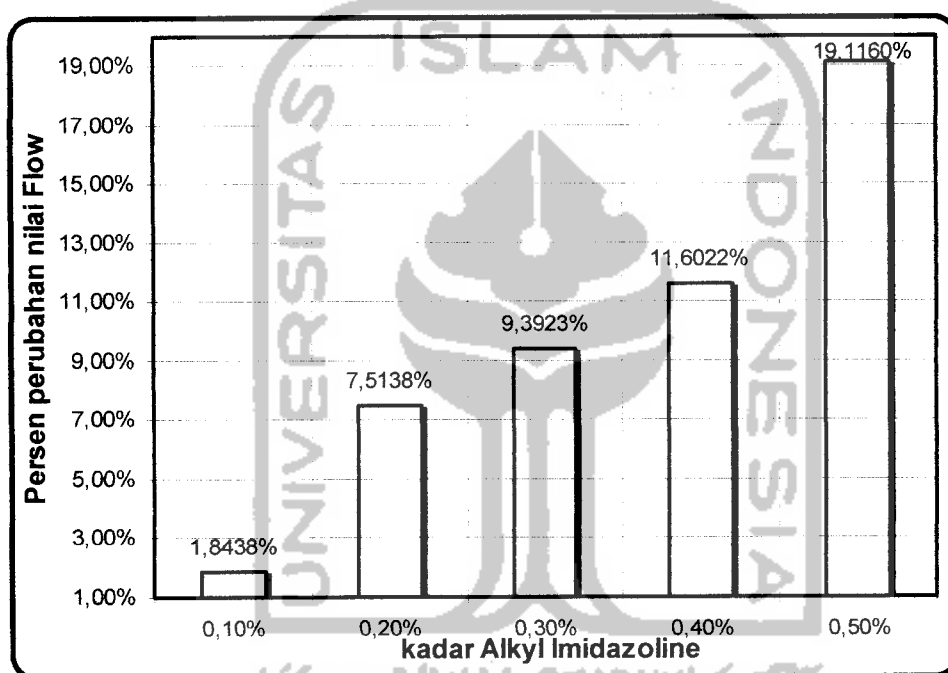
Tabel 32. Average nilai Flow pemeriksaan Marshall Test Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average Flow (mm)	3,017	3,073	3,243	3,300	3,367	3,593



Gambar 33. Grafik hubungan antara nilai flow campuran aspal dengan penambahan Alkyl Imidazoline pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Dari gambar 33 diatas menunjukkan bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* 0,00% sampai 0,5% dari berat aspal yang masuk dalam spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004, yang dalam spesifikasinya nilai *flow* minimum 3 mm. Besar persentase kenaikan nilai *flow* aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* terhadap campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dapat dilihat pada gambar 34 berikut ini.



Gambar 34. Grafik persentase kenaikan nilai flow terhadap penambahan kadar *Alkyl Imidazoline* pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Dari gambar 33 dan 34 dapat dilihat bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* 0,1% sampai 0,5% mengakibatkan nilai *flow* campuran naik. Meningkatnya nilai *flow* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* 0,1% sampai 0,5% mengidentifikasi secara umum nilai flownya lebih tinggi dan itu berarti aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* lebih memiliki nilai fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan dengan aspal tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*.

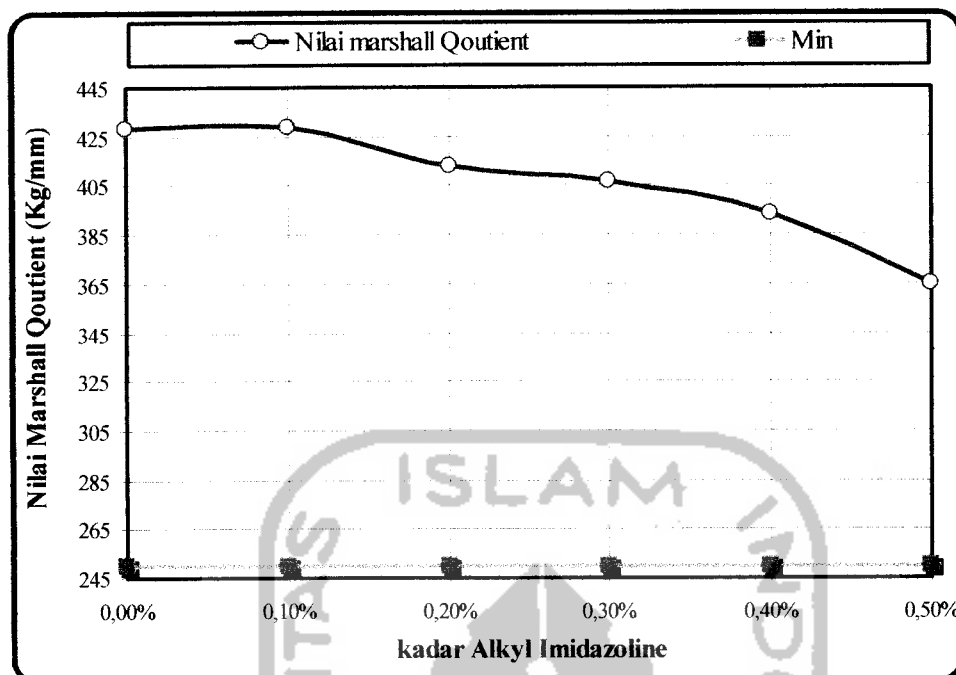
Kenaikan *flow* disebabkan rendahnya viskositas bahan ikat dengan bertambahnya bahan tambah *Alkyl Imidazoline*. Hal ini ditandai dengan naiknya nilai penetrasi dan rendahnya nilai titik lembek yang berarti aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* menjadi plastis dan mengakibatkan fleksibilitas mengalami kenaikan. Dengan meningkatnya fleksibilitas campuran mengakibatkan nilai *flow* mengalami kenaikan.

6.2.2.7 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Marshall Quotient*

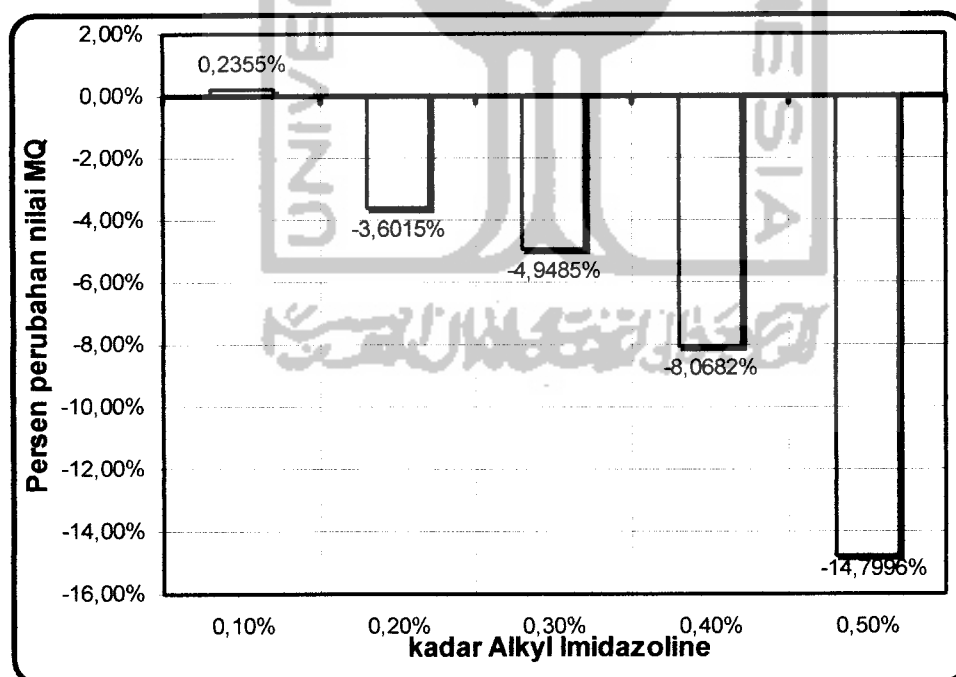
Nilai *Marshall Quotient* biasa dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai ini merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow* (kelelehan). Stabilitas tinggi dengan nilai *flow* yang rendah menghasilkan perkerasan yang kaku sehingga campuran yang terjadi menjadi getas. Sebaliknya stabilitas rendah dengan nilai *flow* yang tinggi akan mengakibatkan campuran terlalu plastis yang akan menyebabkan perkerasan akan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas. Besarnya persentase perubahan dan nilai penurunan nilai *Marshall Quotient* terhadap campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dapat dilihat pada gambar 35, 36 dan table 33 berikut ini :

Tabel 33. Average nilai *Marshall Quotient* pemeriksaan *Marshall Test* Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan variasi penambahan *Alkyl Imidazoline* pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average MQ (kg/mm)	428,113	429,124	412,695	406,928	393,572	364,754



Gambar 35. Grafik hubungan nilai Marshall Quotient dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*



Gambar 36. Grafik persentase penurunan nilai Marshall Quotient dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Dari gambar 36 diatas terlihat kenaikan nilai MQ pada kadar 0,1% bahan tambah *Alkyl Imidazoline*, hal ini mengidentifikasi bahwa *Alkyl Imidazoline* memberikan pengaruh pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* yang mengakibatkan campuran akan menjadi lebih kaku. Pada kadar *Alkyl Imidazoline* sebesar 0,2% sampai 0,5% terjadi penurunan nilai *Marshall Quotient* seiring dengan bertambahnya kadar penambahan *Alkyl Imidazoline*, hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar *Alkyl Imidazoline* campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* akan menjadi lebih fleksibel. Persentase penurunan nilai *Marshall Quotient* campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* 0,2% sampai 0,5% terhadap campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* berkisar antara -3,6015% sampai -14,7996% sedangkan kenaikannya pada kadar 0,1% sebesar 0,2355% terhadap campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*

Dari gambar 35 dan 36 diatas secara umum memperlihatkan bahwa nilai *Marshall Quotient* campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* menurun seiring dengan bertambah kadar *Alkyl Imidazoline*. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar *Alkyl Imidazoline* mengakibatkan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* semakin plastis jika dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*. Penurunan nilai *Marshall Quotient* terhadap campuran aspal disebabkan oleh meningkatnya nilai stabilitas dan nilai flow yang tinggi yang berarti campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* menjadi plastis yang mengakibatkan perkerasan akan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

Tetapi pada kadar *Alkyl Imidazoline* 0,1% terjadi peningkatan nilai *Marshall Qoutient*, hal ini menunjukkan pada kadar *Alkyl Imidazoline* 0,1% campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* mampu menahan deformasi yang disebabkan oleh meningkatnya nilai *Stabilitas* dan rendahnya nilai *kelelahan*.

6.2.3 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Index Of Retained Strength*

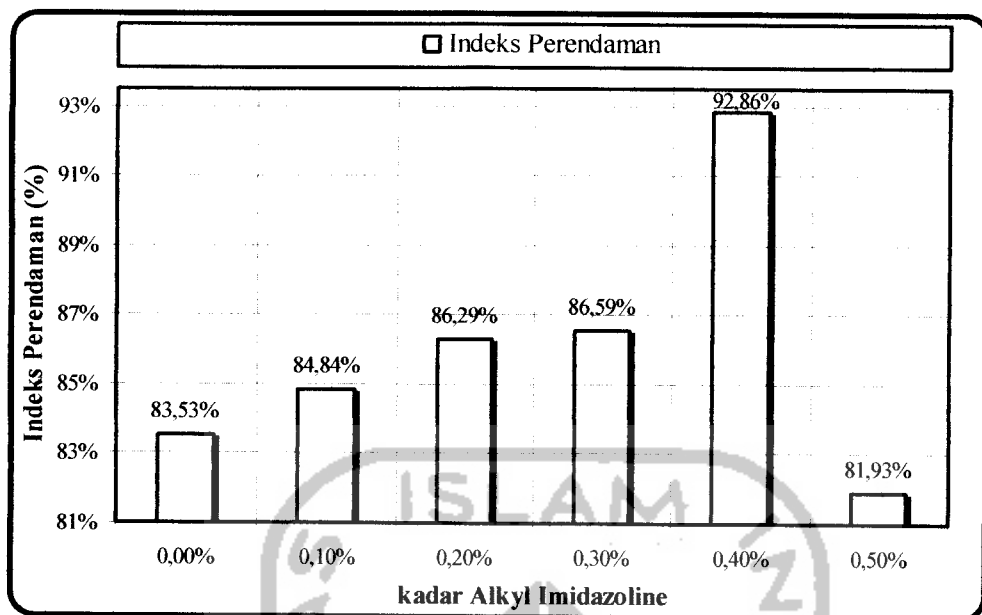
Index Of Retained Strength atau indeks ketahanan kekuatan dapat diketahui dengan perendaman *Marshall (Immersion Test)*. Uji ini untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat perubahan suhu, cuaca dan air. Pada prinsipnya pemeriksaan ini sama dengan uji *Marshall* hanya saja lama perendaman pada suhu konstan 60⁰C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan dilakukan.

Indeks ketahanan kekuatan dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S2) dengan nilai stabilitas yang direndam selama 0,5 jam (S1). Apabila indeks ketahanan kekuatan lebih atau sama dengan 75% campuran tersebut dapat dikatakan memiliki ketahanan kekuatan yang cukup dari kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh cuaca, air dan suhu. Hasil dari pemeriksaan rendaman (*Immersion Test*) dapat dilihat pada table 34 berikut ini

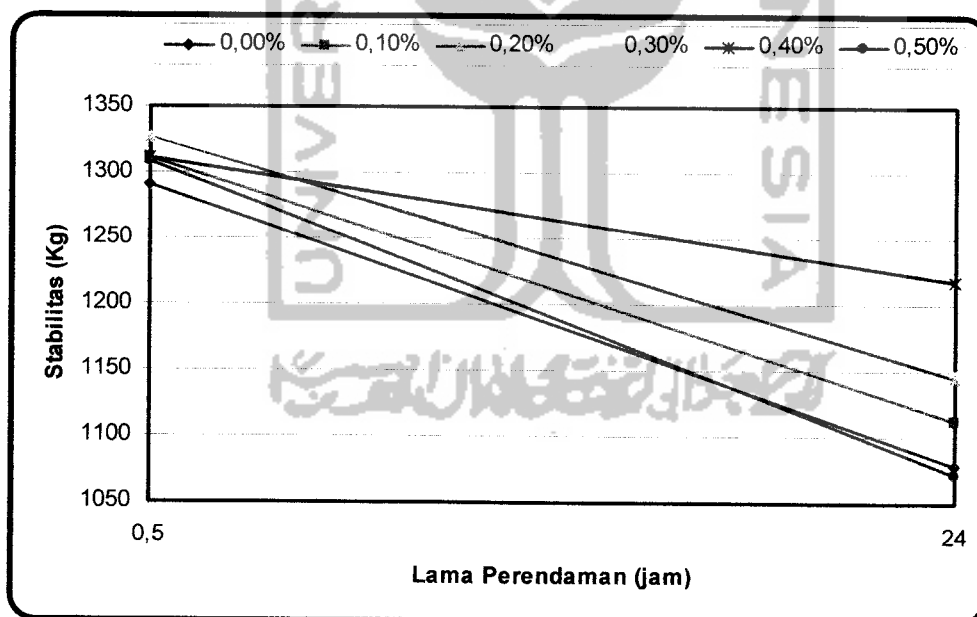
Tabel 34. Hasil pemeriksaan *Immersion Test* pada Kadar Aspal Optimum

No	Alkyl Imidazoline (%)	Stabilitas (kg)		Indeks perendaman
		0,5 jam	24 jam	
1	0,0%	1370,190	1096,828	80,05%
		1245,200	995,269	79,93%
		1258,257	1143,401	90,87%
Average		1291,216	1078,226	83,53%
2	0,1%	1226,266	1171,794	95,56%
		1288,723	1089,015	84,50%
		1417,558	1075,667	75,88%
Average		1310,849	1112,490	84,84%
3	0,2%	1228,168	1108,120	90,23%
		1442,099	1148,456	79,64%
		1311,479	1179,231	89,92%
Average		1327,249	1145,416	86,29%
4	0,3%	1344,631	1132,966	84,26%
		1322,801	1125,204	85,06%
		1318,196	1192,853	90,49%
Average		1328,543	1150,787	86,59%
5	0,4%	1299,364	1230,721	94,72%
		1334,988	1219,584	91,36%
		1299,491	1202,569	92,54%
Average		1311,281	1217,731	92,86%
6	0,5%	1319,213	1013,193	76,80%
		1263,055	1013,230	80,22%
		1343,453	1189,854	88,57%
Average		1308,57	1071,282	81,93%

Dari table 34. Diatas campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) dengan penambahan Alkyl Imidazoline yang direndam selam 24 jam menghasilkan nilai stabilitas yang lebih rendah dari nilai stabilitas dengan perendaman selama 0,5 jam. Hal ini disebabkan karena selam proses perendaman, air masuk kedalam pori – pori campuran sehingga mengurangi nilai kohesi dan penguncian antar agregat. Dari gambar grafik 37 dan 38 berikut dapat disimpulkan bahwa seiring dengan penambahan Alkyl Imidazoline nilai Indeks Perendaman mengalami kenaikan.



Gambar 37. Grafik hubungan nilai Indeks Perendaman dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA)



Gambar 38. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan lama perendaman

Dari table 34, gambar 37 dan 38 diatas bahwa nilai Indeks Perendaman (PI) campuran dengan penambahan Alkyl Imidazoline lebih tinggi hingga 92,86% pada kadar 0,4% bila dibandingkan pada kadar 0,0% Alkyl Imidazoline yang

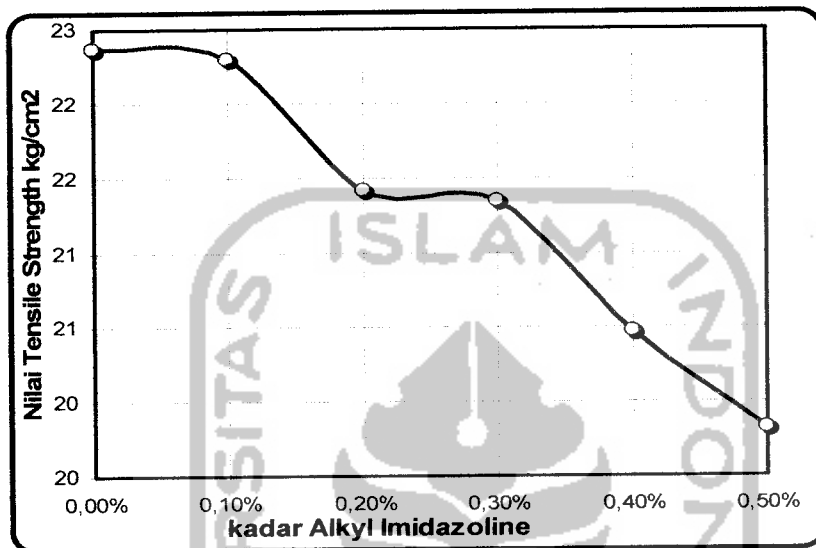
mempunyai nilai Indeks Perendaman hanya 92,86% sehingga mengidentifikasi bahwa campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* lebih tinggi, hal ini mengidentifikasi bahwa penambahan *Alkyl Imidazoline* membuat campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* menjadi awet. Hal ini disebabkan karena campuran dengan *Alkyl Imidazoline* memiliki nilai rongga dalam campuran dan rongga agregat yang rendah serta nilai rongga yang terisi oleh aspal yang tinggi sehingga film aspal semakin tebal, dan nilai viskositas yang rendah akan mengakibatkan bahan ikat lebih mudah menyelimuti permukaan agregat pada campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* sehingga mempengaruhi kedapannya terhadap air sehingga akan menyulitkan selimut aspal teroksidasi oleh suhu dan cuaca yang mengakibatkan durabilitas campuran meningkat

6.2.4 Pengaruh Kadar *Alkyl Imidazoline* Terhadap Nilai *Indirect Tensile Test*

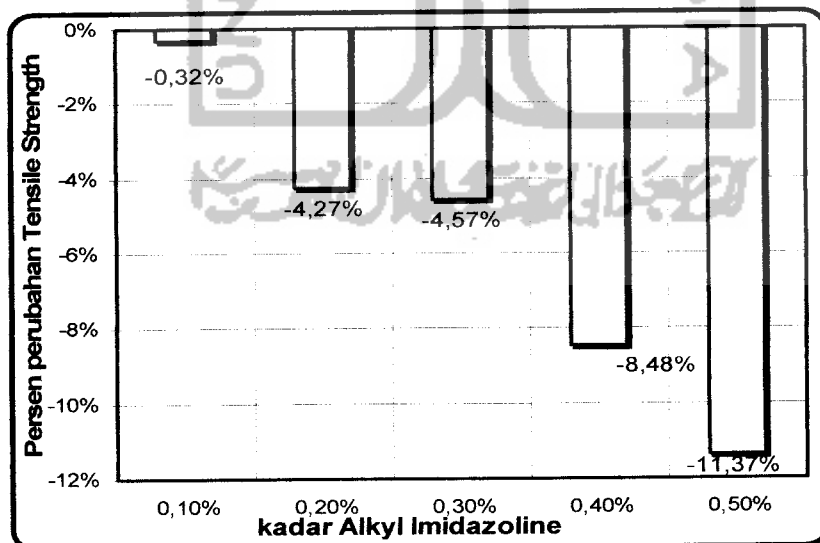
Indirect Tensile Test (Kuat Tarik Tak Langsung) adalah salah satu pengujian tegangan tarik untuk bahan-bahan yang distabilkan. Hasil pemeriksaan tegangan tarik tak langsung pada suhu 24°C menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*. Dengan demikian bertambahnya kadar penambahan *Alkyl Imidazoline* nilai *Tensile Strength* semakin turun walaupun masih dalam range persyaratan untuk pengujian pada suhu 24°C (75°F) adalah 100 sampai 200 psi. Grafik penurunan dan persentase penurunannya dapat dilihat pada tabel 35 gambar 39 dan 40 dibawah ini :

Tabel 35. Average nilai Tensile Strength Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average Tensile Strength (kg/cm ²)	22,368	22,295	21,413	21,345	20,471	19,824



Gambar 39. Grafik hubungan nilai *Tensile Strength* dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA)



Gambar 40. Grafik persentase penurunan nilai *Tensile Strength* dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA)

Dari gambar 39 dan 40 diatas dapat kita simpulkan bahwa dengan penambahan Alkyl Imidazoline tidak menunjukkan kenaikan tetapi kecenderungan menunjukkan penurunan nilai *Tensile Strength*. Dari hasil pengujian tegangan tak langsung menunjukkan bahwa campuran dengan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* lebih rendah dari pada tanpa bahan tambah *Alkyl Imidazoline* pada suhu normal (suhu ruangan 24°C). Dengan demikian campuran dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* kurang kuat menahan tegangan tarik tak langsung. Bila dilihat pada gradasinya yang mempunyai agregat halus lebih banyak dari pada agregat kasar seharusnya nilai tegangan tarik tak langsung lebih besar karena agregat halus memiliki kemampuan menahan tegangan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan agregat kasar.

Menurunnya nilai *Tensile Strength* disebabkan oleh menurunnya kelekatan aspal dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* yang berarti aspal berubah fungsi sebagai pelicin bukan sebagai bahan ikat yang ditandai dengan turunnya nilai Kohesi dan naiknya nilai penetrasi yang berarti kekentalan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* mengalami penurunan seiring dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* yang menyebabkan kurang baik dalam menahan tegangan tarik tak langsung bila dibandingkan dengan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* pada kadar *Alkyl Imidazoline* 0,0% yang memiliki nilai penetrasi lebih rendah, sehingga campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* akan memudahkan terjadinya kerusakan perkerasan seperti raveling, striping dan kerusakan lainnya.

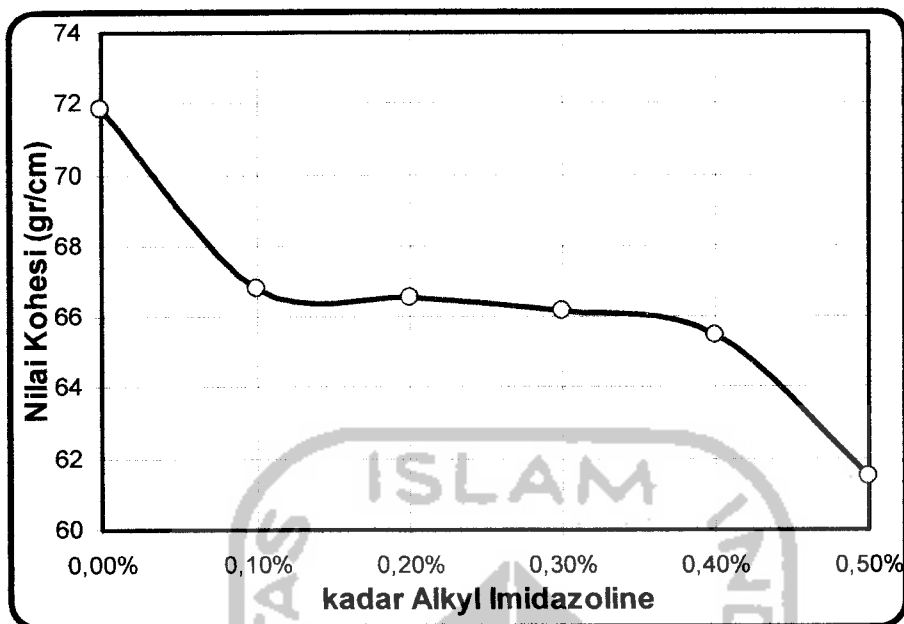
Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa pada temperatur yang sama, nilai Tensile Strength dari sampel aspal penetrasi 60 sedikit lebih tinggi dari sampel dengan aspal penetrasi 80. Oleh karena itu sampel yang menggunakan aspal penetrasi 60 memiliki ketahanan terhadap cracking daripada sampel dengan menggunakan aspal penetrasi 80. (Subarkah, 2001)

6.2.5 Pengaruh Kadar Alkyl Imidazoline Terhadap Nilai Kohesi

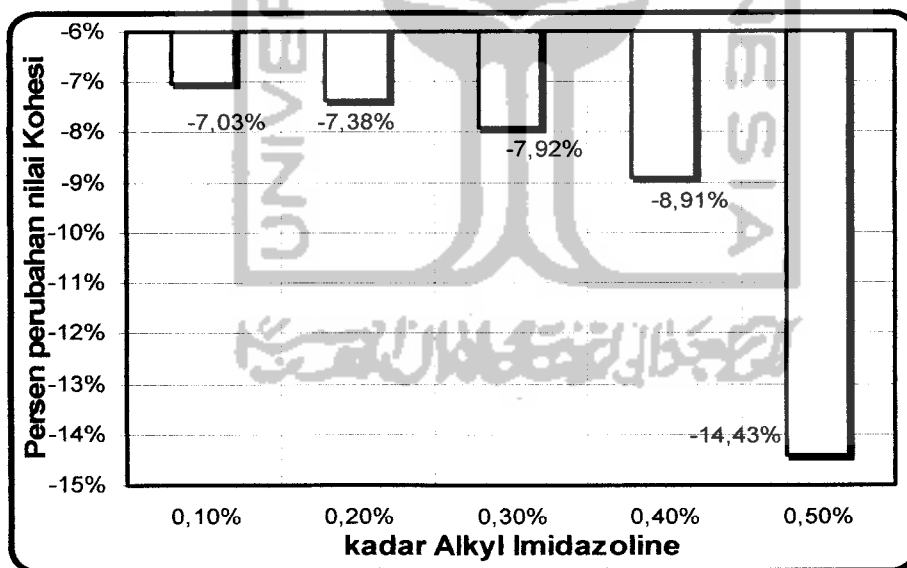
Nilai Kohesi merupakan salah satu factor yang mempengaruhi nilai stabilitas suatu campuran, harus memenuhi persyaratan spesifikasi yang direkomendasikan oleh *The Asphalt Institute* harus lebih besar dari 50 gram/inch. Dan dari hasil pemeriksaan didapat nilai Kohesi semakin menurun seiring dengan penambahan Alkyl Imidazoline. Hasil pengujian nilai Kohesi dan persentase penurunan nilai Kohesi dengan penambahan Alkyl Imidazoline terhadap campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) dapat dilihat pada table 36, gambar 41 dan 42 Berikut ini :

Tabel 36. Average nilai Kohesi Campuran Hot Rolled Asphalt dengan variasi penambahan Alkyl Imidazoline pada KAO

Alkyl Imidazoline (%)	0,00%	0,10%	0,20%	0,30%	0,40%	0,50%
Average Kohesi (gr/cm)	71,8513	66,7966	66,5503	66,1623	65,4519	61,4798



Gambar 41. Grafik hubungan nilai Kohesi dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA)



Gambar 42. Grafik penurunan nilai Kohesi dengan penambahan kadar Alkyl Imidazoline pada campuran Hot Rolled Asphalt (HRA)

Dari gambar 41 dan 42 diatas dapat terlihat bahwa dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* memberikan nilai Kohesi yang semakin menurun seiring dengan penambahan kadar additive *Alkyl Imidazoline*. Hal ini disebabkan karena naiknya nilai penetrasi dan turunnya nilai titik lembek yang berarti kekentalan dari aspal dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* menjadi rendah yang berakibat campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan additive *Alkyl Imidazoline* tidak mampu membentuk campuran dengan konsistensi yang tinggi sehingga kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan dan lekatan untuk gesekan antar agregat (adhesi) menjadi berkurang yang ditandai dengan penurunan nilai kelekatan dari aspal *Alkyl Imidazoline* terhadap agregat. Yang akan menyebabkan mempercepat terjadinya kerusakan pada perkerasan

Hal ini didukung teori bahwa nilai Kohesi akan mengalami kenaikan apabila viskositas dari aspal juga naik atau temperature pada perkerasan turun. (*The Indiana Department of Transportation, 2001*)

6.3 Rekapitulasi hasil penelitian

1. Campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* yang menggunakan *Alkyl Imidazoline* sebagai bahan tambah mempunyai stabilitas yang sedikit lebih tinggi hingga 2,8908% bila dibandingkan dengan campuran tanpa *Alkyl Imidazoline*. Dari hasil pengujian stabilitas masih dalam batasan minimum spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 sebesar 800 kg.
2. Nilai *flow* campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* cenderung mengalami kenaikan hingga

19,1160% terhadap campuran tanpa *Alkyl Imidazoline*, ini menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* memiliki fleksibilitas yang tinggi. Dari pengujian *flow* pada sampel hasil yang didapat masuk dalam batasan minimum spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 sebesar 3 mm

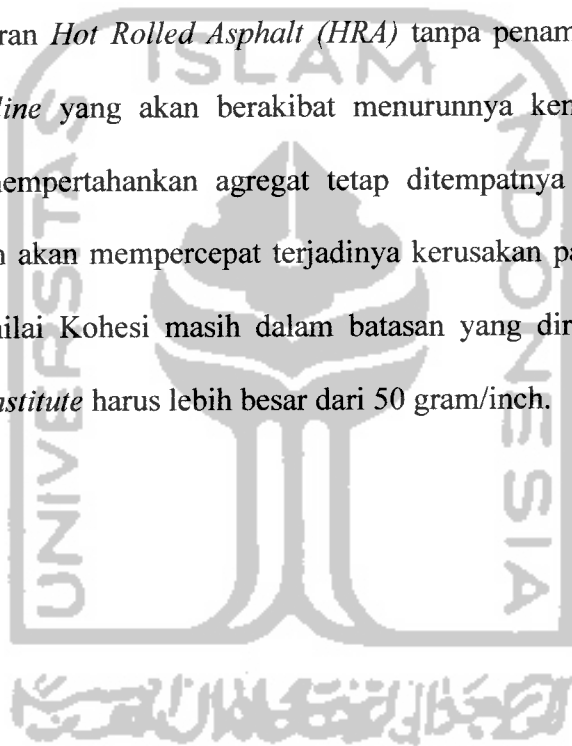
3. Nilai *Void In Total Mix* untuk campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* yang menggunakan *Alkyl Imidazoline* sebagai additive lebih rendah hingga 16,413% jika dibandingkan dengan campuran tanpa penggunaan *Alkyl Imidazoline*. Penurunan nilai VITM masih dalam batasan maksimum dan minimum dari spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 sebesar 3% sampai 6%
4. Nilai *Void Filled With Asphalt* untuk campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* yang menggunakan additive *Alkyl Imidazoline* lebih tinggi 3,8677% bila dibandingkan dengan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* tanpa menggunakan bahan tambah *Alkyl Imidazoline*. Nilai VFWA masuk dalam batasan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 minimum sebesar 68%
5. Nilai campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* yang menggunakan *Alkyl Imidazoline* sebagai additive memiliki *density* atau kepadatan campuran lebih tinggi hingga 0,7536% dibandingkan dengan campuran tanpa *Alkyl Imidazoline*
6. Nilai *Void in Mineal Agregate* mengalami penurunan seiring dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* hingga sebesar -2,9963% dibandingkan dengan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* tanpa penambahan *Alkyl*

Imidazoline. Penurunan nilai VMA ini tidak melewati batas minimum yang ditetapkan oleh spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 sebesar 18%

7. Nilai *Marshall Qoutient* untuk campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* cenderung menurun hingga sebesar 14,7996% dibandingkan dengan campuran tanpa *Alkyl Imidazoline*, tetapi pada campuran dengan *Alkyl Imidazoline* 0,1% mengalami kenaikan hingga 0,2355%. Nilai penurunan *Marshall Qoutient* masih diatas batasan spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 sebesar 250 kg/mm
8. Durabilitas campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* lebih tinggi, hal ini dilihat pada nilai immersion test yang lebih tinggi hingga 9,33% pada kadar *Alkyl Imidazoline* 0,4% sebaliknya pada kadar *Alkyl Imidazoline* 0,5 mengalami penurunan hingga -1,6% dibandingkan dengan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline*. Kenaikan Nilai immersion test sesuai dengan spesifikasi jalan Pantura yang ditetapkan oleh Bina Marga 2004 minimum sebesar 75%
9. Untuk pengujian *Indirect Tensile Test* juga mengalami penurunan seiring dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* yang berarti bertambahnya kadar *Alkyl Imidazoline* akan berakibat berkurangnya kekuatan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* terhadap tegangan tarik tak langsung dengan penurunan pada kadar *Alkyl Imidazoline* 0,5% hingga 11,37% terhadap campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* yang

akan berakibat mempercepat perkerasan mengalami kerusakan. Walaupun nilai dari Tensile Strength dari campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* mengalami penurunan tidak melewati batasan yang direkomendasikan oleh *Kennedy* sebesar 100 Psi hingga 200 Psi ($17,875797 \text{ kg/cm}^2$ hingga $35,71593 \text{ kg/cm}^2$)

10. Pada nilai Kohesi mengalami penurunan hingga 14,43% bila dibandingkan dengan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* tanpa penambahan additive *Alkyl Imidazoline* yang akan berakibat menurunnya kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan dan akan mempercepat terjadinya kerusakan pada perkerasan. Menurunnya nilai Kohesi masih dalam batasan yang direkomendasikan oleh *Asphalt Institute* harus lebih besar dari 50 gram/inch.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian bahan dan karakteristik campuran aspal *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* dengan kadar pencampuran dari 0,1% sampai dengan 0,5% terhadap berat aspal dari kadar aspal optimum (KAO), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Seiring dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* sebagai additive pada *Hot Rolled Asphalt (HRA)* semakin besar juga nilai *Density*, *flow*, Stabilitas, VFWA, serta semakin menurunnya nilai dari VITM, VMA dan *Marshall Qoutient*.
2. Secara keseluruhan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* pada penambahan *Alkyl Imidazoline* sebagai bahan tambah yang diteliti memenuhi persyaratan dari spesifikasi jalan Pantura Bina Marga 2004 untuk pengujian Marshall, rekomendasi dari *Asphalt Institute* untuk pengujian Hveem – Cohesion, dan rekomendasi dari *T.W. Kennedy* untuk pengujian *Indirect Tensile Test*
3. Keunggulan dari campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan bahan tambah *Alkyl Imidazoline* adalah mempunyai nilai

Fleksibilitas dan stabilitas yang tinggi seiring dengan penambahan *Alkyl Imidazoline* yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai *flow* dan Stabilitas pada pengujian Marshall serta memiliki nilai Durabilitas yang sedikit tinggi dibandingkan dengan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai Indeks Perendaman (IP).

4. Kelemahan campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan *Alkyl Imidazoline* sebagai bahan additive adalah sedikit tidak tahan menahan retak yang diakibatkan oleh tegangan tarik bila dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan *Alkyl Imidazoline* dan sedikit kurang tahan terhadap kemampuan menahan agregat pada posisinya yang diakibatkan oleh beban pada pengujian Hveem – Cohesion.
5. Penggunaan *Alkyl Imidazoline* sebagai additive pada *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan pengujian Marshall, Immersion test, Kohesi dan Tensile Strength, didapat kadar optimumnya sebagai berikut :
 - a. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum untuk nilai Density, VITM, VMA, VFWA dan flow didapat sebesar 0,32%
 - b. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum untuk nilai Stabilitas didapat pada kadar 0,30%
 - c. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum untuk nilai Marshall Qoutient didapat pada kadar *Alkyl Imidazoline* sebesar 0,10%
 - d. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum untuk nilai Immersion didapat pada kadar *Alkyl Imidazoline* sebesar 0,40%

- e. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum untuk nilai Tensile Strength didapat pada kadar *Alkyl Imidazoline* sebesar 0,33%
- f. Kadar *Alkyl Imidazoline* optimum untuk nilai Kohesi didapat pada kadar 0,40%

7.2. SARAN – SARAN

1. Melihat pada grafik hasil pengujian tegangan tarik tak langsung dan pengujian kohesi yang cenderung menurun, maka sangat perlu diadakannya penelitian lanjutan dengan meninjau dari sifat kimiawi dari *Alkyl Imidazoline*
2. Merujuk pada keunggulan dan kelemahan dari campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan *Alkyl Imidazoline* maka perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan additive lainnya kedalam campuran *Alkyl Imidazoline*
3. Pada penelitian ini hanya menggunakan gradasi *Hot Rolled Asphalt (HRA)* pada wearing course tipe C tahun 1992 kolom 3, maka perlu adanya penelitian lanjutan dengan gradasi *Hot Rolled Asphalt (HRA)* pada wearing course tipe lainnya untuk mengetahui perilaku *Alkyl Imidazoline* terhadap perbedaan pemakaian spesifikasi gradasi *Hot Rolled Asphalt (HRA)* atau pada gradasi – gradasi lainnya
4. Mengingat pada penelitian ini menggunakan aspal AC60/70, maka perlu adanya penelitian dengan menggunakan aspal emulsi atau aspal dari jenis

yang berbeda sehingga didapat perbandingan penggunaan *Alkyl Imidazoline* dengan beda pemakaian jenis aspal

5. Merujuk pada hasil penelitian maka campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* dengan penambahan *Alkyl Imidazoline*, cocok untuk perkerasan jalan pada daerah yang temperatur rendah dengan frekuensi lalu lintas sedang



DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1976, **Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
2. Anonim, 1987, **Petunjuk Pelaksanaan Lataston No. 12/PT/B/1987**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
3. Anonim, 2004, **Campuran Aspal Panas, seksi 6.3**, Departemen Pemukiman dan Pengembangan Wilayah, Jakarta
[Http://www.pu.go.id/publik/proy_strategis/pantura/spesifikasi/LCB-IND%202004/DIV01%20UMUM/0102.htm](http://www.pu.go.id/publik/proy_strategis/pantura/spesifikasi/LCB-IND%202004/DIV01%20UMUM/0102.htm)
4. Anonim, 1983, **Principle of Construction Hot Mix Asphalt Pavement Maryland**, The Asphalt Institute, USA.
5. Anonim, 1995, **Mix Design Methods, Manual Series-2 Sixth Edition**, The Asphalt Institute, USA
6. Anonim, 1982, **Methods Of Sampling And Testing, Part II**, American Association Of State Highway And Transportation Officials (AASHTO), USA.
7. Anonim, 1992, **Specification For Rolled Asphalt (Hot Process) For Road And Other Paved Areas**, BS 594, British Standard Institution, London
8. Anonim, 1985, **Specification For Rolled Asphalt (Hot Process) For Road And Other Paved Areas**, BS 594, British Standard Institution, London

9. Bina Marga 1987, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON)** (SKBI-2.4.26.1987), Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
10. Subarkah, 2000, **Karakteristik Material Campuran Pondasi Jalan Bergradasi Timpang dengan Menggunakan Bahan Ikat Road OYL**, Teknisia, vol V no 3, Yogyakarta 2000
11. Subarkah, 2003, **Pengaruh Penurunan Temperatur Pemadatan pada Campuran HRA dengan Bahan Tambah Ban Karet terhadap Marshall Properties, Angka Poisson dan Deformasi Plastis**, Teknisia, vol VIII no 3, Yogyakarta 2003
12. Subarkah, 2001, **Effect of Bitumen Hardness on Characteristic of Gap Graded Pavement Mixture**, Teknisia, Vol VI no 3 Yogyakarta 2001
13. Anonim, 2001, **Procedures and Policies Manual Hot Mix Asphalt**, The Indiana Department of Transportation, Indiana, USA.
(Download from www.ai.org/dot/div/testing/manual/hotmix/Chapter_04.pdf)
14. Camelia Nazir, 2003, **Pengaruh Penggunaan Serat Limbah Plastik Botol Minuman (Poly Ethylene Terephthalate) Sebagai Additive Pada Campuran HRA Ditinjau Dari Sifat Marshall**, Tugas Akhir (Tidak Dipublikasikan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
15. E.J Yoder dan Matthew W Wittczak, 1975, **Principles of Pavement Design 2nd Edition**, John Willey and Sons, Inc, USA.
16. Kerb R.D, Walker, RD, 1971, **Highway Material**, Mc Graw Hill Book Company, USA.

17. Muhammad Imtihan dan Mc Andy Yunista, 2004, **Pengaruh Poly Ethylene Sebagai Additive Terhadap Sifat Marshall dan Nilai Kohesi**, Tugas Akhir (Tidak Dipublikasikan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
18. Silvia Sukirman, 1999, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Jakarta.
19. John B. Cox, 1982, **The Choice of Surfacing For Non Structural Overlay in Indonesia**, DPUP Technical Support Service, Jakarta
20. Kennedy, T.W, 1977, **Characteristion of Asphalt Pavement Materials Using The Indirect Tensile Test**, Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologist, vol 46 : 132-150, San Antonio, USA
21. Fauziah, M, 2003, **Pengaruh Penggunaan Bahan tambah Parutan Ban Karet Terhadap Nilai Modulus Kekakuan Campuran Hot Rolled Asphalt**, Wahana Teknik, vol 5, Yogyakarta
22. Atkins, Harold N. 1980, **Highway Materials, Soils, and Concretes, third edition**, Prentice Hall of Australia Pty Ltd, Australia
23. Robert, F.L, Kandhal, P.S., **Hot Mix Aphalt Material Mixture Design and Construction**, NAPA, Education Foundation, Lanham, Mariland, 1991.



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 10 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 10 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah

No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
20	¾"	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
14	½"	72,00	72,00	6,50	93,50	87	100
10	3/8"	248,20	321,50	28,50	71,50	55	88
6,3	¼"	-	-	-	-	-	-
2,36	#8	118,40	420,00	30,00	61,00	55	67
0,600	#30	321,50	761,40	67,50	32,50	22	43
0,212	#70	141,00	902,40	80,00	20,00	12	28
0,075	#200	124,10	1028,50	91,00	9,00	7	11
	Pan	101,50	1128,00	100,00	0,00	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 6,0%
 Berat campuran = 1.200 gram
 Berat aspal = 72 gram
 Berat agregat = 1128 gram

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 10 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 10 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah

No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
20	3/4"	0,0	0,0	0,00	100,00	100	100
14	1/2"	72.9	72.9	6,50	93,50	87	100
10	3/8"	246.8	319.7	28,50	71,50	55	88
6,3	1/4"	-	-	-	-	-	-
2,36	#8	117.8	437.6	39,00	61,00	55	67
0,600	#30	319.8	757.3	67,50	32,50	22	43
0,250	#60	112,0	1122,0	9,90	90,10	12	28
0,075	#200	123.4	1021.0	91,00	9,00	7	11
	Pan	101.0	1122.0	100,00	0,00	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 6,5%
 Berat campuran = 1.200 gram
 Berat aspal = 78 gram
 Berat agregat = 1122 gram

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 10 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 10 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah

No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
20	¾"	0,0	0,0	0,00	100,00	100	100
14	½"	72.5	72.5	6,50	93,50	87	100
10	3/8"	245.5	318.0	28,50	71,50	55	88
6,3	¼"	-	-	-	-	-	-
2,36	#8	117.2	435.2	39,00	61,00	55	67
0,600	#30	318.1	753.3	67,50	32,50	22	43
0,250	#60	100,0	1000,0	10,00	90,00	12	28
0,075	#200	122.8	1015.5	91,00	9,00	7	11
	Pan	100.4	1116.0	100,00	0,00	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 7,0%
 Berat campuran = 1.200 gram
 Berat aspal = 84 gram
 Berat agregat = 1116 gram

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 10 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 10 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah

No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
20	¾"	0.0		0,00	100,0	100	100
14	½"	72.1	72.1	6,50	93,50	87	100
10	3/8"	244.2	316.3	28,50	71,50	55	88
6,3	¼"	-	-	-	-	-	-
2,36	#8	116.6	432.9	39,00	61,00	55	67
0,600	#30	316.4	749.2	67,50	32,50	22	43
0,425	#40	138.8	888.0	80,00	20,00	12	28
0,075	#200	122.1	1010.1	91,00	9,00	7	11
	Pan	99.9	1110.0	100,00	0,00	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 7,5%
 Berat campuran = 1.200 gram
 Berat aspal = 90 gram
 Berat agregat = 1110 gram

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 10 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 10 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah

No saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	max
20	¾"	0,0		0,00	100,0	100	100
14	½"	71.8	71.8	6,50	93,50	87	100
10	3/8"	242.9	314.7	28,50	71,50	55	88
6,3	¼"	-	-	-	-	-	-
2,36	#8	115.9	430.6	39,00	61,00	55	67
0,600	#30	314.6	745.2	67,50	32,50	22	43
0,212	#70	100.0	500.2	50,00	50,00	12	28
0,075	#200	121.4	1004.7	91,00	9,00	7	11
	Pan	99.4	1104.0	100,00	0,00	0	0

Keterangan : Kadar Aspal = 8,0%
 Berat campuran = 1.200 gram
 Berat aspal = 96 gram
 Berat agregat = 1104 gram

Mengetahui

Ko Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Perdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 14 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan #4

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (BJ)	1.604 Gram
Berat benda uji di dalam air (BA)	1.000 Gram
Berat sample kering oven (BK)	1.574 Gram
Berat jenis (bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,60
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,65
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,74
Penyerapan = $\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$	1,90

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN
AGREGAT HALUS

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 13 Mei 2005
 Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 14 Mei 2005
 Jenis agregat : Batu pecah lolos pada saringan #4

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500,0 Gram
Berat Vicnometer + air (B)	646,0 Gram
Berat Vicnometer + air + benda uji (BT)	971,0 Gram
Berat sample kering oven (BK)	491,0 Gram
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,809
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,809
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,952
Penyerapan = $\frac{500 - BK}{BK} \times 100\%$	1,729

Mengetahui
 Kepala Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 15 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan $\frac{1}{4}$ " (6,3 mm)

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai pemanasan	170 ⁰ C	11.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	170 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai		
Diperiksa		
Mulai	26 ⁰ C	10.40 WIB
selesai	24 ⁰ C	09.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	99 %

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN
MESIN LOS ANGELES

Contoh dari : Celereng, kulon Progo

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{4}$ "

JENIS GRADASI				Benda uji (gram)
SARINGAN				
LOLOS		TERTAHAN		I
mm	Inch	mm	Inch	
72,2	3"	63,5	2,5"	
63,5	2,5"	50,8	2"	
50,8	2"	37,5	1,5"	
37,5	1,5"	25,4	1"	
25,4	1"	19,0	$\frac{3}{4}$ "	
19,0	$\frac{3}{4}$ "	12,5	$\frac{1}{2}$ "	2.500
12,5	$\frac{1}{2}$ "	09,5	$\frac{3}{8}$ "	2.500
09,5	$\frac{3}{8}$ "	06,3	$\frac{1}{4}$ "	
06,3	$\frac{1}{4}$ "	4,75	#4	
4,75	#4	2,36	#8	
JUMLAH BENDA UJI (A)				5.000,0
JUMLAH TRTAHAN DI SIEVE 12 (B)				3.903,5
$\text{KEAUSAN} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$				21,93 %

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

Contoh dari : Celereng, kulon Progo

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis agregat : Batu pecah lolos #8

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

TRIAL NUMBER		I	II
Seaking (10.1 min)	Start	10.45 WIB	10.46 WIB
	Stop	10.55 WIB	10.56 WIB
Sedimentation (20 min – 15 sec)	Start	10.58 WIB	10.59 WIB
	Stop	11.18 WIB	11.19 WIB
Clay reading		6,1	6,25
Sand reading		4,25	4,05
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		69,67%	64,80%
Average Sand Equivalent		70%	65%

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Imirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	TEMPERATUR SUHU	TEMPERATUR WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.30 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.30 WIB
Dibungkus pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.30 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.30 WIB
Direndam air dengan suhu 25 ⁰ C		
Mulai	25 ⁰ C	13.30 WIB
Selesai	25 ⁰ C	14.30 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	14.30 WIB
selesai	25 ⁰ C	14.45 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	65 mm	61 mm	
2	60 mm	65 mm	
3	65 mm	60 mm	
4	65 mm	60 mm	
5	60 mm	67 mm	
	62,8 mm		

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	09.15 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	09.15 WIB
Selesai	25 ⁰ C	10.15 WIB
Direndam air dengan suhu 25 ⁰ C		
Mulai	25 ⁰ C	10.15 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.15 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	11.10 WIB
selesai	25 ⁰ C	11.25 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	65 mm	69 mm	
2	62 mm	63 mm	
3	68 mm	68 mm	
4	67 mm	66 mm	
5	69 mm	61 mm	
	65,8 mm		

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,1% dari berat aspal

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.20 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	09.35 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	09.35 WIB
Selesai	25 ⁰ C	10.35 WIB
Direndam air dengan suhu 25 ⁰ C		
Mulai	25 ⁰ C	10.35 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.35 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	11.35 WIB
selesai	25 ⁰ C	11.50 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	55 mm	56 mm	
2	64 mm	64 mm	
3	67 mm	67 mm	
4	64 mm	68 mm	
5	66 mm	68 mm	
65,9 mm			

Keterangan : penambahan alkyl imidazoline 0,2% dari berat aspal

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Signature)

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana : *(Signature)*

2. Inmirian Fahtomi : *(Signature)*



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.40 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	09.55 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	09.55 WIB
Selesai	25 ⁰ C	10.55 WIB
Direndam air dengan suhu 25 ⁰ C		
Mulai	25 ⁰ C	10.55 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.55 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	11.55 WIB
selesai	25 ⁰ C	12.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	65 mm	69 mm	
2	65 mm	68 mm	
3	66 mm	65 mm	
4	68 mm	66 mm	
5	64 mm	66 mm	
	66,2 mm		

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,3% dari berat aspal

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	10.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.15 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.15 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.15 WIB
Direndam air dengan suhu 25 ⁰ C		
Mulai	25 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai	25 ⁰ C	12.15 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	12.15 WIB
selesai	25 ⁰ C	12.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	63 mm	66 mm	
2	66 mm	64 mm	
3	66 mm	67 mm	
4	65 mm	70 mm	
5	67 mm	64 mm	
	66,3 mm		

Keterangan : penambahan alkyl imidazoline 0,4% dari berat aspal

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	10.20 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.35 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.35 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.35 WIB
Direndam air dengan suhu 25 ⁰ C		
Mulai	25 ⁰ C	11.35 WIB
Selesai	25 ⁰ C	12.35 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	12.35 WIB
selesai	25 ⁰ C	12.50 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I	Cawan II	Sket hasil pemeriksaan
1	65 mm	66 mm	
2	66 mm	63 mm	
3	68 mm	65 mm	
4	71 mm	71 mm	
5	70 mm	64 mm	
	66,9 mm		

Keterangan : penambahan Alkyl imidazoline 0,3% dari berat aspal

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.30 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.30 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.30 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 ⁰ C	14.30 WIB
selesai	318 ⁰ C	14.45 WIB

HASIL PENGAMATAN

SAMPAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	315 ⁰ C	318 ⁰ C

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.30 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.30 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.30 WIB
Diperiksa		
Mulai	4 ⁰ C	13.15 WIB
selesai	57 ⁰ C	13.23 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU (C) DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5 ⁰ C	0	0	Average 56 ⁰ C	55 ⁰ C 57 ⁰ C
2	10 ⁰ C	40	40		
3	15 ⁰ C	113	113		
4	20 ⁰ C	210	210		
5	25 ⁰ C	275	275		
6	30 ⁰ C	230	230		
7	35 ⁰ C	400	400		
8	40 ⁰ C	475	475		
9	45 ⁰ C	520	520		
10	50 ⁰ C	585	585		
11	55 ⁰ C	650	650		

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

Yogyakarta, 29 Juni 2005

(Ir. Iskandar S, MT)

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.00 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.00 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	4 ⁰ C	11.00 WIB
selesai	57 ⁰ C	11.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU (C) DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5 ⁰ C	0	0	Average 51,05 ⁰ C	
2	10 ⁰ C	90	90		
3	15 ⁰ C	307,2	307,2		
4	20 ⁰ C	388,8	388,8		
5	25 ⁰ C	443,4	443,4		
6	30 ⁰ C	494,4	494,4		
7	35 ⁰ C	547,8	547,8		
8	40 ⁰ C	604,8	604,8		
9	45 ⁰ C	661,8	661,8		
10	50 ⁰ C	693,6	693,6		
11	55 ⁰ C	730,2	729		

Keterangan : penambahan Alkyl imidazole 0,1% dari berat aspal

Mengetahui

Ko Lab Jalan Raya UII

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :

(Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.00 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	4 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai	57 ⁰ C	12.00 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU (C) DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5 ⁰ C	0	0	Average 51,2 ⁰ C	
2	10 ⁰ C	203,4	203,4		
3	15 ⁰ C	384,6	384,6		
4	20 ⁰ C	544,8	544,8		
5	25 ⁰ C	626,4	626,4		
6	30 ⁰ C	744	744		
7	35 ⁰ C	850,8	850,8		
8	40 ⁰ C	909	909		
9	45 ⁰ C	967,2	967,2		
10	50 ⁰ C	1021,2	1021,2		
11	55 ⁰ C	1032	1033,2		

Keterangan : pemanasan alkyl imidazoline 0,2% dari berat aspal

Mengetahui

Ko Lab Jalan Raya UII

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Imirian Fahtomi :

(Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.00 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.00 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	4 ⁰ C	12.00 WIB
Selesai	57 ⁰ C	12.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU (C) DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5 ⁰ C	0	0		
2	10 ⁰ C	48	48	51,5 ⁰ C	51,4 ⁰ C
3	15 ⁰ C	96	96		
4	20 ⁰ C	192	192	Average 51,45 ⁰ C	
5	25 ⁰ C	246	246		
6	30 ⁰ C	336	336		
7	35 ⁰ C	450	450		
8	40 ⁰ C	528	528		
9	45 ⁰ C	618	618		
10	50 ⁰ C	702	702		
11	55 ⁰ C	774	762		

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazole 0,5% dari berat aspal

Mengetahui

Yogyakarta, 29 Juni 2005

Koordinator
 Lab. Jalan Raya UII

1. Achmad Ferdiyana :

(Ir. Iskandar S, MT)

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBЕК ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.00 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.00 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	4 ⁰ C	12.30 WIB
selesai	57 ⁰ C	13.00 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBЕК	
		I	II	I	II
1	5 ⁰ C	0	0	Average 52 ⁰ C	
2	10 ⁰ C	90	72		
3	15 ⁰ C	162	204		
4	20 ⁰ C	246	370,8		
5	25 ⁰ C	324	444		
6	30 ⁰ C	408	501,6		
7	35 ⁰ C	492	561,6		
8	40 ⁰ C	576	618,6		
9	45 ⁰ C	654	675,6		
10	50 ⁰ C	726	729,6		
11	55 ⁰ C	852	743,4		

Keterangan : penambahan Alkyl imidazole 0,4% dari berat aspal

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN
ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Pekerjaan : Tugas Akhir

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Jenis aspal : AC 60-70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	25 ⁰ C	09.00 WIB
Selesai pemanasan	150 ⁰ C	10.00 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 ⁰ C	10.00 WIB
Selesai	25 ⁰ C	11.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	4 ⁰ C	13.00 WIB
selesai	57 ⁰ C	13.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK		
		I	II	I	II	
1	5 ⁰ C	0	0	52 ⁰ C	53 ⁰ C	
2	10 ⁰ C	72	72			
3	15 ⁰ C	204	204			
4	20 ⁰ C	370,8	370,8			
5	25 ⁰ C	444	444			
6	30 ⁰ C	501,6	501,6			
7	35 ⁰ C	561,6	561,6			
8	40 ⁰ C	618,6	618,6			Average 52,5 ⁰ C
9	45 ⁰ C	675,6	675,6			
10	50 ⁰ C	729,6	729,6			
11	55 ⁰ C	737,4	743,4			

Keterangan : penambahan Alkyl imidazoline 0,5% dari berat aspal

Mengetahui

Yogyakarta, 29 Juni 2005

Ka Lab Jalan Raya UII

1. Achmad Ferdiyana :

(Ir. Iskandar S, MT)

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

NO	PEMERIKSAAN	SAMPEL I	SAMPEL II
1	Berat vicnometer kosong	15,015 Gram	12,4 Gram
2	Berat vicnometer + aquadest	26,025 Gram	24,3 Gram
3	Berat air (2 - 1)	11,01 Gram	11,9 Gram
4	Berat vicnometer + aspal	17,025 Gram	14,45 Gram
5	Berat aspal (4 - 1)	2,01 Gram	20,5 Gram
6	Berat vicnometer + aspal + aquadest	26,035 Gram	24,52 Gram
7	Berat air (6 - 4)	9,01 Gram	10,07 Gram
8	Volume air (3 - 7)	2,00 Gram	1,83 Gram
9	Berat jenis aspal (5/8)	1,005	1,120
	AVERAGE		1,062

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS ASPAL

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam water bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	Pembacaan pengukuran pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS ASPAL + ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap
Pekerjaan : Tugas Akhir
Jenis aspal : AC 60-70
Diterima Tgl : 21 Mei 2005
Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam water bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	Pembacaan pengukuran pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,1% dari berat aspal

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :

(Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS ASPAL + ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam water bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	Pembacaan pengukuran pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,2% dari berat aspal

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS
ASPAL + ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis aspal : AC 60-70
 Diterima Tgl : 21 Mei 2005
 Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam water bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	Pembacaan pengalihan pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Keterangan : penambahan Alkyd Imidazoline 0,2% dari berat aspal

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS ASPAL + ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam water bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	Pembacaan pengukuran pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazolone 0,4% dari berat aspal

Mengetahui
Pia Lab Jalan Raya UII

Yogyakarta, 29 Juni 2005

(Ir. Iskandar S, MT)

1. Achmad Ferdiyana :

2. Iamirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS ASPAL + ALKYL IMIDAZOLINE

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 21 Mei 2005

Selesai Tgl : 21 Mei 2005

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam water bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada suhu 25°C 5 cm permenit	Pembacaan pengukuran pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rerata (I+II)	165 cm

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,5% dari berat aspal

Mengetahui

Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Imirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL4

Contoh dari : Pertamina Cilacap

Pekerjaan : Tugas Akhir

Jenis aspal : AC 60-70

Diterima Tgl : 13 Mei 2005

Selesai Tgl : 13 Mei 2005

PEMERIKSAAN		Pembacaan waktu	Pembacaan suhu
Penimbangan	Mulai	09.00 WIB	26 °C
Pelarutan	Mulai	09.05 WIB	26 °C
Penyaringan	Mulai	09.20 WIB	26 °C
	Selesai	09.23 WIB	26 °C
Oven	Mulai	09.23 WIB	26 °C
Penimbangan	Selesai	09.50 WIB	26 °C

1 berat botol erlenmeyer kosong	60,01 gram
2 berat erlenmeyer + aspal	61,10 gram
3 berat aspal (2 - 1)	1,09 gram
4 berat kertas saring bersih	0,45 gram
5 berat kertas saring + endapan	0,46 gram
6 berat endapan saja (5 - 4)	0,01 gram
7 persentase endapan ($6/3 \times 100\%$)	0,917 %
8 bitumen yang terlarut ($100\% - 7$)	99,083 %

Mengetahui

Asisten Lab Jalan Raya UII

Yogyakarta, 29 Juni 2005

(Ir. Iskandar S, MT)

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



Lampiran 32

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN
ASPAL TERHADAP AGGREGATE

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 31 Agustus 2005
Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 1 September 2005
Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan ¼" (6,3 mm)

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai pemanasan	170 ⁰ C	11.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	170 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai		
Diperiksa		
Mulai	26 ⁰ C	10.40 WIB
selesai	24 ⁰ C	09.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	99 %

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,0% dari berat aspal

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN ASPAL ALKYL IMIDAZOLINE TERHADAP AGGREGATE

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 31 Agustus 2005
 Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 1 September 2005
 Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan ¼" (6,3 mm)
 Aspal : AC 60/70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai pemanasan	170 ⁰ C	11.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	170 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai		
Diperiksa		
Mulai	26 ⁰ C	10.40 WIB
selesai	24 ⁰ C	09.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	99 %

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,1% dari berat aspal

Mengetahui

Ka Lab Jalan Raya UII

(Signature)

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

(Signature)

2. Inmirian Fahtomi :

(Signature)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN ASPAL ALKYL IMIDAZOLINE TERHADAP AGGREGATE

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 31 Agustus 2005
 Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 1 September 2005
 Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan ¼" (6,3 mm)
 Aspal : AC 60/70

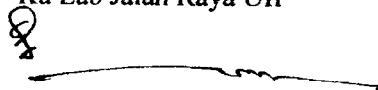
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai pemanasan	170 ⁰ C	11.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	170 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai		
Diperiksa		
Mulai	26 ⁰ C	10.40 WIB
selesai	24 ⁰ C	09.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	98 %

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,2% dari berat aspal

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII



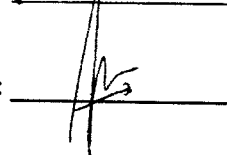
(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :



2. Inmirian Fahtomi :





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN
ASPAL ALKYL IMIDAZOLINE TERHADAP
AGGREGATE

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 31 Agustus 2005
 Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 1 September 2005
 Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan ¼" (6,3 mm)
 Aspal : AC 60/70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai pemanasan	170 ⁰ C	11.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	170 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai		
Diperiksa		
Mulai	26 ⁰ C	10.40 WIB
selesai	24 ⁰ C	09.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	97 %

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,3% dari berat aspal

Mengetahui
 Ka Lab Jalan Raya UII

(Signature)

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiana :

(Signature)

2. Inmirian Fahtomi :

(Signature)



Lampiran 37

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN
ASPAL ALKYL IMIDAZOLINE TERHADAP
AGGREGATE

Contoh dari : Celereng, kulon Progo Diterima Tgl : 31 Agustus 2005
Pekerjaan : Tugas Akhir Selesai Tgl : 1 September 2005
Jenis agregat : Batu pecah tertahan pada saringan ¼" (6,3 mm)
Aspal : AC 60/70

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
Mulai pemanasan	26 ⁰ C	11.15 WIB
Selesai pemanasan	170 ⁰ C	11.30 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	170 ⁰ C	11.30 WIB
Selesai		
Diperiksa		
Mulai	26 ⁰ C	10.40 WIB
selesai	24 ⁰ C	09.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	96 %

Keterangan : penambahan Alkyl Imidazoline 0,5% dari berat aspal

Mengetahui
Ka Lab Jalan Raya UII

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 29 Juni 2005

1. Achmad Ferdiyana :

2. Inmirian Fahtomi :

LABORATORIUM IRANSPORIASI
JURUSAN TEKNIK FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GAJAH MADA

Jl. Grafika No 20 Telp 902246 Yogyakarta

PEMERIKSAAN HVEEM COHESIOMETER

Sample	KAO (%)	tinggi (Inch)	tinggi (cm)	berat shot + tempat (gram)	shot (gram)	cohesi (gr/inch)
0,00% A	7,11	2,335	5,930	2173,400	1955,300	466,542
0,00% B	7,11	2,307	5,860	2024,500	1806,400	443,147
0,00% C	7,11	2,346	5,960	2330,800	2112,700	498,180
Average	7,11	2,329	5,917	2176,233	1958,133	469,290
0,10% A	7,11	2,339	5,940	2195,500	1977,400	469,958
0,10% B	7,11	2,362	6,000	1845,800	1627,700	377,852
0,10% C	7,11	2,354	5,980	2150,300	1932,200	452,059
Average	7,11	2,352	5,973	2063,867	1845,767	433,290
0,20% A	7,11	2,350	5,970	2140,000	1921,900	451,414
0,20% B	7,11	2,346	5,960	2249,800	2031,700	479,080
0,20% C	7,11	2,354	5,980	1778,000	1559,900	364,955
Average	7,11	2,350	5,970	2055,933	1837,833	431,817
0,30% A	7,11	2,339	5,940	1833,600	1615,500	383,948
0,30% B	7,11	2,323	5,900	2276,100	2058,000	496,906
0,30% C	7,11	2,339	5,940	1962,200	1744,100	414,511
Average	7,11	2,333	5,927	2023,967	1805,867	431,788
0,40% A	7,11	2,343	5,950	1968,700	1750,600	414,422
0,40% B	7,11	2,346	5,960	2049,300	1831,200	431,802
0,40% C	7,11	2,343	5,950	2036,400	1818,300	430,448
Average	7,11	2,344	5,953	2018,133	1800,033	425,557
0,50% A	7,11	2,346	5,960	1843,500	1625,400	383,274
0,50% B	7,11	2,354	5,980	1971,100	1753,000	410,133
0,50% C	7,11	2,343	5,950	1925,600	1707,500	404,219
Average	7,11	2,348	5,963	1913,400	1695,300	399,209

Yogyakarta, 29 Juni 2005

Peneliti

1. Achmad Ferdiyana
2. Inmirian Fahtomi

mengetahui
 Koord. Laboran
 Lab teknik Transportasi

(Ir. Imam Basuki)

$$C = \frac{L}{W(0.20 H + 0.044 H^2)}$$

- C : Nilai Kohesi (gr/inch)
- L : Berat Shot (gr)
- W : Diameter (inch)
- H : Tinggi (inch)



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

MARSHALL TEST ASPAL OPTIMUM HOT ROLLED ASPHALT (HRA) + ALKYL IMIDAZOLINE

Asal material : Pertamina Cilacap
 Jenis Campuran : HRA
 Tanggal : 9 Mei 2005 s/d 28 Juni 2005
 Di kerjakan Oleh : Achmad Ferdiyana dan Inmirian fahtomi
 Ditunggal Oleh : Achmad Ferdiyana dan Inmirian fahtomi
 Diperiksa Oleh :

sampel	t (cm)	a (%)	b (%)	c (gram)	d (gram)	e (gram)	f (gram)	g	h	i	j	k	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	MQ (kg/mm)
0,00% A	6,060	7,650	7,110	1168,900	1171,700	673,000	498,700	2,344	2,454	15,692	79,826	4,482	20,174	77,784	4,482	370,000	1267,990	1370,190	3,000	456,730
0,00% B	5,935	7,650	7,110	1165,300	1168,700	672,000	496,700	2,346	2,454	15,707	79,900	4,393	20,100	78,145	4,393	325,000	1113,775	1245,200	3,000	415,567
0,00% C	6,013	7,650	7,110	1169,300	1172,900	675,000	497,900	2,348	2,454	15,723	79,982	4,296	20,018	78,541	4,296	335,000	1148,045	1258,257	3,050	412,643
Average	6,003	7,650	7,110	1167,833	1171,100	673,333	497,767	2,346	2,454	15,707	79,903	4,390	20,097	78,157	4,390	343,333	1176,603	1291,216	3,017	428,113
0,10% A	5,995	7,650	7,110	1175,500	1177,600	674,000	503,600	2,334	2,454	15,627	79,496	4,877	20,504	76,214	4,877	325,000	1113,775	1226,266	3,000	408,755
0,10% B	5,967	7,650	7,110	1171,300	1173,800	675,000	498,800	2,348	2,454	15,721	79,974	4,305	20,026	78,503	4,305	345,000	1182,315	1288,723	3,350	384,694
0,10% C	5,980	7,650	7,110	1171,800	1174,000	677,000	497,000	2,358	2,454	15,785	80,298	3,917	19,702	80,117	3,917	385,000	1319,395	1417,558	2,870	493,923
Average	5,981	7,650	7,110	1172,867	1175,133	675,333	499,800	2,347	2,454	15,711	79,922	4,367	20,078	78,278	4,367	351,667	1205,162	1310,849	3,073	429,124
0,20% A	6,093	7,650	7,110	1170,100	1172,000	675,000	497,000	2,354	2,454	15,762	80,181	4,057	19,819	79,530	4,057	330,000	1130,910	1228,168	3,400	361,226
0,20% B	6,078	7,650	7,110	1168,900	1171,200	675,000	496,200	2,356	2,454	15,771	80,228	4,001	19,772	79,766	4,001	385,000	1319,395	1442,099	2,950	488,847
0,20% C	6,040	7,650	7,110	1172,500	1175,400	673,000	502,400	2,334	2,454	15,925	79,482	4,893	20,518	76,151	4,893	355,000	1216,585	1311,479	3,380	388,011
Average	6,071	7,650	7,110	1170,500	1172,867	674,333	498,533	2,348	2,454	15,719	79,954	4,317	20,036	78,482	4,317	356,667	1222,297	1327,249	3,243	412,696
0,30% A	6,062	7,650	7,110	1174,400	1176,500	676,000	500,500	2,346	2,454	15,709	79,913	4,378	20,087	78,207	4,378	346,000	1185,742	1344,631	2,900	463,666
0,30% B	6,022	7,650	7,110	1173,800	1176,200	677,000	499,200	2,351	2,454	15,742	80,080	4,178	19,920	79,028	4,178	349,000	1196,023	1322,801	3,300	400,849
0,30% C	6,003	7,650	7,110	1172,500	1175,000	678,000	497,000	2,359	2,454	15,794	80,346	3,860	19,654	80,360	3,860	350,000	1199,450	1318,196	3,700	356,269
Average	6,029	7,650	7,110	1173,567	1175,900	677,000	498,900	2,352	2,454	15,749	80,113	4,138	19,887	79,198	4,138	348,333	1193,738	1328,543	3,300	406,928
0,40% A	6,070	7,650	7,110	1177,800	1181,800	685,000	496,800	2,371	2,454	15,872	80,741	3,387	19,259	82,415	3,387	345,000	1182,315	1299,364	2,900	448,057
0,40% B	6,107	7,650	7,110	1180,500	1182,100	682,000	500,100	2,361	2,454	15,804	80,392	3,804	19,608	80,599	3,804	350,000	1199,450	1334,988	3,750	355,997
0,40% C	6,080	7,650	7,110	1173,100	1176,000	678,000	498,000	2,356	2,454	15,771	80,225	4,004	19,775	79,752	4,004	341,000	1168,607	1299,491	3,450	376,664
Average	6,086	7,650	7,110	1177,133	1179,967	681,667	498,300	2,362	2,454	15,815	80,453	3,732	19,547	80,922	3,732	345,333	1183,457	1311,281	3,367	393,572
0,50% A	5,987	7,650	7,110	1165,100	1168,100	676,000	492,100	2,368	2,454	15,851	80,634	3,516	19,366	81,847	3,516	349,000	1196,023	1319,213	3,400	388,004
0,50% B	6,053	7,650	7,110	1170,900	1173,000	677,000	496,000	2,361	2,454	15,805	80,398	3,798	19,602	80,626	3,798	340,000	1165,180	1263,055	3,600	350,849
0,50% C	5,827	7,650	7,110	1160,800	1163,200	672,000	491,200	2,363	2,454	15,821	80,483	3,696	19,517	81,065	3,696	340,000	1165,180	1343,453	3,780	355,411
Average	5,956	7,650	7,110	1165,600	1168,100	675,000	493,100	2,364	2,454	15,826	80,505	3,670	19,495	81,180	3,670	343,000	1175,461	1308,574	3,593	364,754

t = Tebal Benda Uji
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam air
 f = Volume (isi) d-e
 g = Berat isi c/f

h = B.J. Maksimum
 i = (100 - b) x g : B.J. Aspal
 j = (100 - b) x g : B.J. Agregat
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = Rongga yang terisi campuran
 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilita Suho waterbath)
 r = Flow (kelelahan plastis)
 MQ = Marshall Quotient

Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pematangan : 140 °C
 Suhu Suho waterbath : 60 °C
 B.J. Aspal : 1,062
 B.J. Agregat : 2,7275

Mengetahui
 K.a. Lab Jalan Raya UII
 peneliti :
 1. Achmad Ferdiyana
 2. Inmirian Fahtomi

Ir. Iskandar,S, MT

IMMERSION TEST ASPAL OPTIMUM HOT ROLLED ASPHALT (HRA) + ALKYL IMIDAZOLINE

Asal material : Pertamina Cilacap
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan Oleh : Achmad Ferdiyana dan Inmirian fahtomi
 Tanggal : 9 Mei 2005 s/d 28 Juni 2005
 Dibitung Oleh : Achmad Ferdiyana dan Inmirian fahtomi
 Diperiksa Oleh :

sampel	t (cm)	a (%)	b (%)	c (gram)	d (gram)	e (gram)	f (gram)	g	h	i	j	k	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	MQ (kg/mm)
0.00% A	5,923	7,650	7,110	1167,700	1167,900	684,000	483,900	2,413	2,454	16,156	82,193	1,662	17,817	90,674	1,662	285,000	976,695	1096,828	2,100	522,299
0.00% B	5,943	7,650	7,110	1165,000	1165,500	679,000	485,500	2,395	2,454	16,032	81,555	2,413	18,445	86,916	2,413	260,000	891,020	995,269	2,300	432,726
0.00% C	5,900	7,650	7,110	1171,700	1172,000	687,000	485,000	2,416	2,454	16,174	82,277	1,549	17,723	91,262	1,549	295,000	1010,965	1143,401	2,400	476,417
Average	5,922	7,650	7,110	1168,133	1168,467	683,333	485,133	2,408	2,454	16,121	82,005	1,874	17,968	89,683	1,874	280,000	969,600	1078,228	2,267	477,147
0.10% A	5,987	7,650	7,110	1175,600	1175,700	688,000	487,700	2,410	2,454	16,138	82,094	1,768	17,906	90,128	1,768	310,000	1062,370	1171,794	2,400	488,248
0.10% B	5,950	7,650	7,110	1173,200	1173,000	687,000	486,000	2,414	2,454	16,161	82,213	1,625	17,787	90,862	1,625	285,000	976,695	1089,015	2,300	473,485
0.10% C	5,930	7,650	7,110	1171,900	1172,400	685,000	487,400	2,404	2,454	16,097	81,866	2,017	18,114	88,867	2,017	280,000	959,560	1075,667	2,700	398,395
Average	5,956	7,650	7,110	1173,567	1173,700	686,667	487,033	2,410	2,454	16,132	82,065	1,803	17,935	89,948	1,803	291,667	999,542	1112,493	2,467	453,376
0.20% A	5,950	7,650	7,110	1169,000	1170,200	684,000	486,200	2,404	2,454	16,097	81,885	2,018	18,115	88,861	2,018	290,000	993,830	1108,120	2,970	373,105
0.20% B	5,883	7,650	7,110	1160,700	1161,000	679,000	482,000	2,408	2,454	16,122	82,012	1,866	17,988	89,627	1,866	295,000	1010,965	1148,456	3,050	376,543
0.20% C	5,967	7,650	7,110	1170,200	1170,300	683,000	487,300	2,401	2,454	16,077	81,794	2,139	18,216	88,259	2,139	310,000	1062,370	1179,231	3,850	306,294
Average	5,933	7,650	7,110	1166,633	1167,167	682,000	486,167	2,406	2,454	16,099	81,894	2,007	18,106	88,913	2,007	298,333	1022,388	1145,416	3,290	351,980
0.30% A	6,030	7,650	7,110	1163,600	1163,900	681,000	482,900	2,410	2,454	16,132	82,064	1,804	17,936	89,942	1,804	290,000	993,830	1132,966	3,680	307,871
0.30% B	5,957	7,650	7,110	1168,500	1168,700	684,000	484,700	2,411	2,454	16,140	82,103	1,757	17,897	90,184	1,757	295,000	1010,965	1125,204	4,200	267,906
0.30% C	5,983	7,650	7,110	1171,300	1171,500	685,000	486,500	2,408	2,454	16,119	81,996	1,886	18,004	89,527	1,886	315,000	1079,505	1192,853	2,850	418,545
Average	5,990	7,650	7,110	1167,800	1168,033	683,333	484,700	2,409	2,454	16,130	82,054	1,816	17,946	89,886	1,816	300,000	1028,100	1160,787	3,577	331,441
0.40% A	5,983	7,650	7,110	1165,900	1167,000	682,000	485,000	2,404	2,454	16,094	81,870	2,036	18,130	88,771	2,036	325,000	1113,775	1230,721	4,050	303,882
0.40% B	6,013	7,650	7,110	1172,000	1172,300	684,000	488,300	2,400	2,454	16,069	81,742	2,189	18,258	88,011	2,189	325,000	1113,775	1219,584	3,700	329,617
0.40% C	5,953	7,650	7,110	1167,200	1167,300	684,000	483,300	2,415	2,454	16,169	82,250	1,582	17,750	91,089	1,582	315,000	1079,505	1202,569	3,620	332,201
Average	5,983	7,650	7,110	1168,367	1168,967	683,333	486,633	2,408	2,454	16,111	81,984	1,936	18,046	89,290	1,936	321,667	1102,352	1217,731	3,790	321,900
0.50% A	6,013	7,650	7,110	1175,600	1177,100	686,000	491,100	2,394	2,454	16,026	81,526	2,448	18,474	86,750	2,448	270,000	925,290	1013,193	3,800	266,630
0.50% B	6,027	7,650	7,110	1171,500	1171,800	682,000	489,800	2,392	2,454	16,013	81,457	2,530	18,543	86,356	2,530	271,000	928,717	1013,230	4,100	247,129
0.50% C	5,933	7,650	7,110	1176,400	1177,000	682,000	495,000	2,377	2,454	15,911	80,939	3,151	19,061	83,472	3,151	310,000	1062,370	1189,854	3,670	324,211
Average	5,991	7,650	7,110	1174,600	1176,300	683,333	491,967	2,387	2,454	15,993	81,307	2,709	18,693	85,628	2,709	283,667	972,128	1071,282	3,957	279,323

t = Tebal Benda Uji
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam air
 f = Volume (isi) d-e
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum
 {100 : (% $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} + \frac{e}{f}$)} = % Asp/Bj. Asp)
 i = (b x g) : Bj Asp
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (V_{FWA})
 100 x (l/i)
 n = Rongga yang terisi campuran
 100 - {100 x (g/h)}
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabil)
 r = Flow (kelelahan plastis)
 MQ = Marshall Quotient
 Mengetahui
 Ka. Lab Jalan Raya UII
 Ir. Iskandar,S, MT
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pemadatan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 B.J Aspal : 1,062
 B.J Agregat : 2,7275
 peneliti :
 1. Achmad Ferdiyana
 2. Inmirian Fahtomi

Indirect Tensile Test

PROJECT : Tugas Akhir
 ASPHALT : AC 60/70 + Alkyl Imidazolone
 AGREGAT : Ciereng
 GRADE : HRA (Gap Graded)

SAMPLED DATE : 28 Juni 2005
 SAMPLED BY : Achmad Ferdiyana
 : Inmirian Fahtomi

Sample	Temp (C)	Height (cm)	Load (Kg)	Dia (cm)	Strength (Kg/cm2)
0,00% A	24	6,000	899,363	10,000	23,383
0,00% B	24	6,010	804,336	10,000	20,878
0,00% C	24	5,980	875,607	10,000	22,842
Average		5,997	869,769	10,000	22,368
0,10% A	24	6,010	851,850	10,000	22,111
0,10% B	24	6,000	865,425	10,000	22,501
0,10% C	24	5,980	855,244	10,000	22,273
Average		6,000	857,506	10,000	22,295
0,20% A	24	6,010	814,518	10,000	21,142
0,20% B	24	5,980	828,093	10,000	21,602
0,20% C	24	6,010	828,093	10,000	21,495
Average		6,000	823,568	10,000	21,413
0,30% A	24	5,940	875,607	10,000	22,996
0,30% B	24	5,960	770,398	10,000	20,165
0,30% C	24	5,960	797,549	10,000	20,875
Average		5,963	814,518	10,000	21,345
0,40% A	24	5,960	797,549	10,000	20,875
0,40% B	24	5,940	729,672	10,000	19,163
0,40% C	24	5,950	815,203	10,000	21,373
Average		5,960	780,808	10,000	20,471
0,50% A	24	6,000	685,552	10,000	17,824
0,50% B	24	5,970	865,425	10,000	22,614
0,50% C	24	5,980	729,672	10,000	19,035
Average		5,983	760,217	10,000	19,824

Mengetahui

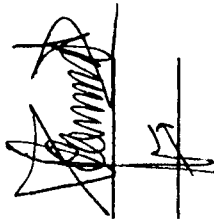
Ka. Lab Jalan Raya UII

Ir. Iskandar.S, MT

peneliti :

1. Achmad Ferdiyana

2. Inmirian Fahtomi



MARSHALL TEST ASPAL OPTIMUM HOT ROLLED ASPHALT (HRA)

Asal material : Pertamina Cilacap
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan Oleh : Achmad Ferdiana dan Inmirian fahtomi
 Tanggal : 9 Mei 2005 s/d 28 Juni 2005
 Dihitung Oleh : Achmad Ferdiana dan Inmirian fahtomi
 Diperiksa Oleh :

samp	t (cm)	a (%)	b (%)	c (gram)	d (gram)	e (gram)	f (gram)	g	h	i	j	k	l (%)	m (%)	n (%)	c	p	q (kg)	r (mm)	MQ (kg/mm)
A	6,07	6,38	8,00	1.167,70	1173,00	676,00	497,00	2.349	2.493	13,274	80,973	5,753	19,027	89,784	5,753	388,00	1329,676	1433,391	2,280	628,680
B	6,00	6,38	8,00	1.167,40	1170,00	679,00	491,00	2.378	2.493	13,433	81,941	4,626	18,059	74,384	4,626	421,00	1442,767	1585,601	1,100	1441,455
C	5,98	6,38	8,00	1.155,90	1162,00	673,00	489,00	2.384	2.493	13,355	81,486	5,179	18,534	72,056	5,179	446,00	1528,442	1690,457	2,800	603,735
rerata	6,02	6,38	8,00	1163,67	1168,33	676,00	492,33	2,384	2,493	13,354	81,460	5,186	18,540	72,027	5,186	418,33	1433,628	1569,815	2,060	782,047
A	6,07	6,95	6,50	1.168,80	1157,00	668,00	489,00	2.390	2.475	14,629	81,937	3,434	18,063	80,990	3,434	435,00	1490,745	1607,023	2,160	743,992
B	6,05	6,95	6,50	1.169,00	1168,00	669,00	489,00	2.343	2.475	14,338	80,309	5,353	19,691	72,816	5,353	427,00	1463,328	1586,249	2,230	711,322
C	6,01	6,95	6,50	1.169,90	1166,00	672,00	494,00	2.368	2.475	14,495	81,184	4,321	18,816	77,034	4,321	436,00	1494,172	1637,613	2,850	574,601
rerata	6,04	6,95	6,50	1169,23	1163,67	669,67	494,00	2,367	2,475	14,467	81,143	4,369	18,867	76,928	4,369	432,67	1482,749	1610,295	2,413	667,249
A	5,98	7,53	7,00	1.161,00	1168,50	675,00	493,50	2.353	2.458	15,507	80,217	4,277	19,783	78,383	4,277	438,00	1501,028	1660,135	2,400	691,723
B	6,02	7,53	7,00	1.163,20	1169,30	682,00	487,30	2.387	2.458	15,734	81,391	2,875	18,609	84,550	2,875	427,00	1463,329	1599,419	3,530	453,093
C	6,07	7,53	7,00	1.171,70	1176,90	683,00	493,90	2.372	2.458	15,637	80,890	3,473	19,110	81,828	3,473	391,00	1339,957	1444,474	3,380	427,359
rerata	6,02	7,53	7,00	1166,30	1171,57	680,00	491,57	2,371	2,458	15,626	80,833	3,541	19,167	81,523	3,541	418,67	1434,771	1568,009	3,103	505,266
A	5,89	8,11	7,50	1.153,10	1154,00	673,00	481,00	2.397	2.440	16,930	81,302	1,768	18,698	90,544	1,768	396,00	1357,092	1538,942	4,050	379,986
B	5,98	8,11	7,50	1.160,50	1162,00	673,00	489,00	2.373	2.440	16,760	80,485	2,755	18,515	85,882	2,755	375,00	1285,125	1421,348	3,250	437,338
C	6,00	8,11	7,50	1.153,50	1157,00	668,00	489,00	2.359	2.440	16,659	80,000	3,342	20,000	83,292	3,342	330,00	1130,910	1242,870	3,660	339,582
rerata	5,96	8,11	7,50	1156,70	1157,97	671,33	486,33	2,376	2,440	16,783	80,596	2,62	19,405	86,673	2,622	367,00	1257,709	1401,084	3,663	383,500
A	5,98	8,70	8,00	1.162,00	1163,00	675,00	488,00	2.381	2.423	17,937	80,318	1,745	19,682	91,133	1,745	370,00	1267,990	1410,005	6,350	222,048
B	6,10	8,70	8,00	1.163,00	1164,00	675,00	489,00	2.378	2.423	17,916	80,222	1,862	19,778	90,586	1,862	318,00	1089,786	1194,405	6,400	186,626
C	6,05	8,70	8,00	1.162,10	1164,00	675,00	489,00	2.376	2.423	17,902	80,180	1,938	19,840	90,233	1,938	375,00	1285,125	1393,076	4,910	283,722
rerata	6,04	8,70	8,00	1162,37	1163,67	675,00	488,67	2,379	2,423	17,918	80,233	1,86	19,767	90,651	1,848	354,33	1214,300	1332,495	5,887	226,358

t = Tebal Benda Uji
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam sir
 f = Volume (isi) d-e
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum
 i = {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}
 j = (b x g) : Bj Asp
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (l/f)
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {(100 x (g/h))
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) Suhu waterbath
 r = Flow (kelelahan plastis)
 MQ = Marshall Quotient
 Suhu peacampuran : 160 °C
 Suhu pemadatan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 B.J Aspal : 1,062
 B.J Agregat : 2,7275

Mengetahui
 K.a. Lab Jalan Raya UII
 peneliti :
 1. Achmad Ferdiana
 2. Inmirian Fantomi
 Ir. Iskandar.S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA

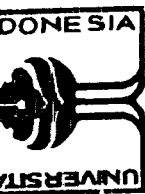
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

CONSTANTS FOR EQUATIONS FOR INDIRECT TENSILE TEST PROPERTIES

(ln)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4
50	0,1770	0,0766	-0,2847	0,2680	-0,9966	0,0506	-0,1545	-0,9765	-0,2040	-0,1545	-0,0506
60	0,1720	0,0745	-0,2769	0,2683	-0,9968	0,0479	-0,1460	-0,9590	-0,1930	-0,1461	-0,0479
70	0,1680	0,0726	-0,2694	0,2685	-0,9970	0,0454	-0,1384	-0,9422	-0,1830	-0,1384	-0,0454
80	0,1640	0,0707	-0,2624	0,2688	-0,9971	0,0431	-0,1312	-0,9260	-0,1730	-0,1312	-0,0431
90	0,1600	0,0690	-0,2557	0,2690	-0,9973	0,0409	-0,1246	-0,9104	-0,1650	-0,1247	-0,0409
00	0,1560	0,0673	-0,2494	0,2692	-0,9974	0,0390	-0,1185	-0,8954	-0,1560	-0,1185	-0,0390
10	0,1520	0,0657	-0,2433	0,2694	-0,9975	0,0371	-0,1129	-0,8810	-0,1490	-0,1129	-0,0371
20	0,1490	0,0642	-0,2375	0,2696	-0,9976	0,0354	-0,1076	-0,8671	-0,1420	-0,1076	-0,0354
30	0,1450	0,0627	-0,2320	0,2698	-0,9977	0,0338	-0,1027	-0,8537	-0,1360	-0,1027	-0,0338
40	0,1420	0,0613	-0,2268	0,2699	-0,9978	0,0323	-0,0981	-0,8407	-0,1300	-0,0981	-0,0323
4,50	0,1390	0,0600	-0,2218	0,2701	-0,9979	0,0309	-0,0938	-0,8282	-0,1240	-0,0938	-0,0309
4,60	0,1360	0,0587	-0,2170	0,2702	-0,9980	0,0296	-0,0898	-0,8161	-0,1180	-0,0898	-0,0296
4,70	0,1330	0,0575	-0,2124	0,2703	-0,9981	0,0281	-0,0860	-0,8043	-0,1140	-0,0860	-0,0281
4,80	0,1310	0,0563	-0,2080	0,2704	-0,9982	0,0272	-0,0825	-0,7930	-0,1090	-0,0825	-0,0272
4,90	0,1280	0,0552	-0,2037	0,2706	-0,9983	0,0262	-0,0792	-0,7820	-0,1050	-0,0792	-0,0262
5,00	0,1260	0,0541	-0,1997	0,2707	-0,9983	0,0251	-0,0760	-0,7714	-0,1000	-0,0761	-0,0251
5,10	0,1230	0,0531	-0,1958	0,2708	-0,9984	0,0242	-0,0731	-0,7610	-0,0970	-0,0731	-0,0242
5,20	0,1210	0,0521	-0,1920	0,2709	-0,9985	0,0233	-0,0703	-0,7510	-0,0930	-0,0703	-0,0233
5,30	0,1190	0,0511	-0,1884	0,2709	-0,9985	0,0224	-0,0677	-0,7413	-0,0900	-0,0677	-0,0224
5,40	0,1160	0,0502	-0,1849	0,2710	-0,9986	0,0216	-0,0692	-0,7319	-0,0860	-0,0692	-0,0216
5,50	0,1140	0,0493	-0,1816	0,2711	-0,9986	0,0208	-0,0629	-0,7277	-0,0830	-0,0629	-0,0208
5,60	0,1120	0,0484	-0,1783	0,2712	-0,9987	0,0201	-0,0607	-0,7108	-0,0800	-0,0607	-0,0201
5,70	0,1100	0,0476	-0,1752	0,2713	-0,9987	0,0194	-0,0586	-0,7051	-0,0780	-0,0586	-0,0194
5,80	0,1090	0,0468	-0,1722	0,2713	-0,9988	0,0187	-0,0566	-0,6967	-0,0750	-0,0566	-0,0187
5,90	0,1070	0,0460	-0,1693	0,2714	-0,9988	0,0181	-0,0547	-0,6884	-0,0720	-0,0547	-0,0181
6,00	0,1050	0,0452	-0,1665	0,2714	-0,9988	0,0175	-0,0528	-0,6804	-0,0700	-0,0529	-0,0175
6,10	0,1030	0,0445	-0,1638	0,2715	-0,9989	0,0170	-0,0512	-0,6727	-0,0680	-0,0512	-0,0170
6,20	0,1020	0,0438	-0,1611	0,2716	-0,9989	0,0164	-0,0495	-0,6651	-0,0660	-0,0495	-0,0164
6,30	0,1000	0,0431	-0,1586	0,2716	-0,9989	0,0159	-0,0480	-0,6577	-0,0640	-0,0480	-0,0159
6,40	0,0990	0,0424	-0,1561	0,2717	-0,9990	0,0154	-0,0465	-0,6504	-0,0620	-0,0465	-0,0154
6,50	0,0970	0,0418	-0,1537	0,2717	-0,9990	0,0150	-0,0451	-0,6434	-0,0600	-0,0451	-0,0150



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

MARSHALL TEST ASPAL OPTIMUM HOT ROLLED ASPHALT (HRA)

Asal material : Pertamina Cilacap
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan Oleh : Achmad Ferdiyana dan Inmirian fahtomi
 Tanggal : 9 Mei 2005 s/d 28 Juni 2005
 Dihitung Oleh : Achmad Ferdiyana dan Inmirian fahtomi

samp	t (cm)	a (%)	b (%)	c (gram)	d (gram)	e (gram)	f (gram)	g	h	i	j	k	l (%)	m (%)	n (%)	o (%)	p	q (kg)	r (mm)	MQ (kg/mm)
A	6,07	6,38	6,00	1.167,70	1.173,00	676,00	497,00	2.349	2.493	13.274	80.973	5.753	19,027	69,784	5,753	388,00	1329,676	1433,391	2,280	628,680
B	6,00	6,38	6,00	1.167,40	1.170,00	679,00	491,00	2.378	2.493	13.433	81.941	4.626	18,059	74,384	4,626	421,00	1442,767	1585,601	1,100	1441,455
C	5,98	6,38	6,00	1.155,90	1.162,00	673,00	489,00	2.364	2.493	13.355	81.466	5.179	18,534	72,056	5,179	446,00	1528,442	1690,457	2,800	603,735
rerata	6,02	6,38	6,00	1.163,67	1.168,33	676,00	492,33	2,364	2,493	13,354	81,460	5,186	18,540	72,027	5,186	418,33	1433,628	1569,615	2,060	762,047
A	6,07	6,95	6,50	1.168,80	1.157,00	668,00	489,00	2.390	2.475	14.629	81.937	3.434	18,063	80,990	3,434	435,00	1490,745	1607,023	2,160	743,992
B	6,05	6,95	6,50	1.169,00	1.168,00	669,00	499,00	2.343	2.475	14.338	80.309	3.353	19,991	72,816	3,353	427,00	1463,329	1586,249	2,230	711,322
C	6,01	6,95	6,50	1.169,90	1.166,00	672,00	494,00	2.368	2.475	14.495	81.184	4.321	18,816	77,034	4,321	436,00	1494,172	1637,613	2,850	574,601
rerata	6,04	6,95	6,50	1.169,23	1.163,67	669,67	494,00	2,367	2,475	14,457	81,143	4,369	18,867	76,829	4,369	432,67	1482,749	1610,295	2,413	667,249
A	5,96	7,53	7,00	1.161,00	1.168,50	675,00	493,50	2.353	2.458	15.507	80.217	4.277	19,783	78,383	4,277	438,00	1501,026	1660,135	2,400	691,723
B	6,02	7,53	7,00	1.163,20	1.169,30	682,00	487,30	2.387	2.458	15.734	81.391	2.875	18,609	84,550	2,875	427,00	1463,328	1598,419	3,530	453,093
C	6,07	7,53	7,00	1.171,70	1.176,90	683,00	493,90	2.372	2.458	15.637	80.890	3.473	19,110	81,828	3,473	391,00	1339,957	1444,474	3,380	427,359
rerata	6,02	7,53	7,00	1.166,30	1.171,57	680,00	491,57	2,371	2,458	15,626	80,833	3,541	19,167	81,523	3,541	418,67	1434,771	1568,009	3,103	505,266
A	5,89	8,11	7,50	1.153,10	1.154,00	673,00	481,00	2.397	2.440	16.930	81.302	1.768	18,698	90,544	1,768	396,00	1357,092	1538,942	4,050	379,986
B	5,98	8,11	7,50	1.160,50	1.162,00	673,00	489,00	2.373	2.440	16.760	80.485	2.755	19,515	85,882	2,755	375,00	1285,125	1421,348	3,250	437,338
C	6,00	8,11	7,50	1.153,50	1.157,00	668,00	489,00	2.359	2.440	16.659	80.000	3.342	20,000	83,292	3,342	330,00	1130,910	1242,870	3,660	339,582
rerata	5,96	8,11	7,50	1.155,70	1.157,67	671,33	486,33	2,376	2,440	16,783	80,596	2,62	19,406	86,573	2,622	367,00	1257,709	1401,064	3,653	383,500
A	5,96	8,70	8,00	1.162,00	1.163,00	675,00	486,00	2.361	2.423	17.937	80.318	1.745	19,682	91,133	1,745	370,00	1267,990	1410,005	6,350	222,048
B	6,10	8,70	8,00	1.163,00	1.164,00	675,00	489,00	2.378	2.423	17.916	80.222	1.862	19,778	90,586	1,862	318,00	1089,786	1194,405	6,400	186,628
C	6,05	8,70	8,00	1.162,10	1.164,00	675,00	489,00	2.376	2.423	17.902	80.160	1.938	19,840	90,233	1,938	375,00	1285,125	1393,076	4,910	283,722
rerata	6,04	8,70	8,00	1.162,37	1.163,67	675,00	488,67	2,379	2,423	17,918	80,233	1,85	19,767	90,651	1,848	354,33	1214,300	1332,495	5,887	226,358

t = Tebal Benda Uji
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam air
 f = Volume (Isi) d-e
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum
 i = (100 - (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp))
 j = (b x g) : Bj Asp
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFVA)
 n = Rongga yang terisi campuran
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilita: Suhu waterbath)
 r = Flow (kelelahan plastis)
 MQ = Marshall Quotient
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pematangan : 140 °C
 B.J Aspal : 1,062
 B.J Agregat : 2,7275

peneliti :
 1. Achmad Ferdiyana
 2. Inmirian Fahtomi

K.a. Lab Jalan Raya UII
 Ir. Iskandar.S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp 895042 Yogyakarta 55584

CONSTANTS FOR EQUATIONS FOR INDIRECT TENSILE TEST PROPERTIES

Dia (ln)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4
3,50	0,1770	0,0766	-0,2847	0,2680	-0,9966	0,0506	-0,1545	-0,9765	-0,2040	-0,1545	-0,0506
3,60	0,1720	0,0745	-0,2769	0,2683	-0,9968	0,0479	-0,1460	-0,9590	-0,1930	-0,1461	-0,0479
3,70	0,1680	0,0726	-0,2694	0,2685	-0,9970	0,0454	-0,1384	-0,9422	-0,1830	-0,1384	-0,0454
3,80	0,1640	0,0707	-0,2624	0,2688	-0,9971	0,0431	-0,1312	-0,9260	-0,1730	-0,1312	-0,0431
3,90	0,1600	0,0690	-0,2557	0,2690	-0,9973	0,0409	-0,1246	-0,9104	-0,1650	-0,1247	-0,0409
4,00	0,1560	0,0673	-0,2494	0,2692	-0,9974	0,0390	-0,1185	-0,8954	-0,1560	-0,1185	-0,0390
4,10	0,1520	0,0657	-0,2433	0,2694	-0,9975	0,0371	-0,1129	-0,8810	-0,1490	-0,1129	-0,0371
4,20	0,1490	0,0642	-0,2375	0,2696	-0,9976	0,0354	-0,1076	-0,8671	-0,1420	-0,1076	-0,0354
4,30	0,1450	0,0627	-0,2320	0,2698	-0,9977	0,0338	-0,1027	-0,8537	-0,1360	-0,1027	-0,0338
4,40	0,1420	0,0613	-0,2268	0,2699	-0,9978	0,0323	-0,0981	-0,8407	-0,1300	-0,0981	-0,0323
4,50	0,1390	0,0600	-0,2218	0,2701	-0,9979	0,0309	-0,0938	-0,8282	-0,1240	-0,0938	-0,0309
4,60	0,1360	0,0587	-0,2170	0,2702	-0,9980	0,0296	-0,0898	-0,8161	-0,1180	-0,0898	-0,0296
4,70	0,1330	0,0575	-0,2124	0,2703	-0,9981	0,0281	-0,0860	-0,8043	-0,1140	-0,0860	-0,0284
4,80	0,1310	0,0563	-0,2080	0,2704	-0,9982	0,0272	-0,0825	-0,7930	-0,1090	-0,0825	-0,0272
4,90	0,1280	0,0552	-0,2037	0,2706	-0,9983	0,0262	-0,0792	-0,7820	-0,1050	-0,0792	-0,0261
5,00	0,1260	0,0541	-0,1997	0,2707	-0,9983	0,0251	-0,0760	-0,7714	-0,1000	-0,0761	-0,0251
5,10	0,1230	0,0531	-0,1958	0,2708	-0,9984	0,0242	-0,0731	-0,7610	-0,0970	-0,0731	-0,0242
5,20	0,1210	0,0521	-0,1920	0,2709	-0,9985	0,0233	-0,0703	-0,7510	-0,0930	-0,0703	-0,0233
5,30	0,1190	0,0511	-0,1884	0,2709	-0,9985	0,0224	-0,0677	-0,7413	-0,0900	-0,0677	-0,0224
5,40	0,1160	0,0502	-0,1849	0,2710	-0,9986	0,0216	-0,0692	-0,7319	-0,0860	-0,0652	-0,0216
5,50	0,1140	0,0493	-0,1816	0,2711	-0,9986	0,0208	-0,0629	-0,7277	-0,0830	-0,0629	-0,0208
5,60	0,1120	0,0484	-0,1783	0,2712	-0,9987	0,0201	-0,0607	-0,7108	-0,0800	-0,0607	-0,0201
5,70	0,1100	0,0476	-0,1752	0,2713	-0,9987	0,0194	-0,0586	-0,7051	-0,0780	-0,0586	-0,0194
5,80	0,1090	0,0468	-0,1722	0,2713	-0,9988	0,0187	-0,0566	-0,6967	-0,0750	-0,0566	-0,0187
5,90	0,1070	0,0460	-0,1693	0,2714	-0,9988	0,0181	-0,0547	-0,6884	-0,0720	-0,0547	-0,0181
6,00	0,1050	0,0452	-0,1665	0,2714	-0,9988	0,0175	-0,0529	-0,6804	-0,0700	-0,0529	-0,0175
6,10	0,1030	0,0445	-0,1638	0,2715	-0,9989	0,0170	-0,0512	-0,6727	-0,0680	-0,0512	-0,0170
6,20	0,1020	0,0438	-0,1611	0,2716	-0,9989	0,0164	-0,0495	-0,6651	-0,0660	-0,0495	-0,0164
6,30	0,1000	0,0431	-0,1586	0,2716	-0,9989	0,0159	-0,0480	-0,6577	-0,0640	-0,0480	-0,0169
6,40	0,0990	0,0424	-0,1561	0,2717	-0,9990	0,0154	-0,0465	-0,6504	-0,0620	-0,0465	-0,0154
6,50	0,0970	0,0418	-0,1537	0,2717	-0,9990	0,0150	-0,0451	-0,6434	-0,0600	-0,0451	-0,0150



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Achmad Ferdiana	97 511 363	Teknik Sipil
2.	Inmirian Fahtomi	97 511 412	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Alkyl Imidazolin sebagai Additive terhadap Karakteristik Marsh ill Pada HRA

PERIODE KE : III (Mar 05 - Agst 05)

TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 24-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
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 : Subarkah,Ir,MT



Jogjakarta , 24-Mar-05
 a.n. Dekan

(Signature)
 Ir.H.Munadhir, MS

Seminar : _____
 Sidang : _____
 Pendadaran : _____



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : III (Mar 05 - Agst 05)

TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 24-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Achmad Ferdiyana	97 511 363	Teknik Sipil
2.	Inmirian Fahtomi	97 511 412	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

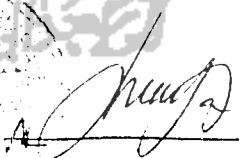
Pengaruh Alkyl Imidazolin sebagai Additive terhadap Karakteristik Marshall Pada HRA

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

Dosen Pembimbing II : Subarkah, Ir, MT



Jogjakarta , 24-Mar-05
a.n. Dekan


Ir. H. Munadhir, MS

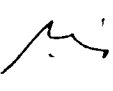
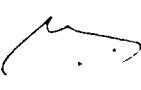
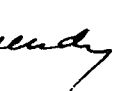


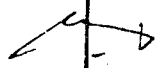
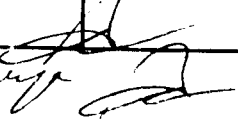

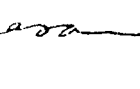
Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
9/9-05	<ul style="list-style-type: none"> - Seputranda ketetapan dalam pembatasan sample (hal 37) - Edit yg sempit, korreksi - Konsultasi bentuk, bentuk yg saja korreksi konsep ditampikan 	
14/9-05	<ul style="list-style-type: none"> - Mengunjungi dokter pustaka - Konsultasi ke DPT - Bida DPT Endok, sekujur, longgar seminar 	
19/09-05	<p>Perbaikan Metodologi, bagian pustaka yg terkait dg HRA saja, dan diakhir pole teori - PBI 544</p> <p>Tambahan lagi Tarik Tak Longgar, by Kennedy diajarkan sangat ut. up. Colleson</p>	
24/09-05	<p>Prinsip proposal tetap ditunjukkan ke DPT</p>	
26/09-05	<ul style="list-style-type: none"> - Pelaksanaan Seminar 	
22/10-05	<p>Dibahas lebih dalam ke penyebab perubahan suatu parameter - akibatnya dg gejala perubahan pd parameter.</p>	
02/08-05	<p>Dibahas lebih detail -> akar penyebabnya</p>	
18/08-05	<p>Penyempurnaan penulisan</p>	
27/08-05	<p>Referensi dimasukkan dan pembalasan tau situs internet</p>	
07/09-05	<p>Kesimpulan/soalan dan literasi</p>	