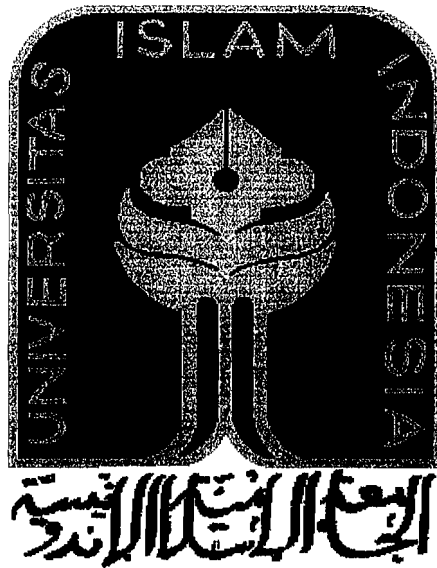


TUGAS AKHIR

**PENGARUH BAHAN TAMBAH *POLYVINYL CHLORIDE (PVC)* PADA
HOT ROLLED ASPHALT TERHADAP *MARSHALL PROPERTIES* DAN
MODULUS RESILIENT DENGAN UJI TARIK TAK LANGSUNG
BEBAN STATIS**



Disusun oleh :

ADI WIBOWO 98 511 254

BUDI RAHMAWATI 98 511 074

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

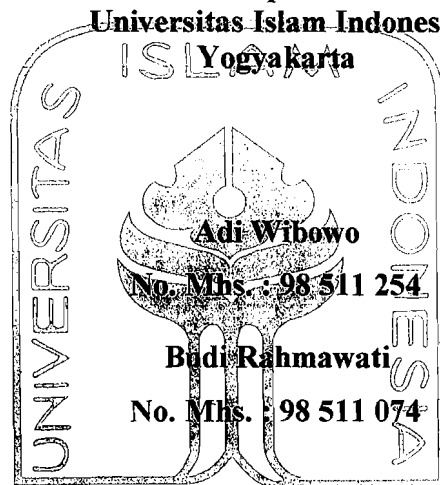
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2003

TUGAS AKHIR

**PENGARUH BAHAN TAMBAH *POLYVINYL CHLORIDE (PVC)* PADA
HOT ROLLED ASPHALT TERHADAP *MARSHALL PROPERTIES* DAN
MODULUS RESILIENT DENGAN UJI TARIK TAK LANGSUNG
BEBAN STATIS**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**



Adi Wibowo

No. Mhs. : 98 511 254


Budi Rahmawati

No. Mhs. : 98 511 074




Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Subarkah, MT.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 23-08-2003

Miftahul Fauziah, ST. MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 23 Agustus 2003

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan persembahan akhir untuk mencapai gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sipil yang disusun berdasarkan penelitian di laboratorium, dengan judul **“PENGARUH BAHAN TAMBAH *POLYVINYL CHLORIDE (PVC)* PADA *HOT ROLLED ASPHALT* TERHADAP *MARSHALL PROPERTIES* DAN *MODULUS RESILIENT* DENGAN UJI TARIK TAK LANGSUNG BEBAN STATIS”**.

Ucapan terima kasih tidak lupa kami ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini :

1. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Ir. H. Munadir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Ir. Subarkah, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Miftahul Fauziah, ST. MT. selaku Doen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Ir. H. Balya Umar, MSc. Selaku dosen tamu pendadaran Tugas Akhir.
6. Bapak Sukamto dan Pranoto yang telah memberikan bantuan penelitian di laboratorium Jalan Raya.

7. Kedua orang tua dan saudara-saudara kami yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan, baik moral maupun material dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

“Tiada gading yang tak retak “, demikian juga dengan skripsi ini. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini sangat jauh dari sempurna, sehingga membutuhkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan penulisan diwaktu mendatang. Bila ada kelebihan dalam penulisan ini semata-mata hanyalah anugerah yang dititipkan Allah SWT kepada penulis yang masih awam akan pengalaman, dan bila ada kekurangan dalam penulisan ini maka itu adalah kesalahan penulis yang pada hakekatnya hanyalah seorang manusia biasa yang tempatnya salah dan lupa.

Akhir kata semoga persembahan akhir ini berguna, khususnya bagi kami sendiri selaku penyusun dan bagi siapa saja yang telah membaca Tugas Akhir ini.

Wasslamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Agustus 2003

Penyusun

My Special Thanks

- *Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kehidupan serta kesehatan kepadaku, sehingga aku bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.*
- *Bapak dan ibuku tercinta, terima kasih atas semua dukungan, doa, restu dan segala yang telah kalian berikan untukku, sehingga aku bisa mengerjakan tugas akhirku dengan baik.*
- *My lovely sister Mbak Dian, dan Twins brother Kokok, trims banget pokoknya paling disayang wae.*
- *Mr. Subarkah and Mrs. Miftah, terima kasih atas bimbingan dan kesabarannya selama ini, tanpa Bapak dan Ibu kami tidak akan dapat menjadi seperti sekarang ini.*
- *Rahmaku tercinta dan tersayang, Tinul, dan Kiky imut terima kasih atas dukungan dan doanya yang selama ini telah kamu berikan.*
- *Pak Kamto dan Pak Pranoto, maturnuwun kami dibantuin, diajarin, waktu penelitian di Lab Jalan Raya.*

wowox

My Special Thanks

- *Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kehidupan serta kesehatan kepadaku, sehingga aku bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.*
- *Bapak dan mamiku tercinta, terima kasih atas semua dukungan, doa, restu dan segala yang telah kalian berikan untukku, sehingga aku bisa menyelesaikan tugas akhirku dengan baik.*
- *Wowok tersayang, Tinul, dan Kiky imut makacihi banget atas dukungan dan doanya selama ini, special toex Tinoel ayo mbul semangat!*
- *Mr. Subarkah and Mrs. Miftah, terima kasih atas bimbingan dan kesabarannya selama ini, tanpa Bapak dan Ibu kami tidak akan dapat menjadi seperti sekarang ini.*
- *Adi Wibowo "You Are the best", akhirnya kita bisa selesai juga ya, Mas.*
- *Pak Kamto dan Pak Pranoto, maturnuwun kami dibantuin, diajarin, waktu penelitian di Lab Jalan Raya.*
- *All my friend in Civil Dept (Bram, Wening, Aji, Didik'99, mas Yan pokoknya sesama bimb P'Barkah & Bu'Mif) dan semua temanku C'98 paling oke! Zeni, Ika, Nining, Reni, Yani, Uul in Orange Hause makacihi doanya ya!*

Rahma

Thanks To

Dearlly :

Motor Tiger 2000 AB 3867 BY dan Suzuki Shogun AD 3984 BV yang telah setia menemaniku kuliah dari awal sampai akhir kuliah, ...thanks to all of my family, ...Sabdo dan Mira sebagai sahabat sejatiku thanks be my friends selama kuliah,...Mas Yanuar (sing koplak), Mas Jasun dan Mas Arya (thank's banget bantu nyariin judul TA ku), Mas Akbar dan Mas Didik (sesama temen bimbingan TA P'Barkah), Mas Dwi dan Mas Sulton (sing nambah PD ku) Bram (sing koclok), Wening, Buntara, Didik 99, Yani dan Lilik (semoga langgeng selamanya), anggota kost orange (Zeni, Ika, Reni, dan Nining), Mas Boni dan Mas Imam (temen bimbingan TA Bu Miftah) and the temen-temen transportku semuanya yang nggak bisa aku sebutin satu-persatu pokok'e angkatan 98 thanks bianget atas dukungan dan do'anya he...he...he..., uhuiii...akhiru aku jadi tukang insinyur gelare ST...To be continued...(pengine sich S2 AMIN 7X YA ROBAL ALAMIIN....) ben pinter koyo P' Barkah & Bu Mif

Rahma and Wowox

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GRAFIK | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| INTI SARI | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Penelitian..... | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Aspal..... | 5 |
| 2.2 <i>Hot Rolled Asphalt</i> (HRA)..... | 6 |
| 2.3 Agregat..... | 6 |
| 2.3.1 Agregat Kasar..... | 7 |
| 2.3.2 Agregat Halus..... | 7 |
| 2.3.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)..... | 7 |
| 2.4 Bahan Tambah (<i>Additive</i>)..... | 7 |
| 2.5 Campuran Aspal..... | 10 |
| 2.6 Penelitian Sebelumnya..... | 10 |
| | |
| BAB III LANDASAN TEORI | |
| 3.1 Konstruksi Perkerasan..... | 13 |
| 3.2 Perkerasan Lentur Jalan Raya..... | 15 |
| 3.3 Bahan Perkerasan..... | 16 |

| | | |
|---------------|---|----|
| | 3.3.1 Agregat..... | 16 |
| | 3.3.2 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)..... | 18 |
| | 3.3.3 Aspal..... | 18 |
| | 3.4 Karakteristik Perkerasan..... | 20 |
| | 3.4.1 Stabilitas..... | 20 |
| | 3.4.2 Durabilitas..... | 20 |
| | 3.4.3 Fleksibilitas..... | 21 |
| | 3.4.4 Workabilitas..... | 21 |
| | 3.4.5 <i>Fatigue Resistance</i> | 22 |
| | 3.5 Karakteristik <i>Marshall</i> | 22 |
| | 3.5.1 Karakteristik <i>Marshall</i> | 22 |
| | 3.5.2 Stabilitas..... | 23 |
| | 3.5.3 <i>Flow</i> | 24 |
| | 3.5.4 <i>Density</i> | 24 |
| | 3.5.5 <i>Void Filled Asphalt</i> (VFWA)..... | 25 |
| | 3.5.6 <i>Void In Total Mix</i> (VITM)..... | 26 |
| | 3.5.7 <i>Marshall Quotient</i> (MQ)..... | 27 |
| | 3.5.8 <i>Imersion Test</i> | 28 |
| | 3.6 <i>Modulus Resilient</i> | 29 |
| | 3.6.1 Pengujian Tarik Tak Langsung beban Statis.... | 30 |
| BAB IV | IIIPOTESA | 32 |
| BAB V | METODE PENELITIAN | |
| | 5.1 Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian..... | 33 |
| | 5.1.1 Lokasi Penelitian..... | 33 |
| | 5.1.2 Bahan Penelitian..... | 33 |
| | 5.1.3 Alat Penelitian..... | 33 |
| | 5.2 Proses Penelitian..... | 35 |
| | 5.3 Cara memperoleh Data..... | 38 |
| | 5.3.1 Pengujian Bahan | 38 |
| | 1. Pengujian Agregat Kasar..... | 38 |
| | 2. Pengujian Bahan Ikat Aspal..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 5.3.2 Perencanaan Campuran..... | 39 |
| 1. Perencanaan Campuran Aspal biasa..... | 40 |
| 2. Perencanaan Campuran Aspal <i>PVC</i> | 41 |
| 5.3.3 Pengujian Campuran..... | 42 |
| 1. <i>Marshall Test</i> | 42 |
| 2. Uji tarik Tak Langsung (<i>Indirect Tensile Test</i>)..... | 43 |
| 5.4 Analisis..... | 45 |
| 1. Berat Jenis..... | 45 |
| 2. Berat Jenis Agregat..... | 45 |
| 3. Stabilitas..... | 46 |
| 4. <i>Flow</i> | 46 |
| 5. <i>Density</i> | 47 |
| 6. <i>Void Filled With asphalt (VFWA)</i> | 47 |
| 7. <i>Void In Total Mix (VITM)</i> | 47 |
| 8. <i>Marshall Quotient (MQ)</i> | 47 |

BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 6.1 Hasil Penelitian..... | 48 |
| 6.1.1 Hasil Pengujian Material..... | 48 |
| 6.1.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum..... | 49 |
| 6.1.3 Hasil Pengujian campuran Aspal..... | 51 |
| 1. Pengujian <i>Marshall</i> | 51 |
| 2. Pengujian Tarik Tak langsung (<i>Indirect Tensile Test</i>)..... | 52 |
| 6.2 Pembahasan Sifat <i>Marshall</i> | 53 |
| 6.2.1 <i>Marshall Properties Standar</i> | 53 |
| 1. Stabilitas..... | 53 |
| 2. <i>Flow</i> | 55 |
| 3. <i>Void In Total Mix (VITM)</i> | 57 |
| 4. <i>Void Filled With Asphalt (VFWA)</i> | 59 |
| 5. <i>Density</i> | 60 |

| | |
|--|----|
| 6. <i>Marshall Quotient</i> | 62 |
| 7. <i>Void Mix Agregat (VMA)</i> | 64 |
| 6.2.2 <i>Marshall Properties Rendaman 24 jam</i> | 66 |
| 1. <i>Stabilitas Marshall</i> | 66 |
| 2. <i>Flow (Kelelehan)</i> | 66 |
| 3. <i>Retained marshall Stability</i> | 68 |
| 4. <i>Marshall Quotient</i> | 70 |
| 6.2.3 <i>Indirect Tensile Test</i> | |
| (Pengujian Tarik Tak Langsung)..... | 72 |
| 1. <i>Angka Poisson</i> | 72 |
| 2. <i>Modulus Resilient</i> | 74 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 7.1 Kesimpulan | 77 |
| 7.2 Saran..... | 79 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GRAFIK

- Gambar 6. 1. Grafik Hubungan antara Stabilitas dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 2. Grafik Hubungan antara *Flow* dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 3. Grafik Hubungan antara VITM dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 4. Grafik Hubungan antara VFWA dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 5. Grafik Hubungan antara *Density* dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 6. Grafik Hubungan antara MQ dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 7. Grafik Hubungan antara VMA dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 8. Grafik Hubungan antara Stabilitas dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 9. Grafik Hubungan antara *Flow* dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6.10. Grafik Hubungan antara *Retained Marshall Stability* dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 11. Grafik Hubungan antara MQ dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 12. Grafik Hubungan antara Angka *Poisson* dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6.14. Grafik Hubungan antara *Modulus Resilient* dengan Kadar *Additive PVC*
Gambar 6. 15. Grafik Hubungan antara *Load* dengan Angka *Poisson*

DAFTAR TABEL

| | |
|------------|---|
| Tabel 2.1 | Macam-macam bahan <i>Additive</i> |
| Tabel 3.1 | Persyaratan Gradasi Agregat Kasar <i>Hot Rolled Asphalt</i> |
| Tabel 3.2 | Persyaratan Gradasi Agregat Campuran <i>Hot Rolled Asphalt</i> |
| Tabel 3.3 | Persyaratan Beberapa Jenis Aspal |
| Tabel 3.4 | Persyaratan Nilai Spesifikasi <i>Marshall Properties</i> |
| Tabel 5.1 | Persyaratan Agregat Kasar |
| Tabel 5.2 | Persyaratan Aspal AC 60 – 70 |
| Tabel 5.3 | Perencanaan Campuran |
| Tabel 6.1 | Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar |
| Tabel 6.2 | Hasil Pengujian Agregat Halus |
| Tabel 6.3 | Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60 - 70 |
| Tabel 6.4 | Hasil Pemeriksaan <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i> |
| Tabel 6.5 | Hasil Karakteristik <i>Marshall</i> pada Masing-masing Kadar Aspal |
| Tabel 6.6 | Pencentuan Kadar Aspal Optimum Secara Grafik |
| Tabel 6.7 | Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Rendaman 30 Menit Campuran HRA dengan <i>PVC</i> |
| Tabel 6.8 | Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Rendaman 24 jam Campuran HRA dengan <i>PVC</i> |
| Tabel 6.9 | Hasil Pengujian Tarik Tak Langsung Campuran HRA dengan <i>PVC</i> |
| Tabel 6.10 | Hasil Perhitungan <i>Modulus Resilient</i> |
| Tabel 6.8 | Angka <i>Poisson</i> Campuran HRA dengan <i>PVC</i> |
| Tabel 6.9 | <i>Modulus Resilient</i> campuran HRA dengan <i>PVC</i> |

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
 - 1-A. Kadar Aspal 5%, 5,5 %, 6 %, 6,5 %, dan 7 %
 - 1-B. Kadar *PVC* 1% sampai dengan 5% pada Kadar Aspal Optimum 6,106%
2. Lampiran Pemeriksaan Berar Jenis Agregat Kasar
3. Lampiran Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
4. Lampiran Pemeriksaan Keausan Agregat (*Abrasi Test*)
5. Lampiran Pemeriksaan *Sand Equivalent Data*
6. Lampiran Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
7. Lampiran pemeriksaan Berat Jenis *PVC*
8. Lampiran Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
9. Lampiran Pemeriksaan Kelarutan *CCL₄* (*Solubility*)
10. Lampiran Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
11. Lampiran Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
12. Lampiran Pemeriksaan Daktilitas (*Ductility*) / Residu
13. Lampiran Pemeriksaan Penetrasi Aspal
14. Lampiran Perhitungan *Marshall Test* dan *Imersion*
 - 14-A. *Marshall Test* Rendaman biasa
 - 14-B. *Marshall Test* Rendaman 24 jam
15. Lampiran pemeriksaan Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*)
 - 15-A. Hasil Perhitungan Angka *Poisson*
 - 15-B. Hasil Perhitungan *Modulus Resilient*

INTI SARI

Hot Rolled Asphalt merupakan bahan lapis permukaan yang mempunyai kemampuan dalam menahan beban lalu lintas tetapi mempunyai kekurangan diantaranya kurang tahan terhadap deformasi. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan perkerasan menahan deformasi adalah dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additive*) kedalam aspal yang berupa Polyvinyl Chloride (PVC). PVC ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi, dan memiliki gaya kuat tarik yang cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku bahan tambah PVC terhadap Marshall Properties, kemampuannya dalam menerima beban statis dengan uji tarik tak langsung dan mengetahui Modulus Resilient campuran HRA.

Penelitian dilakukan dengan cara uji Marshall dan Pengujian Tarik Tak Langsung Beban Statis (*Indirect Tensile Test*). Pengujian Marshall dibedakan menjadi dua yaitu Marshall dengan rendaman biasa dan rendaman 24 jam didasarkan pada spesifikasi Bina Marga tahun 1987. Pengujian Tarik Tak Langsung Beban Statis dilakukan dengan *Universal testing Machine (UTM)*, dari pengujian ini dapat diketahui besarnya tegangan dan regangan serta nilai Modulus Resilient (M_R) campuran. Kadar aspal yang digunakan untuk mencari kadar aspal optimum adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%, variasi PVC yang digunakan adalah 1% sampai dengan 5% pada kadar aspal optimum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penggunaan *additive* PVC 0% sampai 1%, nilai stabilitas mengalami kenaikan, dan turun pada PVC 2% sampai dengan 5%. Nilai *flow*, *VFWA*, dan *density* mengalami kenaikan pada kadar *additive* PVC 0% sampai dengan 5%, sebaliknya nilai *VITM*, dan *VMA* mengalami penurunan. Nilai stabilitas pada uji Marshall rendaman 24 jam lebih rendah dibanding dengan nilai stabilitas pada uji Marshall rendaman biasa, sedangkan nilai *flow* pada uji Marshall rendaman 24 jam cenderung lebih tinggi dibanding dengan nilai *flow* pada uji Marshall rendaman biasa. Pengujian Tarik Tak Langsung Beban Statis didapatkan angka *poisson* terendah dicapai pada kadar *additive* PVC 1% dan menghasilkan nilai Modulus Resilient terbesar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk di Indonesia yang tinggi dan perekonomian masyarakat menjadi persoalan utama. Pembangunan prasarana jalan sebagai tulang punggung perekonomian mutlak diperlukan, terutama dalam hal pendistribusian bahan pangan. Prasarana jalan yang aman dan nyaman menjadi suatu keharusan dalam perencanaan perkerasan, banyak ragam perkerasan jalan telah digunakan, *Hot Rolled Asphalt* salah satunya.

Hot Rolled Asphalt merupakan lapis perkerasan yang dipergunakan pada lapisan pondasi dan lapisan permukaan sehingga dalam hal ini *HRA* harus mempunyai kemampuan dalam menahan beban lalu lintas yang bekerja, dapat menahan deformasi yang terjadi pada perkerasan, ketahanan terhadap cuaca dan mudah dalam pengerjaannya. *Hot Rolled Asphalt* juga mempunyai kekurangan diantaranya kurang tahan terhadap deformasi yang terjadi di lapangan.

Beban yang terjadi pada perkerasan jalan akan disalurkan oleh perkerasan pada tanah dasar secara merata. Akibat penyebaran tegangan beban lalu lintas, jika beban yang terjadi terlalu besar dan berulang-ulang maka akan terjadi akumulasi regangan sehingga menyebabkan retak-retak pada lapisan beraspal sampai ke permukaan dan dapat menyebabkan deformasi permanen pada lapisan tanah dasar, sehingga menyebabkan terjadinya deformasi secara keseluruhan pada sistem perkerasan.

Dalam mengatasi beban sejajar sumbu dan regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas, lapisan perkerasan memerlukan kemampuan yang lebih baik dalam menahan beban yang ada. *HRA* sebagai lapisan non struktural membutuhkan kemampuan ini. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan perkerasan dalam menerima beban dan regangan adalah dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additive*) kedalam aspal yang berupa *Polymer*. Dengan penambahan *additive* tersebut diharapkan dapat meningkatkan fleksibilitas campuran *HRA*. Banyak aspal dengan modifikasi *polymer* telah diproduksi di luar negeri dan tentu saja harganya sangat mahal. Oleh karena itu pengembangan ilmu modifikasi *polymer* di Indonesia sangat diperlukan.

Polyvinyl Chloride merupakan salah satu jenis *polymer*, bahan ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi, dan memiliki gaya kuat tarik yang cukup tinggi. *Polyvinyl chloride* merupakan *polymer thermoplastic* dan dalam hal ini dapat pula digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan *polymer* modifikasi, sehingga apabila *additive* ini digunakan dalam campuran *HRA* diharapkan perkerasan dapat mempunyai fleksibilitas yang cukup dalam hal ini lebih plastis, kemampuan untuk menyerap energi beban dalam jangkauan elastis dan dapat mengurangi jumlah persentase rongga yang berlebihan akibat keterlambatan pelaksanaan pematatan di lapangan.

Modulus Resilient merupakan perbandingan antara tegangan *deviator* dengan regangan *recoverable* dalam batas elastik, sehingga tidak sampai menimbulkan keruntuhan (*failure*) pada campuran.

Atas pertimbangan di atas, maka dicoba dilakukan penelitian sampai sejauh mana pengaruh penambahan *polyvinyl chloride (PVC)* pada campuran *HRA* terhadap

Marshall Properties, dan *Modulus Resilient*, pembebanan dalam hal ini menggunakan beban statis.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui perilaku campuran *HRA* dengan bahan tambah *Polyvinyl chloride (PVC)* dengan tinjauan terhadap *Marshall Properties (Stability, Density, VFWA, VITM, dan MQ)*.
2. Membandingkan hasil campuran aspal *polyvinyl chloride* dengan campuran aspal tanpa bahan tambah *polyvinyl chloride* pada temperatur pemadatan yang sama di lapangan dengan jenis lalulintas berat.
3. Mengetahui perilaku campuran *HRA* mengenai kemampuannya dalam menerima beban statis dengan uji tarik tak langsung dan mengetahui *Modulus Resilient*.

1.3 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui sejauh mana manfaat penggunaan *additive polyvinyl chloride* pada campuran *HRA* dalam mengatasi permasalahan yang terjadi di lapangan, yaitu berupa deformasi horisontal dan vertikal akibat beban statis pada suhu tinggi, dan dapat diperoleh pertimbangan pemikiran untuk perancangan konstruksi lapis keras dengan metode analitis. Dari hasil penelitian diharapkan dapat dihasilkan lapisan keras lentur jalan yang berkinerja lebih baik, dapat menahan beban lalulintas tanpa mengalami kerusakan yang berarti selama masa layan.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk memperjelas lingkup permasalahannya dan untuk mempermudah dalam menganalisis, maka dibuat batasan-batasan yang meliputi:

1. Bahan tambah yang digunakan adalah *polyvinyl chloride*, dengan variasi kadar 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap Kadar Aspal Optimum. *Polyvinyl chloride* diperoleh dari PT. WAVIN DUTA JAYA
2. Aspal yang digunakan adalah jenis aspal minyak AC 60/70, dengan variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% terhadap berat total campuran. Aspal minyak diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Transportasi, Universitas Islam Indonesia.
3. *Filler* yang digunakan adalah abu batu.
4. Gradasi agregat direncanakan berdasarkan spesifikasi campuran *HRA* sesuai *British Standard Institution*, 594 (1985).
5. Jenis lalulintas yang digunakan adalah lalulintas berat.
6. Penelitian hanya berdasarkan pada *Marshall Test* dan Uji Tarik tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) dengan beban statis (adalah pembebanan pada arah vertikal yang dilakukan dengan penambahan kecepatan pembebanan tetap 5 mm/menit pada kondisi tidak bergerak).
7. Temperatur pengujian *Indirect Tensile Test* pada suhu 60°C.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak. Aspal yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen (Sukirman, 1999).

Aspal yang sering digunakan dalam pelaksanaan dilapangan khususnya di Indonesia adalah aspal keras hasil destilasi minyak bumi dengan jenis AC 60/70 dan AC 80/100. Aspal jenis ini dipilih dalam pertimbangan penetrasi aspal relatif lebih rendah sehingga aspal tersebut dapat dipakai pada lalu lintas tinggi, tahan terhadap cuaca panas (Sukirman, 1999).

Aspal mempunyai sifat-sifat tersendiri yaitu akan melembek secara berangsur-angsur bila dipanaskan dan mempunyai sifat lebih kedap air serta memiliki daya lekat (*adhesi*) yang baik. Aspal didapat dari penyulingan minyak bumi dan endapan alami. Fungsi aspal didalam campuran adalah sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga diharapkan dapat memberikan kekuatan yang lebih besar dibandingkan kekuatan masing-masing agregat itu sendiri (Krebs and Walker, 1971)

2.2 *Hot Rolled Asphalt (HRA)*

Hot Rolled Asphalt merupakan konstruksi perkerasan lentur yang pertama kali dikembangkan oleh Inggris. *HRA* digunakan sebagai *wearing course*.

Gradasi yang digunakan dalam campuran *HRA* adalah gradasi timpang (*gap graded*), dan sifat mekanis berasal dari kekuatan mortar. Sifat *HRA* mudah dipadatkan, mempunyai kekedapan yang cukup terhadap air, dan ketahanan terhadap retak (Hunter, 1994).

2.3 Agregat

Agregat adalah material perkerasan berbutir yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan, terdiri dari tiga kelompok berdasarkan mutu, yaitu kelas A kelas B dan kelas C, dibedakan dari gradasi dan sifat material (Hendarsin, 2000). Fungsi agregat dalam campuran adalah menerima beban yang dipikul oleh perkerasan jalan (Sukirman, 1999).

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar (Sukirman, 1999).

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95 % agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85 % agregat berdasarkan persentase volume. Agregat biasa digunakan dalam campuran beraspal dibagi dalam tiga kelompok yaitu agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) (Sukirman, 1999).

2.3.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah bagian perkerasan yang mendukung stabilitas perkerasan secara mekanik. Agregat kasar merupakan material yang tertahan saringan No. 4 menurut ASTM atau lebih besar 2 mm menurut AASHTO (Suprpto, 2000).

2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah bahan yang terletak di antara yang lewat saringan No. 4 dan tertahan saringan No. 200. Agregat halus yang digunakan dalam campuran harus bersih, keras, awet, bebas dari Lumpur atau debu, dan bahan organik (Henda dan Susanto, 1999). Kombinasi pada lapis perkerasan harus mempunyai kemampuan dalam pendistribusian tegangan akibat beban yang diterima perkerasan aspal, sehingga lapisan dibawahnya tidak mengalami pembebanan berlebih (Hunter, 1994).

2.3.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Filler adalah sekumpulan mineral agregat yang lolos saringan No. 200. *Filler* atau bahan pengisi ini akan mengisi rongga diantara partikel agregat guna mengurangi besarnya rongga (Sukirman, 1999).

2.4 Bahan Tambah (*Additive*)

Pada konstruksi perkerasan, bahan aspal digunakan sebagai bahan pengikat antara batuan atau agregat, sehingga membentuk suatu konstruksi yang kuat apabila dilintasi kendaraan. Sifat aspal akan berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh yang akhirnya daya adesinya terhadap partikel agregat akan

berkurang. Perubahan ini dapat diatasi atau dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah - langkah yang baik dalam proses pelaksanaan (Sukirman, 1999).

Agar dapat mempertahankan keawetan perkerasan dan mutu aspal, maka daya *adhesi* aspal itu sendiri harus besar, sehingga diperlukan *additive* untuk menaikkan kelekatan aspal pada agregat atau mempertahankan kelekatan aspal pada agregat, yang dapat bekerja memperbaiki sifat fisik maupun mekanis aspal.

Campuran aspal juga harus mempunyai fleksibilitas tinggi. *Additive* juga dapat memperbaiki atau menambah fleksibilitas campuran yang kurang memadai dalam menerima dan menahan deformasi, dan pengaruh iklim yang terjadi. Berbagai macam tipe *additive* dan contoh dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Macam-macam bahan *additive*

| Tipe | Contoh |
|--|---|
| 1. <i>Extender</i> | <i>Sulfur</i> <i>Sulfur & lignin</i> |
| 2. <i>Rubber</i> a) <i>Natural Latex</i> b) <i>Syntetic Latex</i> c) <i>Block Copolimer</i> d) <i>Reclaimed Rubber</i> | <i>Natural rubber</i> <i>Styrene – Butadiene (SBR)</i> <i>Styrene – Butadiene (SBC)</i> <i>Recycled – Tirres</i> |
| 3. <i>Plastic</i> | <i>Polyethyelene</i> <i>Polypropylene</i> <i>Ethyelene Vinyl Acetate (EVA)</i> <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i> |

Lanjutan Tabel 2.1.

| Tipe | Contoh |
|------------------------|--|
| 4. <i>Combination</i> | <i>Blend of Polymer in 3 & 4</i> |
| 5. <i>Fiber</i> | <i>Natural Rock Wool</i> <i>Man Made</i> <i>Polypropyelene</i> <i>Polyester</i> <i>Fiber Glass</i> |
| 6. <i>Oxidant</i> | <i>Manganese Salt</i> |
| 7. <i>Anti Oxidan</i> | <i>Load Compounds, Carbon, Calsium, Salt.</i> |
| 8. <i>Hydro Carbon</i> | <i>Recycling and Rejuveneting oils</i> <i>Hardening and Natural asphalt</i> |
| 9. <i>Anti Strip</i> | <i>Amines, Lime</i> |

Sumber: Robert, F. L. etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999.

Polyethyelene, polypropylene, polyvinyl chloride, polystyrene, dan ethylene Vinyl Acetate (EVA) adalah jenis *polymer termoplastic* yang biasa digunakan sebagai bahan tambah pada perkerasan jalan.

Polyvinyl Chloride merupakan bahan tambah (*additive*) yang termasuk dalam *polymer termoplastic*, mempunyai sifat :

1. Fleksibilitas tinggi

2. *Tensile strength* cukup tinggi
3. Titik cair 95° C

Penambahan bahan ini diharapkan dapat memperbaiki fleksibilitas perkerasan dalam menerima dan menahan deformasi akibat beban yang terjadi (*Hatch & Matar, 1981*).

2.5 Campuran Aspal

Konstruksi perkerasan lentur merupakan campuran antara aspal dan agregat. Aspal dalam campuran bersifat sebagai perekat dan pengisi, sedangkan agregat berfungsi sebagai tulangan struktur perkerasan yang memberikan nilai stabilitas dan kekakuan. Berdasarkan kemampuan dalam mendistribusikan beban, campuran dibedakan atas campuran yang memiliki nilai struktural dan campuran yang tidak memiliki nilai struktural.

HRA merupakan campuran bergradasi senjang dengan kandungan mortar, campuran antara agregat halus, *filler* dan aspal antara 50% sampai 80%. Kinerja campuran *HRA* sangat ditentukan oleh kinerja mortar. Campuran ini memiliki durabilitas yang tinggi, kedap air, dan lebih mudah dihamparkan serta dipadatkan.

2.6 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sejenis tentang penggunaan *additive* polimer pernah dilakukan antara lain adalah :

1. Pengaruh Penambahan Limbah Ban Karet Sebagai Bahan Tambah Pada *Hot Rolled Asphalt* berdasarkan Sifat – sifat *Marshall* oleh M. Agus Hana Sikpri dan Emmie Fathkunnajah (2002). Hasil yang didapat bahwa penambahan limbah ban karet pada campuran *HRA* dapat meningkatkan

karakteristik *Marshall*, yaitu meningkatkan nilai stabilitas, nilai *flow*, nilai VFWA, dan memperkecil nilai VITM.

2. Pengaruh Penurunan Temperatur Pemadatan Pada *Hot Rolled Asphalt* dengan Bahan Tambah Limbah Ban Karet Terhadap Angka *Poisson* dan Deformasi Plastis, oleh Ariya Asghara dan Djasun Dasa Eka (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan suhu pemadatan berpengaruh pada sifat *Marshall*, diantaranya penurunan nilai stabilitas, nilai *flow*, nilai VFWA, dan meningkatkan nilai VITM. Penambahan ban karet menghasilkan nilai *poisson* yang lebih tinggi dan lebih tahan terhadap deformasi plastis yang terjadi.
3. Pemanfaatan Limbah Plastik Keras Sebagai Bahan Tambah (*Additive*) pada campuran beton aspal (*Asphalt Concrete*) oleh Nelfi Susianti (1999). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan kadar *additive* dari 0% sampai 0,45% menyebabkan nilai *density*, stabilitas, VFWA, *flow*, dan *Marshall Quotient* secara garis besar naik. Sebaliknya nilai VITM mengalami penurunan. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 1988 didapatkan kadar aspal optimum pada kadar *additive* 0% sebesar 6,09%, pada kadar *additive* 0,15% sebesar 5,88% pada kadar *additive* 0,3% sebesar 5,87% dan pada kadar *additive* 0,45% sebesar 5,54%. Berdasarkan hasil diatas limbah plastik keras dapat digunakan sebagai *additive* dalam campuran beton aspal dengan kisaran *additive* sebesar 0% sampai 0,45%.

4. Pengaruh *Poly Ethylene* Sebagai *Additive* Terhadap karakteristik *Marshall* dan Permeabilitas *Hot Rolled Sheet B* (HRS B) oleh Yanuar Dwi Putra (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan kadar *additive* dari 0% sampai 5% menyebabkan nilai stabilitas, *flow*, VFWA, dan *Marshall Quotient* mengalami kenaikan. Sebaliknya nilai VITM, dan VMA mengalami penurunan. Penambahan *Poly Ethylene* menghasilkan koefisien permeabilitas yang lebih rendah dibanding dengan campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan

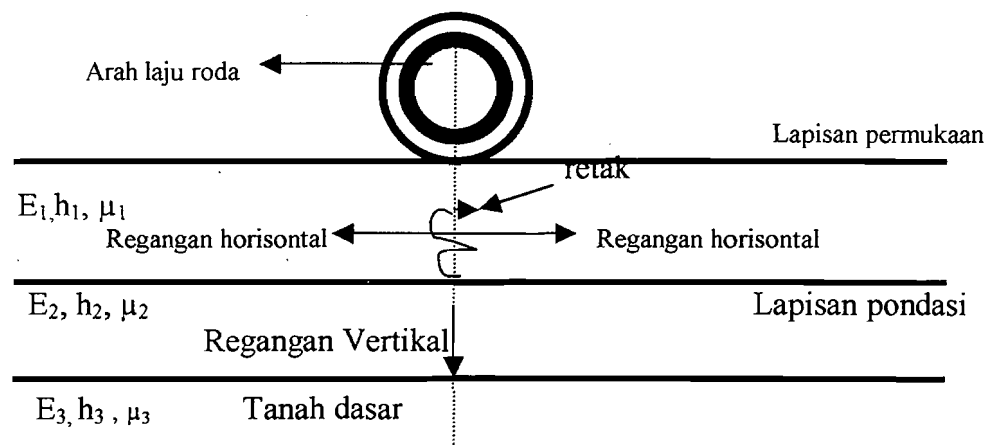
Perkerasan jalan adalah struktur jalan yang dibuat keras yang berfungsi untuk mendukung beban lalu lintas secara aman dan nyaman, selanjutnya beban tersebut diteruskan atau disebarkan kelapis tanah dasar (*subgrade*) sehingga tanah dasar tidak menanggung beban seluruhnya dan beban tidak melampaui daya dukung tanah dasar. Perkerasan dikelompokkan dalam tiga jenis, yaitu seperti dibawah ini.

1. Perkerasan lentur (*fleksible pavement*), perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal.
2. Perkerasan tegar/kaku (*rigid pavement*), perkerasan dengan menggunakan bahan ikat semen.
3. Perkerasan komposit (*composit pavement*), perkerasan menggunakan bahan ikat kombinasi antara aspal dengan semen.

Sampai saat ini perkerasan lentur sering digunakan karena lebih menguntungkan disbanding dengan jenis perkerasan yang lain. Fungsi penting dari lapisan keras secara struktural adalah untuk mendukung beban lalu lintas, kemudian menyalurkan pada tanah dasar secara merata. Fungsi non struktural dari perkerasan lentur antara lain adalah memberikan suatu permukaan yang rata, menahan gaya geser dan beban roda, sebagai lapis aus, dan sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis dibawahnya.

Dalam setiap lapisan sistem perkerasan memiliki nilai modulus elastisitas (E) dan angka *poisson* (μ) yang berbeda, selain sifat fisik lapisan seperti ketebalan

lapisan. Akibat penyebaran tegangan beban lalu lintas akan terjadi regangan tarik horizontal pada lapisan beraspal dan regangan tekan pada lapisan permukaan tanah dasar. Jika beban yang bekerja terlalu besar dan berulang-ulang maka akan terjadi akumulasi regangan sehingga menyebabkan retak-retak pada lapisan beraspal sampai ke permukaan dan terjadi deformasi permanen pada tanah dasar, sehingga mengakibatkan deformasi secara keseluruhan pada sistem perkerasan. Secara grafis dapat dilihat pada Gambar 3.1. berikut.



Gambar 3.1 Pemodelan Sistem Perkerasan

Sumber : Hunter,N, 1994

Dengan melihat sistem perkerasan ini maka dapat dikatakan input dalam pemodelan ini menggunakan metode analitis antara lain:

1. besar tegangan kontak antara roda dan permukaan jalan,
2. modulus elastisitas bahan pembentuk lapisan perkerasan yaitu modulus elastisitas lapisan beraspal dan modulus elastisitas lapisan lekas dan tanah dasar,

3. nilai *poisson* dari bahan-bahan pembentuk lapisan perkerasan, dan
4. selain itu juga tebal masing-masing lapisan pembentuk sistem perkerasan.

1.2 Perkerasan Lentur Jalan

Perkerasan lentur jalan (*fleksible pavement*) adalah suatu lapis perkerasan menggunakan aspal sebagai bahan ikat yang digelar di atas tanah dan mengalami pemadatan serta mempunyai fungsi untuk mendukung beban lalu lintas yang kemudian diteruskan ke tanah dasar di bawahnya, sehingga tanah dasar mampu memikul beban yang lebih besar dari daya dukungnya.

Menurut *Asphalt Technology and Construction Practice (The Asphalt Institute MS-22, 1983)*, konstruksi perkerasan lentur umumnya terbagi atas beberapa lapis sebagai berikut ini.

1. lapis permukaan (*surface course*),
2. lapis pondasi atas (*base course*),
3. lapis pondasi bawah (*sub-base course*), dan
4. lapis tanah dasar (*subgrade*).

Masing-masing lapisan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Fungsi dari masing-masing lapisan adalah sebagai berikut ini.

1. lapisan permukaan (*Surface Course*), berfungsi :
 - a. memberikan suatu permukaan yang rata dan tidak licin,
 - b. mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun horisontal atau gaya geser dari beban kendaraan,
 - c. sebagai lapisan kedap air untuk melindungi lapis dibawahnya, dan
 - d. sebagai lapis aus.

2. lapis pondasi atas (*Base Course*), berfungsi :
 - a. lapis pendukung bagi lapis permukaan,
 - b. pemikul beban horisontal dan vertikal, dan
 - c. lapisan peresapan bagi lapis pondasi bawah.
3. lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*), berfungsi :
 - a. menyebarkan beban roda,
 - b. sebagai lapis peresapan,
 - c. sebagai lapisan yang mencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi, dan
 - d. sebagai lapisan pertama pada pembuatan struktur perkerasan.
4. tanah dasar (*Subgrade*), berfungsi :

tanah dasar merupakan tanah asli, permukaan tanah timbunan atau permukaan tanah galian yang dipadatkan yang berfungsi sebagai dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan.

1.3 Bahan Perkerasan

1.3.1 Agregat

Agregat atau batuan adalah berupa bahan pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lebih baik dari hasil alam (*natural aggregate*), hasil pengolahan (*manufactured aggregate*), maupun agregat buatan (*manufactured aggregate*) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan jalan.

Agregat merupakan komponen utama dari lapis perkerasan jalan yaitu mengandung 90% - 95% agregat berdasarkan presentase volume. Dengan demikian

daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan mineral (Sukirman, 1992).

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan, bentuk tekstur permukaan dan kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dari sifat kimianya (Kerb and Walker, 1971).

British Standard Institution (1985) membagi komposisi agregat kasar, agregat halus, dan agregat campuran untuk *Hot Rolled Asphalt* seperti pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.1. Persyaratan Gradasi Agregat Kasar *Hot Rolled Asphalt*

| | |
|----------------------------|--------------------|
| Tebal lapisan (mm) | 35 |
| Kadar Agregat kasar (%) | 15/30 |
| Ukuran nominal batuan (mm) | 10/14/20 |
| Ukuran saringan (mm) | Lolos saringan (%) |
| 50,0 | - |
| 37,5 | - |
| 28,0 | - |
| 20,0 | 100 |
| 14,0 | 85-100 |
| 10,0 | 0-100 |
| 6,3 | 0-60 |

Sumber : *British Standard Institution*, 1985

Tabel 3.2 Persyaratan Gradasi Agregat Campuran *Hot Rolled Asphalt*

| Ukuran saringan | Persentase lolos saringan (%) | |
|-----------------|-------------------------------|--------------|
| | Spesifikasi | Nilai tengah |
| 12,7mm (1/2'') | 100 | 100 |
| 9,52mm (3/8'') | 85-100 | 92,5 |
| 6,30mm (1/4'') | 60-90 | 75 |
| 2,38mm (# 8) | 60-72 | 66 |
| 0,29mm (# 30) | 25-45 | 35 |
| 0,212mm (# 70) | 15-30 | 22,5 |
| 0,074mm (# 200) | 8-12 | 10 |

Sumber : *British Standard Institution*, 1985

1.3.2 Bahan Pengisi (*Filler*)

Agregat pengisi adalah agregat atau batuan yang sebagian besar lolos saringan no.200 (0,074 mm) tertahan pan. Bahan pengisi ini akan mengisi rongga diantara partikel agregat guna mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kepadatan dan kerapatan dari massa tersebut. *Filler* dapat berupa abu kapur, sement Portland dan abu batu. Pada penelitian ini digunakan abu batu sebagai *filler*.

1.3.3 Aspal

Aspal adalah suatu bahan ikat berbentuk padat atau semi padat berwarna hitam atau coklat tua yang tersusun dari *asphaltenese* dan *maltenese*. Adapun fungsi aspal adalah:

1. Sebagai bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan aspal itu sendiri
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butiran agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Jika dipanaskan sampai temperatur tertentu aspal akan menjadi lunak dan cair sehingga dapat membungkus partikel agregat sewaktu pembuatan campuran. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (Sukirman, 1999).

Aspal termasuk bahan termoplastik yaitu bahan yang viskositasnya akan berubah dengan berubahnya temperatur. Sifat termoplastik sangat menguntungkan dari sudut pelaksanaan konstruksi. Pada viskositas rendah akan dapat membasahi dan menyelimuti batuan yang dicampur sehingga permukaan batuan dapat terselimuti secara merata dan dengan ketebalan yang cukup. Untuk mendapatkan viskositas yang rendah dibutuhkan suhu yang tinggi dengan pemanasan. Pemanasan yang terlalu tinggi berakibat rusaknya sifat-sifat aspal sehingga aspal akan cepat mengeras. Pemanasan yang kurang akan berakibat aspal tidak menyelimuti batuan secara merata, sehingga ikatan antar batuan kurang kuat dan mengurangi kekuatan lapis keras jalan dalam mendukung beban. Persyaratan aspal keras jalan dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Persyaratan Beberapa Jenis Aspal

| No. | Jenis Pemeriksaan | Pen. 40 | | Pen. 60 | | Pen. 80 | |
|-----|---|---------|------|---------|------|---------|------|
| | | Min | Maks | Min | Maks | Min | Maks |
| 1. | Penetrasi 25° C, 100 gr. 5 dtk (0,1 mm) | 40 | 59 | 60 | 79 | 80 | 99 |
| 2. | Titik Lembek (<i>Ring and Ball</i>) (° C) | 51 | 63 | 48 | 58 | 46 | 54 |
| 3. | Titik Nyala (<i>Cleveland Open Cup</i>) (° C) | 200 | - | 200 | - | 200 | - |

Lanjutan Tabel 3.3

| No. | Jenis Pemeriksaan | Pen. 40 | | Pen. 60 | | Pen. 80 | |
|-----|--|---------|------|---------|------|---------|------|
| | | Min | Maks | Min | Maks | Min | Maks |
| 4. | Daktilitas 25° C, 5 cm per menit (cm) | 75 | - | 100 | - | 100 | - |
| 5. | Krlarutan CCL ₄ (%berat) | 99 | - | 99 | - | 99 | - |
| 6. | Berat Jenis 25° C | 1 | - | 1 | - | 1 | - |

Sumber : Bina Marga, 1987

1.4 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik suatu perkerasan akan dinilai baik apabila memenuhi beberapa kriteria, antara lain sebagai berikut ini.

1.4.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik antar aspal.

1.4.2 Durabilitas

Durabilitas menunjukkan tingkat keawetan dan daya tahan lapisan. Untuk menahan keausan akibat pengaruh perubahan cuaca, air dan perubahan suhu atau keausan akibat gesekan kendaraan. Tebal film aspal, nilai *VITM* dan *VFWA* merupakan faktor yang mempengaruhi durabilitas suatu lapis keras campuran panas.

1.4.3 Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan menyesuaikan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang diterima secara berulang tanpa menimbulkan retak (*cracking*) dan perubahan volume. Umumnya fleksibilitas campuran akan tinggi dengan menambahkan kadar aspal berdaktilitas tinggi, mengurangi tebal lapis keras dan menggunakan gradasi agregat yang relatif terbuka.

1.4.4 Workabilitas

Workabilitas adalah kemudahan suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga mencapai tingkat kepadatan yang diinginkan. Workabilitas dapat dicapai dengan meminimalkan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat dari suatu campuran, sehingga memberikan ruang yang cukup untuk aspal agar dapat melekat pada agregat. Dengan demikian campuran aspal dan agregat akan lebih mudah untuk dikerjakan dan dipadatkan. Hal ini berarti campuran dapat dimampatkan lebih banyak sehingga volume menjadi lebih kecil. Selain itu butiran agregat yang bersudut (*angular*) akan mempunyai bidang kontak yang lebih luas sehingga pada saat dipadatkan tidak mudah bergerak. Demikian juga dengan permukaan agregat yang kasar dapat memperkuat daya cengkeram antara aspal dan agregat sehingga tidak mudah bergeser saat dipadatkan. Kadar aspal yang cukup untuk menyelimuti agregat juga mempermudah pengerjaan pada saat penghampanan dan pemadatan.

1.4.5 *Fatigue Resistance*

Adalah ketahanan perkerasan terhadap kelelahan akibat beban yang berulang-ulang (*load repetitions*) dari beban lalu lintas tanpa mengalami retak. Nilai *fatigue resistance* dapat dinaikkan dengan cara mempertinggi kadar aspal, mempertebal lapisan permukaan dan memperkecil rongga terhadap campuran.

1.5 Karakteristik *Marshall*

1.5.1 Karakteristik *Marshall*

Pengujian *Marshall* adalah metode laboratorium untuk memeriksa kinerja kinerja campuran panas yang paling luas penggunaannya. Pada penelitian ini mengacu kepada persyaratan uji *Marshall* yang dikeluarkan oleh Bina Marga yang berlaku di Indonesia dengan jenis lalu lintas yang dipergunakan adalah lalu lintas berat. Spesifikasi ini dapat dilihat pada Tabel 3. 4 berikut ini.

Tabel 3.4. Persyaratan Nilai Spesifikasi *Marshall Properties*.

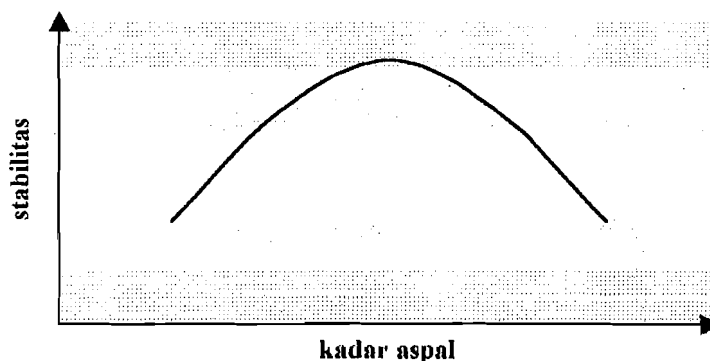
| No | Spesifikasi Jenis Pemeriksaan | Bina Marga 1987 | | |
|----|----------------------------------|-----------------------|---------|---------|
| | | Kepadatan Lalu Lintas | | |
| | | Berat | Sedang | Ringan |
| 1. | Jumlah tumbukan | 2 x 75 | 2 x 50 | 2 x 35 |
| 2. | Stabilitas minimal (kg) | 550 | 450 | 350 |
| 3. | Kelelahan (mm) | 2-4 | 2-4,5 | 2-5 |
| 4. | VITM (%) | 3-5 | 3-5 | 3-5 |
| 5. | VFWA (%) | - | - | - |
| 6. | Indeks Perendaman (%) | 75 | 75 | 75 |
| 7. | <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) | 200-350 | 200-350 | 200-350 |

Sumber : Bina Marga, 1987.

Dari pengujian Marshall menghasilkan *Marshall Properties* yang terdiri atas : stabilitas, *flow*, *density*, VFWA, VITM, *Marshall Quotient*, dan VMA.

3.5.2. Stabilitas

Stabilitas adalah beban maksimal yang dapat didukung oleh sampel benda uji pada suhu 140° F dengan kecepatan pembebanan 2 *inch*/menit. Stabilitas *Marshall* juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan, kekerasan bitumen, dan juga penggunaan bahan tambah seperti polimer (Hunter, 1994). Adapun tipikal hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 3.1. berikut ini.



Gambar 3.1. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

Sumber : Robert, F. L. Etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999

Nilai stabilitas diperoleh dengan persamaan 3.1 berikut :

$$S = p \times q \quad (3.1)$$

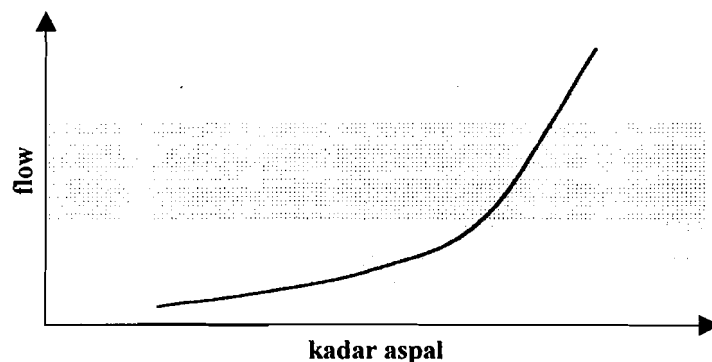
Keterangan : S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

3.5.3 *Flow*

Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah di atas batas maksimum akan cenderung plastis. Apabila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi dibawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Adapun tipikal hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2. Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Aspal
Sumber : Robert, F. L. Etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999

3.5.4 *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 besar semakin meningkat. Besarnya nilai *density* dapat dihitung dengan persamaan 3.2 dan 3.3 berikut ini.

$$g = \frac{c}{f} \quad (3.2)$$

$$f = d - e \quad (3.3)$$

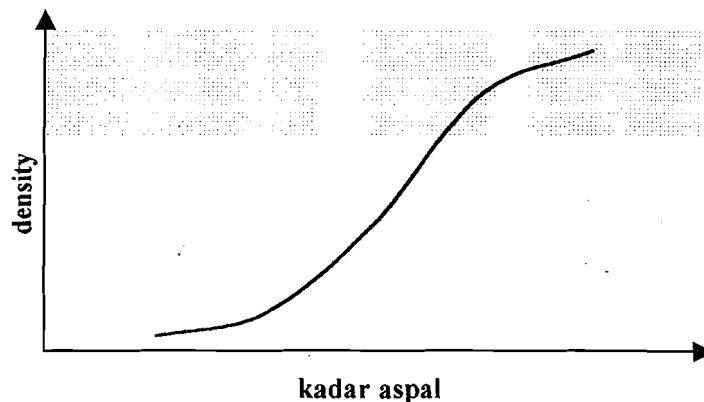
Keterangan : g = Nilai *density* (gr/cc)

c = Berat kering sebelum direndam (gr)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

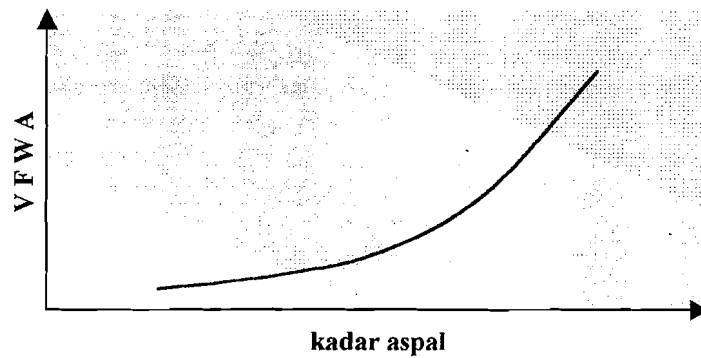


Gambar 3.3. Grafik Hubungan *Density* dengan Kadar Aspal

Sumber : Robert, F. L. Etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999

3.5.5 *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 telah penuh artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal optimum. Adapun tipikal hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4. Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal

Sumber : Robert, F. L. Etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999

Nilai VFWA diperoleh dengan persamaan 3.4 :

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{l} \quad (3.4)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j \text{ Aspal}} \quad (3.5)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_j \text{ Agregat}} \quad (3.6)$$

$$l = 100 - j \quad (3.7)$$

Keterangan : b = Persentase aspal terhadap campuran (gr)

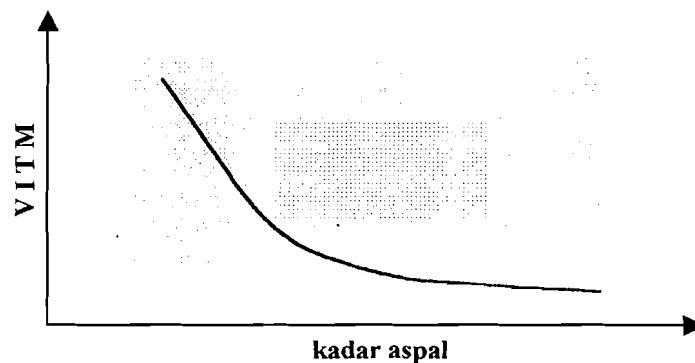
g = Berat isi sampel (gr/cc)

3.5.6 Void In Total Mix (VITM)

VITM adalah persentase rongga udara yang ada terhadap volume campuran.

VITM sama artinya dengan porositas. Nilai VITM akan berkurang bila kadar aspal campuran bertambah, karena rongga antar agregat akan banyak terisi aspal.

Porositas aspal dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi, energi pemadatan dan kadar aspal. Adapun tipikal hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5. Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal
Sumber : Robert, F. L. Etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999

Nilai VITM diperoleh dengan persamaan 3.8 :

$$\text{VITM} = 100 - (100 \times g/h) \quad (3.8)$$

$$h = \frac{100}{\left(\frac{\% \text{ Agregat}}{Bj \text{ Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{Bj \text{ Aspal}} \right)} \quad (3.9)$$

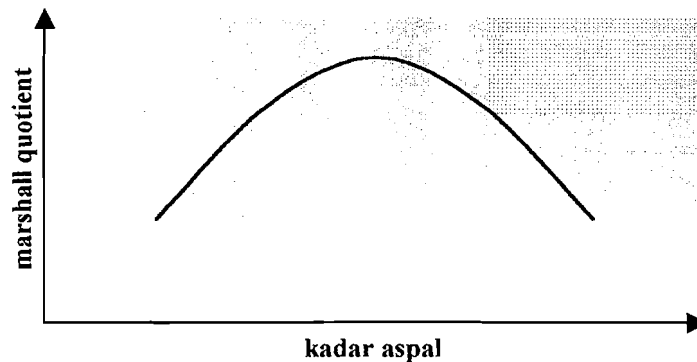
Keterangan : g = Berat isi sampel (gr/cc)

h = Berat jenis maksimum teoritis campuran

3.5.7 Marshall Quotient (Mq)

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan

berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan *flow*. Adapun tipikal hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6. Grafik Hubungan *Marshall Quotient* dengan Kadar Aspal

Sumber : Robert, F. L. Etc.al, 1971 dalam Susianti, N, 1999

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dengan persamaan 3.10 berikut :

$$MQ = \frac{S}{R} \quad (3.10)$$

Keterangan : S = Nilai stabilitas (kg)

R = Nilai *flow* (mm)

MQ = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

3.5.8 *Imersion Test*

Imersion test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar hanya waktu perendaman saja yang berbeda. Benda uji pada *Imersion Test* direndam selama 24 jam pada suhu 60°C sebelum pembebanan diberikan. Uji perendaman ini mengacu pada AASHTO T.165-82.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S1), seperti tercantum pada persamaan 3.11 berikut ini.

$$\text{Index of retained strength} : \frac{S_2}{S_1} \times 100 \% \quad (3.11)$$

Keterangan : S1 = stabilitas setelah direndam selama 30 menit

S2 = stabilitas pada rendaman 24 jam

Indeks perendaman ini merupakan indikasi tingkat durabilitas, yaitu sifat keawetan dari suatu perkerasan lentur. Pada aplikasi di lapangan diharapkan bahwa suatu perkerasan yang baru dibuat akan memiliki sifat awet, yaitu tahan terhadap cuaca berupa kondisi panas, dingin, lembab dan sebagainya. Nilai indeks perendaman minimum adalah 75% sehingga campuran dapat dikatakan memiliki ketahanan cukup terhadap kerusakan dari pengaruh air, suhu, dan cuaca menurut Bina Marga 1987.

3.6 *Modulus Resilient*

Pembebanan yang dilakukan untuk penghitungan *modulus resilient* (M_R) adalah pembebanan dengan beban statis pada uji tarik tak langsung berdasarkan (ASTM D4123-82). *Modulus Resilient* dapat dihitung dengan persamaan 3.12.

$$MR = \frac{P (\mu + 0,2732)}{t \Delta H} \quad (3.12)$$

Keterangan : M_R = *modulus resilient* (Mpa)
 P = beban pada batas sebanding (N)
 μ = *poisson's ratio*
 t = tinggi benda uji (mm)
 ΔH = deformasi horisontal *recoverable* (mm)

3.6.1 Pengujian Tarik Tak Langsung Beban Statis

Pengujian Tarik Tak Langsung Beban Statis dilakukan dengan *Universal Testing Mechine* (UTM) untuk mengetahui *Modulus Resilient* (M_R) dari campuran. Dari pengujian ini dapat diketahui hubungan antara besarnya beban dan deformasi yang terjadi pada benda uji yang nantinya dapat digunakan untuk mengetahui nilai M_R campuran. Dari hasil pengujian tarik tak langsung akan didapat persamaan untuk menghitung nilai angka *poisson* (μ) yang merupakan salah satu nilai masukan untuk mendapat nilai M_R . Pada penelitian ini angka *poisson* (μ), dihitung berdasarkan ASTM D4123-82 (1987) sesuai persamaan 3.13.

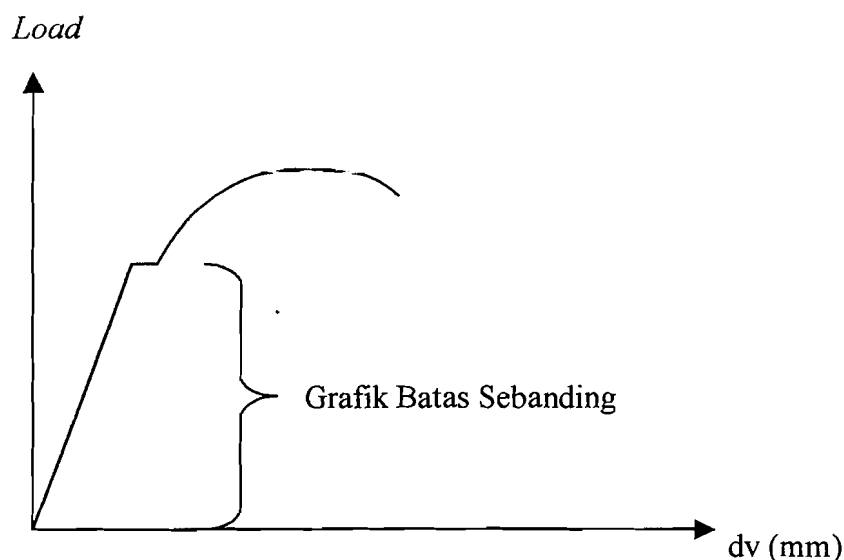
$$\mu = 3,59 \frac{H}{V} - 0,27 \quad (3.13)$$

Keterangan : μ = Nilai *Poisson* total
 H = Regangan horizontal dh (mm)
 V = Regangan vertikal dv (mm)

Besarnya tegangan maksimum pada batas sebanding selanjutnya dapat ditentukan yaitu beban yang menyebabkan benda uji mengalami deformasi vertikal dan horizontal yang masih bersifat *recoverable*. Kondisi deformasi yang masih

bersifat *recoverable* artinya pada saat beban yang diterima benda uji dilepas maka deformasi akan kembali ke keadaan semula sebelum terjadi pembebanan. Pada titik batas sebanding (*proportional limit*) yaitu pada ujung atas garis lurus pada grafik beban vs deformasi vertikal dapat dilihat besarnya beban pada titik tersebut yang dapat dibaca pada layar komputer, seperti dapat dilihat pada Gambar 3.7. Pada nilai beban tersebut dilihat pula besarnya deformasi horizontal yang dibaca secara manual kemudian dihitung besarnya M_R untuk setiap benda uji.

Prinsip kerja pengujian tarik tak langsung dengan alat *UTM* ini adalah memberikan beban pada sampel berbentuk silinder dengan beban kompresi tunggal atau berulang yang beraksi paralel disepanjang diameter vertikalnya. Konfigurasi pembebanan ini mengakibatkan tegangan tarik pada arah tegak lurus arah pembebanan yang mengakibatkan keruntuhan (*failure*), pada benda uji ditandai dengan retaknya spesimen sepanjang diameter vertikalnya.



Gambar 3.7. Grafik Batas Sebanding

Sumber : Laboratorium PAU UGM

BAB IV

HIPOTESA

Penggunaan bahan tambah *Polyvinyl Chloride (PVC)* pada campuran *Hot Rolled Asphalt* dapat mengatasi masalah yang terjadi akibat beban lalu lintas yaitu berupa deformasi pada perkerasan, yaitu deformasi horizontal dan deformasi vertikal dengan cara *polyvinyl chloride* akan dapat mengisi rongga udara antar campuran yang berlebihan (memperkecil rongga udara), dan dapat meningkatkan fleksibilitas campuran aspal sehingga dapat mengikuti deformasi yang terjadi di lapangan.

BAB V METODE PENELITIAN

5.1. Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

5.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Laboratorium Mekanika Bahan PAU Teknik Universitas Gajah Mada.

5.1.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aspal AC 60-70 produksi Pertamina,
2. agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo,
3. agregat halus dari Clereng Kulon Progo,
4. *filler* yang digunakan adalah abu batu,
5. bahan tambah yang digunakan adalah *PVC* berupa bubuk putih.

5.1.3. Alat Penelitian

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Alat uji bahan,
 - a. Alat pemeriksaan abrasi yaitu mesin *Los angeles*, bola baja, saringan, talem, dan oven.

- b. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar terhadap air yaitu keranjang kawat kapasitas 5 kg, timbangan kapasitas 5 kg, tempat air dengan bentuk dan ukuran yang sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven, dan saringan.
- c. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air yaitu timbangan kapasitas 1 kg, *piknometer*, *cone* dari logam, batang penumbuk, saringan, oven, talam, air suling, pompa hampa udara atau tungku dan desikator.
- d. Alat pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal yaitu timbangan kapasitas 2000 gram, *spatula*, wajan, *beker glass*, saringan, termometer dan aquades.
- e. Alat pemeriksaan *Sand Equivalent* yaitu silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irrigator, kaki pemberat, kaleng Ø 57 mm dan isi 85 ml, corong, jam dengan pembacaan sampai detik, pengguncang mekanis, larutan *CaCl₂*, *glyserin* dan *forldehyde*.
- f. Alat pemeriksaan penetrasi bitumen yaitu pemberat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, *waterbath* dan *beker glass*.
- g. Alat pemeriksaan titik lembek yaitu termometer, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan *beker glass* tahan panas.
- h. Alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar yaitu termometer, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang dapat diatur, *stopwatch* dan penahan angin.

- i. Alat pemeriksaan berat jenis aspal yaitu termometer, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan bejana glass.
- j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4 yaitu labu *elemeyer*, cawan porselin, tabung penyaring, *oven* pembakar gas, pompa hampa udara, *desikator*, *karbon tetraklorida* dan *ammonium karbonat* .

2. alat perancangan campuran

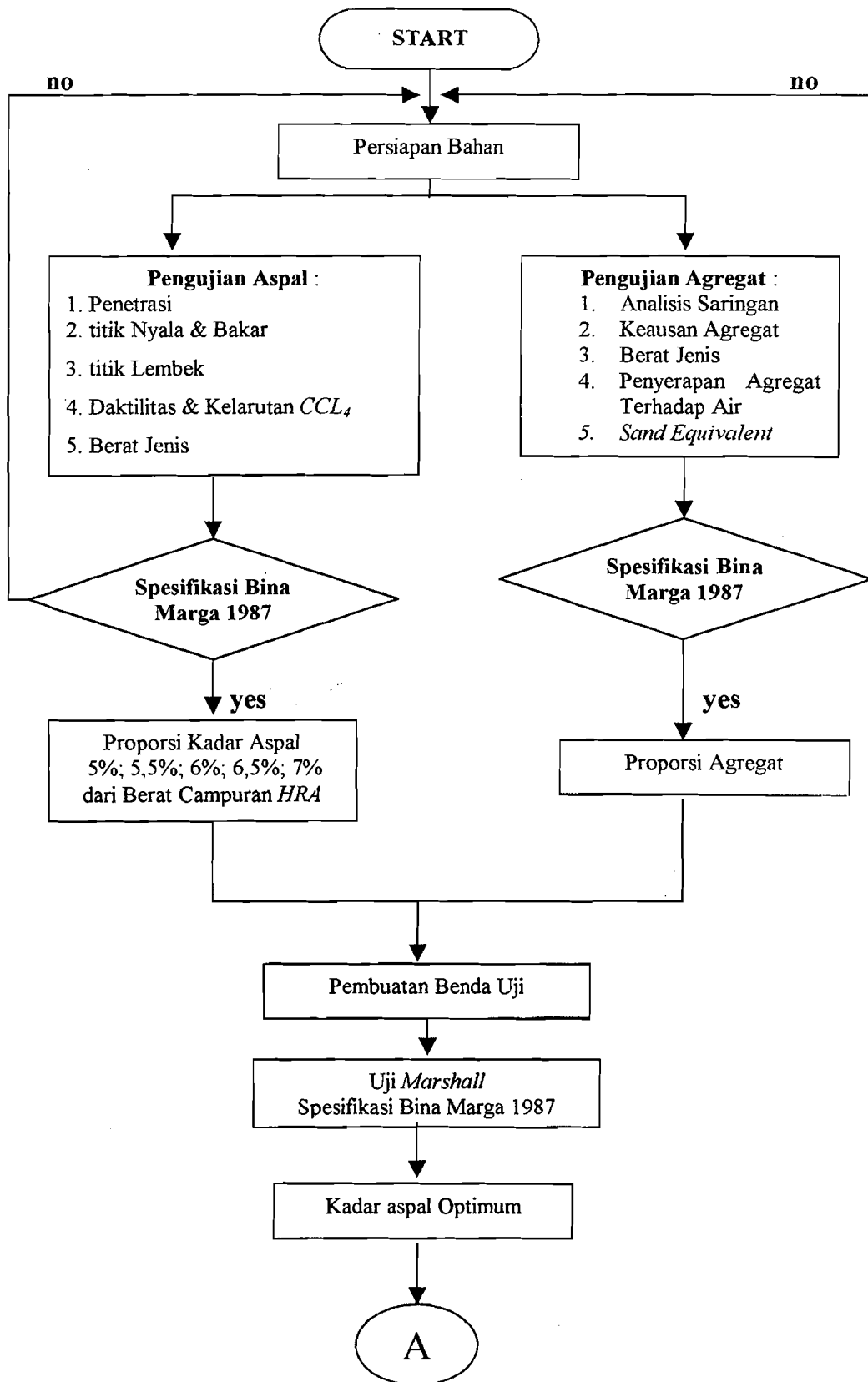
Alat perencanaan campuran yaitu formulir dan grafik mix design, timbangan, satu set saringan, mesin penggoyang saringan, kuas, dan talam.

3. Alat uji campuran

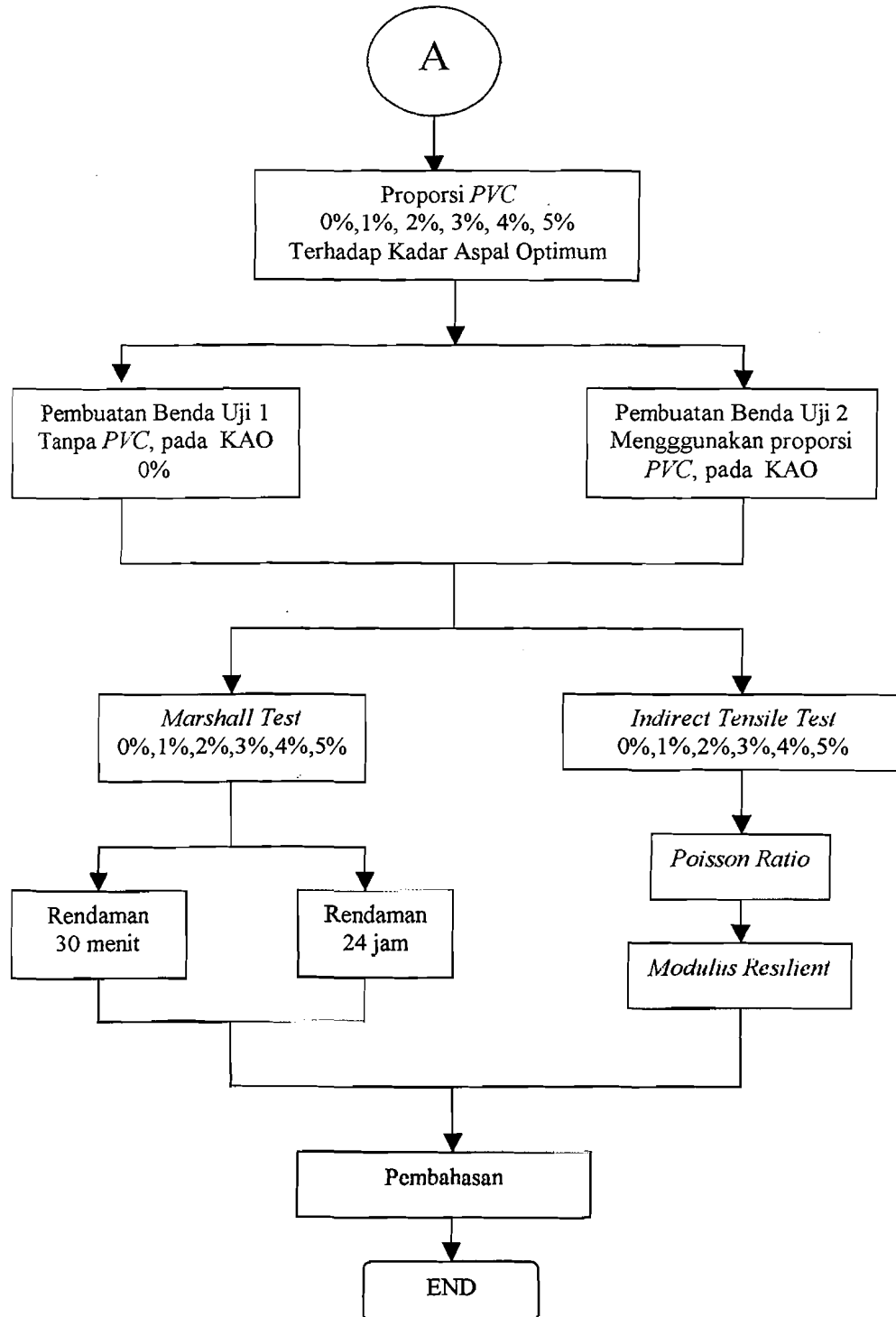
Alat uji campuran yaitu cetakan benda uji (*mold*), *ejector*, duduk *mold*, landasan pematik, mesin tekan, oven, *waterbath*, panci, sarung asbes dan karet serta termometer. Untuk Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) menggunakan alat *Universal Testing Machine*.

5.2. Proses Penelitian

penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang pengaruh bahan tambah *Polyvinyl Chloride* (PVC) pada *Hot Rolled Asphalt* terhadap *Marshall Properties* dan *Modulus Resilient* dengan Uji tarik Tak Langsung dengan beban statis. Metodologi penelitian tersebut sesuai dengan bagan alir Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1. Lanjutan

5.3 Cara Memperoleh Data

Data diperoleh dengan melakukan pengujian menggunakan *Marshall Test*, dan Uji Tarik Langsung (*Indirect Tensile Test*) sehingga didapatkan data-data berupa nilai *stabilitas, flow, density, VFWA, VITM, Marshall Quotient*, deformasi horizontal, deformasi vertikal, dan *Modulus Resilient*. Sebelum melakukan *Marshall Test*, terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

5.3.1 Pengujian Bahan

1. Pengujian Agregat kasar

Gradasi agregat kasar diambil dari spesifikasi *SNI*. Agregat kasar harus merupakan agregat yang keras, permukaannya kasar, awet, bersih dan memiliki persen ketahanan terhadap pengujian *Los Angeles Abrasion* tidak lebih dari 40% selama 500 putaran. Jenis pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.1. berikut ini.

Tabel 5.1. Persyaratan Agregat Kasar

| No. | Jenis pemeriksaan / Pengujian | Syarat |
|-----|---|-------------|
| 1. | Keausan aggregate dengan mesin <i>Los Angeles</i> | $\leq 40\%$ |
| 2. | Kelekatan terhadap aspal | $\geq 95\%$ |
| 3. | Penyerapan air | $\leq 3\%$ |
| 4. | Nilai <i>Sand equivalent</i> | $\geq 50\%$ |
| 5. | Berat jenis semu | ≥ 2 |

Sumber : Bina Marga, 1987

2. Pengujian Bahan Ikat Aspal

Aspal yang digunakan dalam pekerjaan laboratorium adalah aspal keras dengan nilai penetrasi 60 –70. Penggunaan aspal yang mempunyai penetrasi tinggi dibutuhkan untuk lebih dapat menahan deformasi permanen. Jenis pengujian laboratorium yang dilakukan meliputi penetrasi aspal, titik nyala dan titik bakar, titik lembek aspal , berat jenis aspal, kelarutan dalam CCL_4 dan daktilitas. Persyaratan untuk aspal AC 60-70 dapat dilihat pada tabel 5.2. berikut:

Tabel 5.2 Persyaratan Aspal AC 60 –70

| NO | Jenis Pemeriksaan | Cara Pemeriksaan | Syarat | | Satuan |
|----|-------------------|------------------|--------|------|---------|
| | | | Min | Maks | |
| 1 | Penetrasi | PA- 03011-76 | 60 | 70 | 0,1 mm |
| 2 | Titik Lembek | PA. 0302-76 | 48 | 58 | °C |
| 3 | Titik Nyala | PA. 0303-76 | 200 | - | °C |
| 4 | Kelarutan CCL_4 | PA. 0305-76 | 99 | - | % berat |
| 5 | Daktilitas | PA. 0306-76 | 100 | - | Cm |
| 6 | Berat Jenis | PA. 0307-76 | 1 | - | - |

Sumber: Bina Marga, 1987

5.3.2 Perencanaan Campuran

Dalam pembuatan campuran, berat total campuran yang digunakan adalah 1200 gram, dibuat dua macam campuran yaitu dengan bahan *additive* dan tanpa bahan *additive polyvinyl chloride*, keduanya menggunakan variasi kadar *additive*, yang sebelumnya dibuat campuran dengan variasi kadar aspal tanpa *additive* untuk mencari kadar aspal optimum. Variasi kadar aspal yang digunakan dalam mencari kadar aspal optimum adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dari berat total campuran.

Variasi *additive* 1% s/d 5% dari berat aspal pada kadar aspal optimum, masing-masing dibuat 3 benda uji untuk *Marshall*, dan 2 benda uji untuk *Indirect Tensile Test*. Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi agregat *British Standard Institution 594* (1985) pada Tabel 3.1 dan 3.2. *Filler* yang digunakan adalah abu batu. Jumlah benda uji campuran seperti diperlihatkan pada Tabel 5.3. berikut ini.

Tabel 5.3 Perencanaan campuran

| Jenis Pengujian | Uji <i>Marshall</i> | | <i>Indirect Tensile Test</i> | Jumlah Benda uji |
|---|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------|
| | Rendaman 30 menit | Rendaman 24 jam | | |
| 1. Mencari KAO, kadar aspal 5%,5,5%,6%, 6,5%, dan 7% | 3x5 | - | - | 15 |
| 2. Uji pada KAO tanpa <i>PVC</i> | 1x3 | 1x3 | 1x3 | 9 |
| 3. Uji dengan <i>PVC</i> , variasi 1% s/d 5% pada KAO | 5x3 | 5x3 | 5x3 | 45 |
| | | | Total | 69 |

1. Perencanaan campuran aspal biasa

Agregat yang telah siap kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 170° C agar diperoleh suhu yang merata dan konstan. Agregat dicampur dengan aspal sesuai dengan persentase yang telah ditentukan dan pada suhu 160° C. Agar suhu pencampuran tetap, maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga merata. Cetakan benda uji sebelumnya dibersihkan dan diolesi Vaselin.

Selanjutnya campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji dan setiap sepertiga bagian campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan, maka benda uji ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak ± 15 kali di tepi dan 10 kali dibagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk pada sisi atas dan sisi bawah sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi, sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji kemudian didinginkan dengan bantuan kipas angin. Hal ini dimaksudkan agar proses pendinginan dapat berjalan dengan lebih cepat, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut *ejector*.

2. Perencanaan campuran aspal PVC

Aspal dipanaskan pada suhu 155°C , kemudian ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. PVC dicampurkan kedalam aspal yang besarnya sesuai dengan variasi yang digunakan 1% s/d 5%. Selanjutnya campuran aspal PVC dipanaskan hingga tercampur merata dan dimasukkan kedalam oven agar tercapai suhu yang konstan. Agregat dipanaskan sampai suhu 170°C dan dimasukkan kedalam oven agar diperoleh suhu yang konstan. Selanjutnya agregat dan aspal yang telah dicampur dengan PVC dicampurkan pada suhu 160°C dan diaduk merata. Campuran dimasukkan kedalam cetakan benda uji, setelah dimasukkan kemudian campuran ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak ± 15 kali ditepi dan 10 kali pada bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Kemudian dilakukan pemadatan pada suhu 140°C . Benda

uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk, pada sisi atas dan sisi bawah ditumbuk sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi, sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji didinginkan, dan setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan menggunakan *ejector*.

5.3.3 Pengujian Campuran

Pengujian keseluruhan meliputi *Marshall Test*, dan Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) dengan beban statis.

1. *Marshall Test*

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Marshall* sebagai berikut:

1. benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel,
2. masing-masing benda uji diberikan kode,
3. benda uji diukur dengan ketelitian 0,01 mm,
4. benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya,
5. benda uji direndam selama 16-24 jam agar menjadi jenuh,
6. benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi,
7. benda uji ditimbang dalam keadaan jenuh,
8. benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 menit dengan suhu tetap (60 ± 1)°C. Batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) yang atas dapat meluncur bebas. Bila dikehendaki, kepala penekan direndam bersama-

sama dengan benda uji pada suhu antara $21^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$, kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan kedalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang diatas benda uji dan letakkan keseluruhannya didalam mesin uji. Kemudian arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan kedudukan jam penunjuk diatur pada arah nol, sementara itu selubung tangkai arloji dipegang secara kuat, kemudian selubung tangkai arloji kelelahan ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung, dan

9. sebelum dilakukan pembebanan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kedudukan jarum penguji diatur pada angka nol. Benda uji diberikan pembebanan dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji dan catat pembebanan maksimum yang tercapai, kemudian selubung tangkai arloji kelelahan dilepaskan pada saat pembebanan tercapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh arloji kelelahan.

2. Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur regangan horizontal dan vertikal campuran *Hot Rolled Asphalt* pada kadar aspal optimum. Prinsip kerja pengujian tarik tak langsung adalah memberikan beban pada benda uji berbentuk silinder dengan beban kompresi tunggal atau berulang yang beraksi paralel dengan dan

sepanjang diameter vertikalnya (*ASTM D4123*). Konfigurasi pembebanan ini mengakibatkan tegangan tarik pada arah tegak lurus arah pembebanan yang pada akhirnya menyebabkan keruntuhan (*Failure*) pada benda uji ditandai dengan retaknya benda uji sepanjang diameter vertikalnya. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. pembuatan benda uji sama seperti pada pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum,
2. diukur tebal masing-masing benda uji,
3. menyiapkan mesin uji tarik tak langsung termasuk perangkat lunaknya (komputer), juga harus dalam kondisi yang baik,
4. benda uji dikeluarkan dari oven, kemudian diletakkan pada segmen penekan bawah, selanjutnya segmen atas dipasang dan dipasangkan pada mesin uji,
5. kepala penekan dan benda uji dinaikkan sampai segmen atas menyentuh alas cincin penekan,
6. dengan menggunakan komputer, diatur posisi koordinat regangan vertikal dan pembebanannya,
7. arloji regangan horisontal dan arloji pembebanan diatur pada posisi nol,
8. dilakukan pembebanan dan dimulai pada kecepatan 5 mm/menit sampai pada pembebanan maksimum dalam hal ini mencapai nilai *proportional limits* (batas sebanding) yaitu pada saat campuran masih bersifat elastis linier,
9. benda uji dikeluarkan dari segmen penekan,
10. pembacaan deformasi horisontal yang dibaca secara manual,

11. dihitung angka *poisson*, dan
12. dihitung M_R untuk setiap benda uji.

5.4 Analisis

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium adalah:

1. berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. berat benda uji didalam air (gram),
3. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. stabilitas (lbs),
6. kelelehan atau *flow* (mm),
7. pembebanan maksimum pada batas sebanding (N),
8. deformasi vertikal pada benda uji (mm),
9. deformasi horisontal pada benda uji (mm), dan
10. *poisson ratio*.

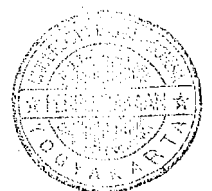
Untuk mendapatkan nilai – nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM) dan *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan persamaan – persamaan sebagai berikut :

1. Berat Jenis

$$B_j \text{ Aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \quad (5.1)$$

2. Berat Jenis Agregat

$$B_j \text{ Agregat} = \frac{(X \times F_1) + (Y \times F_2) + (Z \times F_3)}{100} \quad (5.2)$$



Keterangan : X = Persentase agregat kasar
Y = Persentase agregat halus
Z = Persentase *filler*
F1 = Berat jenis agregat kasar
F2 = Berat jenis agregat halus
F3 = Berat jenis *filler*

Kemudian nilai – nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM) dan *Marshall Quotient* (MQ) dapat dihitung berdasarkan data – data tersebut.

3. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan factor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan (3.1)

4. Flow

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai *flow*. Langsung terbaca pada arloji *flow* saat *Marshall Test*, namun masih dalam satuan *inch* sehingga harus dikonversi dalam millimeter.

5. *Density*

Nilai ini menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan (3.2) dan (3.3).

6. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai ini menunjukkan prosentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan (3.4), (3.5), (3,6), dan (3,7)

7. *Void In The Mix (VITM)*

VITM adalah prosentase rongga didalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan (3.8) dan (3.9).

8. *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan (3.10)

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

6.1.1. Hasil Pengujian Material

Pengujian terhadap material komponen penyusun campuran beraspal dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat material yang akan digunakan pada campuran *Hot Rolled Asphalt*. Material-material yang akan diuji adalah termasuk aspal, agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi.

Jenis pengujian laboratorium yang dikerjakan untuk mengevaluasi material dan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 6.1 sampai Tabel 6.3 berikut ini.

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

| No. | Jenis Pengujian | Syarat | Hasil |
|-----|---|----------------|---------|
| 1. | Keausan dengan mesin <i>Los angeles</i> | $\leq 40 \%$ | 28,18 % |
| 2. | Kelekatan terhadap aspal | $\geq 95,5 \%$ | 97 % |
| 3. | Penyerapan air | $\leq 3 \%$ | 2,449 % |
| 4. | Berat jenis agregat | $\geq 2,5$ | 2,53 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

Tabel 6.2. hasil Pengujian Agregat Halus

| No. | Jenis Pemeriksaan | Syarat | Hasil |
|-----|------------------------------|--------------|---------|
| 1. | Nilai <i>Sand Equivalent</i> | $\geq 50 \%$ | 76,36 % |
| 2. | Penyerapan air | $\leq 3 \%$ | 2,041 % |
| 3. | Berat jenis | $\geq 2,5$ | 3,379 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII Yogyakarta

Tabel 6.3. Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60-70

| No. | Sifat-sifat Teknis | Satuan | Nilai | Spesifikasi | |
|-----|---------------------------------------|---------|-------|-------------|-------|
| | | | | Min. | Maks. |
| 1. | Penetrasi (25° C, 5 det, 100 gr) | 0,1 mm | 65 | 60 | 70 |
| 2. | Titik Lembek (<i>Ring and Ball</i>) | ° C | 58 | 48 | 58 |
| 3. | Daktilitas (25° C, 5 cm/menit) | Cm | 165 | 100 | - |
| 4. | Titik Nyala | ° C | 331,5 | 200 | - |
| 5. | Berat Jenis (25° C) | - | 1,036 | 1 | - |
| 6. | Kelarutan dalam CCl_4 | % berat | 99,85 | 99,5 | - |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

Tabel 6.4. Hasil Pemeriksaan *Polyvinyl Chloride (PVC)*

| No | Pengujian | Hasil |
|----|-------------|--------|
| 1 | Berat Jenis | 0,5520 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

Dari hasil pengujian material yang digunakan didapat bahwa material yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal penetrasi 60-70 memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1987 sehingga dapat digunakan.

6.1.2. Penentuan kadar Aspal Optimum

Penentuan kadar aspal optimum dalam campuran dilakukan dengan cara melakukan tes *Marshall* di laboratorium terhadap beberapa benda uji dengan variasi

kadar aspal yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Percobaan dilakukan dengan temperatur pencampuran 155 °C dan suhu pemadatan 140° C. Hasil tes *Marshall* tersebut yang meliputi nilai Stabilitas, *Flow*, VITM, VFWA, dan *Marshall Quotient* dapat dilihat pada tabel 6.5. Kadar aspal optimum ditentukan oleh nilai stabilitas maksimum, tetapi nilai-nilai yang lain masih memenuhi syarat sehingga menghasilkan campuran terbaik. Berdasarkan perhitungan secara grafis dari Tabel 6.6, didapatkan kadar aspal optimumnya sebesar 6,106 % terhadap berat total campuran aspal *HRA*.

Tabel 6.5. Hasil Karakteristik *Marshall* Pada masing-masing kadar Aspal

| Kadar Aspal | Stabilitas (kg) | Flow (mm) | VITM (%) | VMA (%) | MQ (kg/mm) |
|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 5% | 954,890 | 3,067 | 4,557 | 15,427 | 311,813 |
| 5,5% | 1127,795 | 3,3 | 4,462 | 16,351 | 339,892 |
| 6% | 1299,788 | 3,733 | 3,788 | 16,763 | 348,719 |
| 6,5% | 1356,488 | 3,933 | 3,125 | 17,184 | 345,149 |
| 7% | 1294,075 | 3,967 | 2,954 | 18,022 | 326,786 |
| Spesifikasi | ≥550 | 2 - 4 | 3-5 | ≥ 16 | 200-350 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

Tabel 6.6. Penentuan Kadar Aspal Optimum Secara Grafis

| Data <i>Marshall Test</i> | Syarat | Kadar Aspal (%) | | | | |
|----------------------------------|---------|-----------------|--------|--------|-----|---|
| | | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 |
| Stabilitas minimal (kg) | 550 | █ | | | | |
| Kelelahan (mm) | 2 – 4 | █ | | | | |
| VITM (%) | 3 - 5 | █ | | | | |
| <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) | 200-350 | █ | | | | |
| VMA (%) | ≥ 16 | █ | | | | |
| Kadar Aspal Optimum | | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| | | 5,345% | 6,106% | 6,867% | | |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

6.1.3. Hasil Pengujian Campuran Aspal

1. Pengujian *Marshall*

Hasil pengujian *Marshall* pada campuran *HRA* dengan variasi additive *PVC*, dapat dilihat pada Tabel 6.7 dan Tabel 6.8 berikut ini.

Tabel 6.7. Hasil Pengujian *Marshall* Dengan Rendaman 30 menit Campuran *HRA* Dengan *PVC*

| Kadar <i>PVC</i> | Stabilitas (kg) | Flow (mm) | MQ (kg/mm) | VITM (%) | VFWA (%) | VMA (%) |
|--------------------|-----------------|-----------|------------|----------|----------|---------|
| 0% | 1005,454 | 3,433 | 293,028 | 3,877 | 77,748 | 17,05 |
| 1% | 1096,982 | 3,5 | 331,411 | 3,665 | 78,350 | 16,86 |
| 2% | 1071,788 | 3,6 | 298,607 | 3,425 | 79,448 | 16,66 |
| 3% | 1046,355 | 3,77 | 277,310 | 3,236 | 80,997 | 16,49 |
| 4% | 1027,555 | 3,9 | 264,270 | 3,085 | 81,395 | 16,36 |
| 5% | 1002,099 | 4,1 | 241,686 | 2,872 | 82,257 | 16,18 |
| Spesifikasi | ≥550 | 2 - 4 | 200-350 | 3-5 | - | ≥ 16 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

Tabel 6.8. Hasil Pengujian *Marshall* Dengan Rendaman 24 jam Campuran
HRA Dengan *PVC*

| Kadar <i>PVC</i> | Stabilitas (kg) | <i>Flow</i> (mm) | MQ (kg/mm) | VITM (%) | VFWA (%) | VMA (%) |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 0% | 918,603 | 3,6 | 254,455 | 3,59 | 78,64 | 16,80 |
| 1% | 1038,026 | 3,67 | 296,398 | 3,42 | 79,47 | 16,65 |
| 2% | 993,01 | 3,83 | 258,547 | 3,18 | 80,68 | 16,44 |
| 3% | 944,707 | 3,97 | 238,774 | 3,00 | 81,97 | 16,29 |
| 4% | 916,843 | 4,15 | 221,157 | 2,85 | 82,40 | 16,16 |
| 5% | 882,634 | 4,4 | 200,629 | 2,67 | 83,63 | 16,01 |
| Spesifikasi | ≥550 | 2 – 4 | 200-350 | 3-5 | - | ≥ 16 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta

2. Pengujian Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*)

Hasil Pengujian tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) pada campuran *HRA* dapat dilihat pada Tabel 6.9 berikut ini.

Tabel 6.9. Hasil Pengujian Tarik Tak langsung Campuran *HRA* Dengan *PVC*

| Kadar <i>PVC</i> | <i>Load</i> (Newton) | Angka <i>Poisson</i> |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 0% | 3104,938 | 0,3660 |
| 1% | 3856,884 | 0,3280 |
| 2% | 3070,805 | 0,3932 |
| 3% | 2750,6173 | 0,4223 |
| 4% | 2569,0987 | 0,4518 |
| 5% | 2293,948 | 0,4932 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU UGM – Yogyakarta

Tabel 7.1 Hasil Perhitungan *Modulus Resilient*

| Kadar PVC | Load (Newton) | Angka Poisson | Modulus Resilient (Mpa) |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 0% | 3104,9383 | 0,366 | 132,6258 |
| 1% | 3856,884 | 0,328 | 167,0949 |
| 2% | 3070,805 | 0,3932 | 121,9131 |
| 3% | 2750,6173 | 0,4223 | 103,3879 |
| 4% | 2569,0987 | 0,4518 | 96,0312 |
| 5% | 2293,948 | 0,4932 | 84,4684 |

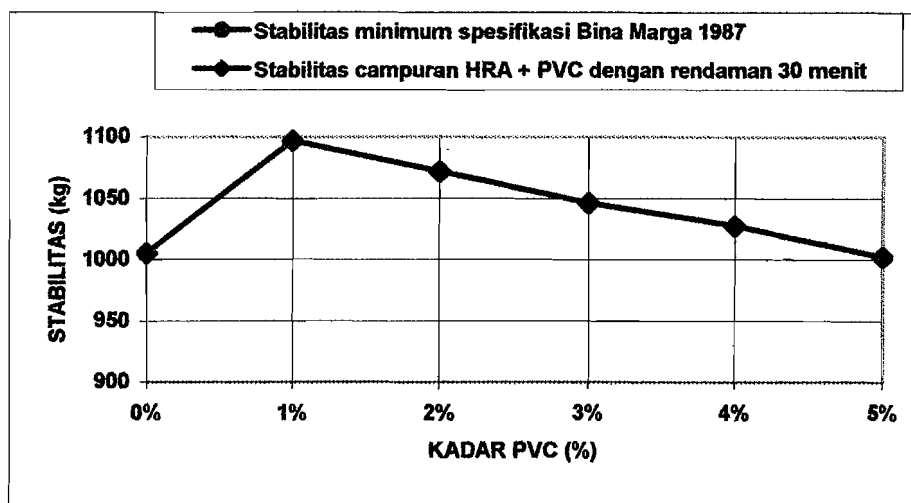
Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU – UGM, Yogyakarta

6.2. Pembahasan Sifat *Marshall*

6.2.1. *Marshall Properties* Standar

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Pada pengujian *Marshall* di laboratorium, stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadinya kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau *pounds*. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas adalah gradasi agregat, mutu agregat, kohesi, *friction* dan kadar aspal. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik stabilitas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.1 berikut ini.



Gambar 6.1. Grafik Hubungan antara Stabilitas dengan Kadar *additive* PVC.

Dari gambar 6.1 diketahui nilai-nilai stabilitas pada penambahan kadar *additive PVC* 0% sampai dengan 1% mengalami kenaikan. Penambahan *PVC* pada aspal dengan suhu 155°C menyebabkan *PVC* melebur pada aspal dan sekaligus berfungsi seperti aspal dalam campuran. Aspal dengan *PVC* mempunyai viskositas yang lebih rendah dibanding aspal biasa karena *PVC* mempunyai titik cair 95°C . Hal ini mengindikasikan bahwa pada suhu yang sama aspal *PVC* lebih cair daripada aspal biasa sehingga membantu penyelimutan pada agregat dan menurunkan rongga dalam campuran selain itu penambahan *PVC* dapat meningkatkan kohesi dan adhesi campuran yang membantu lekatan antara agregat dengan aspal sehingga dapat meningkatkan stabilitas. *Additive PVC* dalam kadar ini akan membantu fleksibilitas aspal dan menambah kekuatan mortar, ini sangat penting mengingat kekuatan perkerasan *HRA* terletak pada kekuatan mortarnya bukan pada sifat *interlocking* agregatnya.

Sebaliknya pada penambahan *additive PVC* 2% sampai dengan 5% nilai stabilitas mengalami penurunan. Hal ini karena pada penambahan *additive* yang

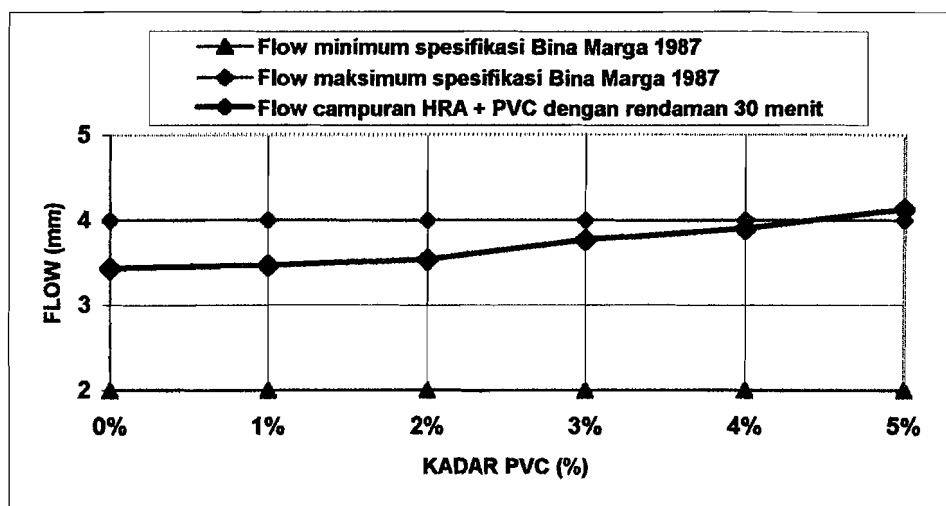
lebih besar dari 1% menyebabkan penyelimutan agregat oleh aspal menjadi bertambah karena volume aspal yang mengisi rongga bertambah. Hal ini berarti bahwa efek penambahan *additive PVC* dalam meningkatkan kohesi dan *adhesi* campuran cenderung tetap atau kecil, sehingga gaya kohesi yang ditimbulkan kurang dapat mempertahankan ikatan antar agregat akibat volume aspal yang bertambah. Penambahan volume aspal ini berakibat pada efek pelicinan yang terjadi sehingga stabilitas menurun, dengan kata lain penambahan *additive PVC* 2% sampai dengan 5% cenderung menambah prosentase aspal dalam campuran, berarti penambahan *additive PVC* dalam campuran kemungkinan harus diiringi dengan pengurangan kadar aspal untuk mendapatkan nilai kohesi yang tetap sehingga nilai stabilitas dapat dipertahankan.

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987 adalah lebih besar 550 kg. Secara keseluruhan campuran *HRA* dengan *additive PVC* dengan kadar 0% sampai dengan 5% memenuhi spesifikasi. Nilai stabilitas terbesar dicapai dengan penambahan *additive PVC* 1% dengan nilai 1096,982 kg pada rendaman 30 menit dan nilai stabilitas terendah yakni pada kadar *additive PVC* 5% yaitu dengan nilai 1002,099 kg.

2. Flow

Kelelehan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *flow* adalah gradasi campuran, kadar dan aspal, jenis batuan, jumlah dan temperatur pemadatan. *Flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis konstruksi perkerasan.

Campuran yang memiliki *flow* rendah dan stabilitas tinggi menunjukkan campuran tersebut bersifat kaku dan mudah retak (*Cracking*) jika menerima beban yang melebihi daya dukungnya. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) akibat beban lalu lintas. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.2 berikut ini.



Gambar 6.2 Grafik Hubungan antara *Flow* dan Kadar *additive PVC*

Dari gambar 6.2 pada kadar *additive* 0% sampai dengan 5% nilai *flow* mengalami kenaikan, kenaikan ini disebabkan karena penambahan *PVC* menyebabkan aspal bersifat lebih plastis dan fleksibel karena *PVC* mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi, sehingga semakin besar kadar *PVC* nilai *flow* semakin naik. Hasil ini sesuai dengan sifat *PVC* yang mempunyai fleksibilitas tinggi (Hatch & Matar, 1981).

Spesifikasi Bina Marga 1987 untuk nilai *flow* adalah 2 mm – 4 mm. Dari grafik diatas nilai *flow* yang masuk dalam spesifikasi Bina Marga adalah pada rendaman 30 menit yaitu pada kadar *additive* 0% dengan nilai *flow* 3,433 mm, 1%

dengan 3,47 mm, 2% dengan 3,53 mm, 3% dengan 3,77 mm dan 4% dengan 3,9 mm namun untuk kadar 5% nilai flow diluar spesifikasi.

3. *Void In Total Mix (VITM)*

VITM adalah persentase rongga yang ada pada suatu campuran yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, temperatur pemadatan, energi pemadatan, kadar dan jenis aspal. Nilai VITM juga berpengaruh terhadap kekedapan campuran yaitu kekedapan terhadap udara dan air.

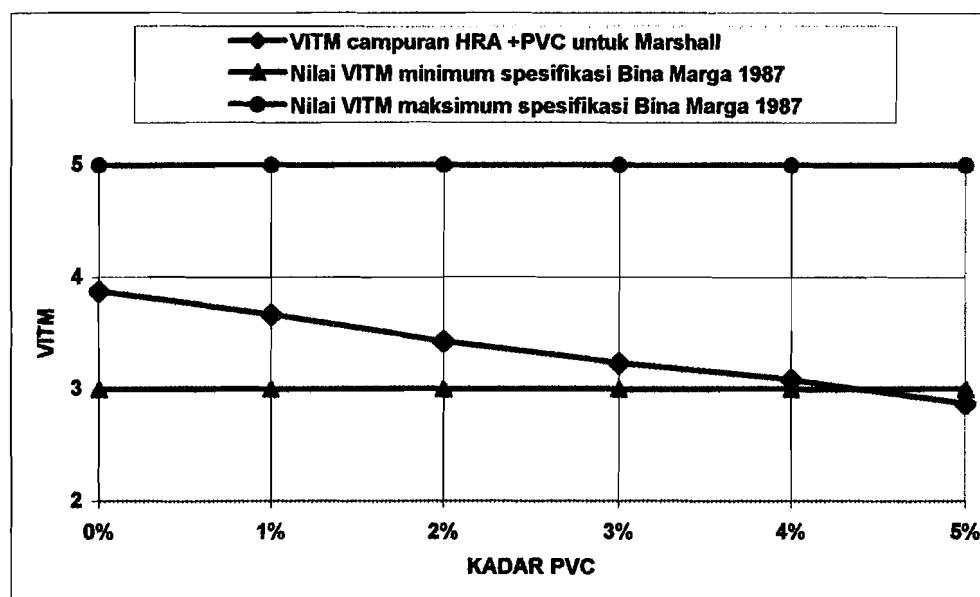
Dari persyaratan Bina Marga 1987 untuk lalu lintas berat, nilai VITM yang diijinkan berkisar antara 3% sampai 5%. Lapis perkerasan yang mempunyai nilai VITM yang kecil atau kurang dari 3% mengindikasikan bahwa campuran tersebut semakin padat dan rapat. Nilai VITM yang rendah dapat menyebabkan kemungkinan terjadi *bleeding* pada perkerasan lebih besar, apabila terdapat kelebihan aspal dan menerima beban pada suhu tinggi.

Semakin tinggi temperatur perkerasan menyebabkan aspal menjadi lebih mudah mencair dan pada saat perkerasan menerima beban lalu lintas. Jika dalam campuran tidak tersedia rongga yang cukup maka aspal yang berlebih akan naik ke permukaan perkerasan sehingga terjadi *bleeding*. Rongga dalam campuran juga diperlukan untuk pergerakan agregat apabila diperlukan untuk bergeser ketika menahan beban yang terjadi.

Nilai VITM yang besar atau lebih dari 5% menunjukkan bahwa rongga yang terjadi dalam campuran terlalu besar dan dapat menyebabkan aspal mudah teroksidasi yang berakibat melemahnya ikatan aspal terhadap agregat, sehingga dapat mengurangi sifat keawetan campuran terhadap pengaruh air dan udara.

Nilai VITM oleh Bina Marga mensyaratkan batas maksimum 5% dan batas minimum 3%, batas maksimum tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan keawetan campuran dan batas minimum untuk mencegah terjadinya deformasi plastis.

Dalam campuran harus tersedia cukup rongga yang terisi udara yang berfungsi untuk menyediakan ruang gerak bagi unsur-unsur dalam campuran sesuai dengan ke-*elastis*-an bahan penyusunnya. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VITM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.3 berikut ini.



Gambar 6.3. Grafik Hubungan antara VITM dengan Kadar *additive*PVC.

Dari gambar grafik 6.3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *additive* PVC 0% sampai dengan 5% nilai VITM mengalami penurunan, berarti campuran tersebut semakin rapat. Penambahan kadar *additive* akan menyebabkan aspal dan *additive* bersama-sama mengisi rongga antar agregat. Kemampuan aspal dalam mengisi rongga antar agregat dipengaruhi oleh viskositas aspal, dalam hal ini viskositas aspal menurun seiring dengan penambahan *additive* PVC. Hal ini disebabkan karena PVC memiliki titik cair yang lebih rendah dari titik cair aspal

sehingga aspal *PVC* lebih cair pada suhu yang sama dibanding aspal biasa. Hal ini menyebabkan kemampuan aspal mengisi rongga dalam campuran menjadi lebih baik sehingga mengurangi rongga dalam campuran.

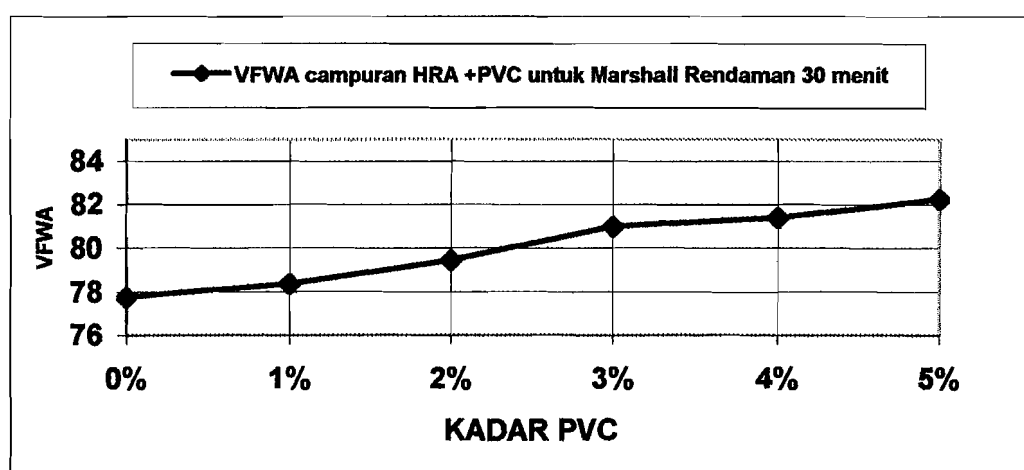
Secara teoritis nilai VITM semakin kecil menghasilkan nilai stabilitas semakin naik, tetapi pada penelitian ini menghasilkan nilai stabilitas yang turun karena dengan bertambahnya additive *PVC* dalam aspal mengakibatkan volume aspal bertambah sehingga nilai kohesi antar agregat pada campuran kurang dapat mengimbangi volume aspal yang bertambah yang menyebabkan perubahan fungsi aspal sebagai pelicin.

Nilai VITM pada penambahan kadar *additive PVC* 0% sampai dengan 4 % masuk dalam spesifikasi Bina Marga, tetapi pada kadar *additive* 5% tidak masuk dalam spesifikasi.

4. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai VFWA memperlihatkan banyaknya persen dari rongga yang terisi oleh aspal. Nilai VFWA yang besar menunjukkan banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kedekatan campuran terhadap udara dan air menjadi tinggi. Nilai VFWA dipengaruhi oleh jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat, dan kadar aspal. Nilai VFWA yang terlalu besar akibat adanya kelebihan aspal mengakibatkan potensi terjadinya *bleeding* makin besar, apabila perkerasan menerima beban pada temperatur tinggi karena rongga udara yang tersisa terlalu kecil sehingga ketika perkerasan menerima beban viskositas aspal menurun sehingga sebagian aspal akan mengisi rongga yang kosong dan jika rongga telah penuh, maka aspal akan naik ke permukaan perkerasan. Nilai VFWA yang terlalu rendah menyebabkan kedekatan

campuran menjadi berkurang karena banyaknya rongga yang kosong. Nilai VFWA yang rendah akan menyebabkan lapisan kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal menjadi tipis dan mudah retak bila terjadi penambahan beban sehingga aspal akan mudah teroksidasi yang mengakibatkan lapisan perkerasan tidak tahan lama (*durable*). Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VFWA seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.4 berikut ini.



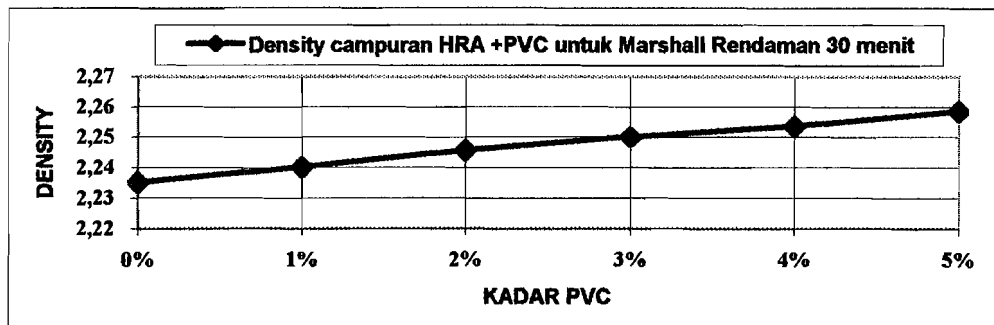
Gambar 6.4. Grafik Hubungan antara VFWA dengan Kadar *additive*PVC.

Dari gambar grafik 6.4 dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *additive* PVC 1% sampai dengan 5% mengakibatkan peningkatan nilai VFWA. Hal ini sesuai dengan nilai VITM yang semakin menurun, maka nilai VFWA semakin tinggi.

5. *Density*

Nilai kepadatan campuran (*Density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan nilai *density* yang rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : gradasi campuran, jenis dan

kualitas bahan susun, faktor pemadatan baik jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, dan penggunaan kadar aspal dalam campuran. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *density* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.5 berikut ini.



Gambar 6.4. Grafik Hubungan antara *Density* dengan Kadar *additive PVC*.

Dari gambar grafik 6.4 nilai *Density* dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *additive PVC* dari kadar 0% sampai dengan 5% pada kadar aspal optimum (KAO), mengakibatkan nilai *density* campuran meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan *additive PVC* dapat meningkatkan workabilitas campuran karena titik cair *PVC* lebih rendah dibanding dengan aspal sehingga penyusunan butiran agregat didalam campuran semakin baik dan mengakibatkan kerapatan campuran menjadi tinggi.

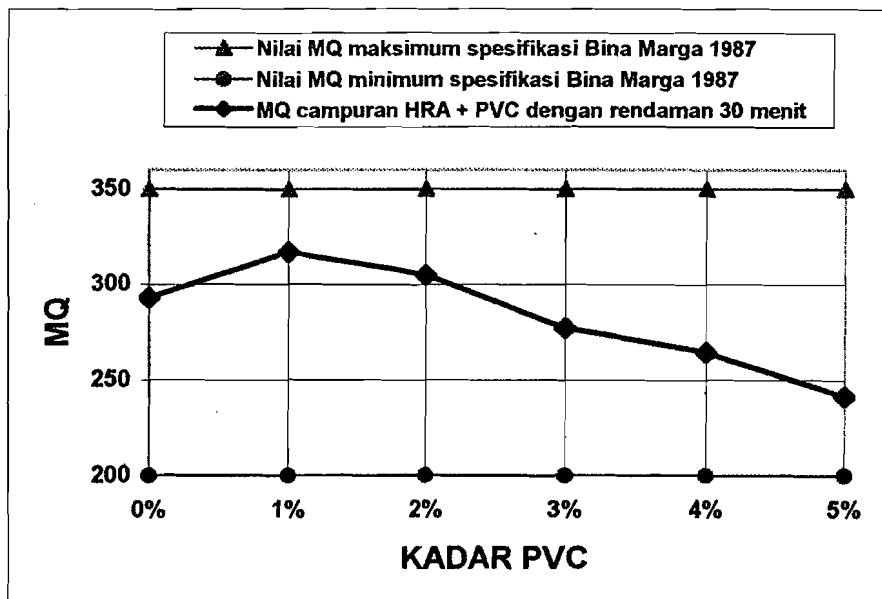
Secara teoritis nilai *density* yang semakin tinggi maka akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan nilai *density* yang rendah, tetapi penelitian menghasilkan sebaliknya hal ini dikarenakan pada penambahan *additive PVC* pada aspal menyebabkan adanya penambahan volume aspal sehingga aspal mengisi pada rongga-rongga yang ada, pengisian rongga oleh aspal akan meningkatkan workabilitas campuran pada saat pemadatan karena dengan adanya

volume aspal yang mengisi rongga maka proses pemadatan perkerasan akan lebih mudah.

Dalam spesifikasi teknik campuran Beton Aspal tidak ada persyaratan khusus dari Bina Marga mengenai nilai *density*. Nilai *density* digunakan untuk persyaratan teknis lapangan, yaitu kepadatan lapangan tidak boleh kurang dari 96% kepadatan laboratorium.

6. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* biasa dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai ini merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow* (kelelehan). Stabilitas yang tinggi disertai dengan *flow* yang rendah menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi menunjukkan campuran lebih bersifat plastis dan apabila menerima beban lalu lintas maka perkerasan akan mengalami deformasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi *marshall quotient* adalah stabilitas dan *flow*. Ini berarti bahwa nilai *marshall quotient* juga tergantung pada faktor faktor yang mempengaruhi *flow* dan stabilitas seperti bentuk, kualitas, tekstur permukaan, gradasi agregat, daya lekat, kadar aspal, viskositas aspal, jumlah dan temperatur pemadatan. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *Marshall Quotient* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.5 berikut ini.



Gambar 6.5. Grafik Hubungan antara *Marshall Quotient* dengan Kadar *PVC*

Dari gambar 6.5 nilai *Marshall Properties* dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *additive PVC* dari 0% sampai dengan 1% nilai nilai MQ mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan *additive PVC* 1% nilai bagi antara stabilitasnya dan *flow* meningkat, hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya kadar *additive* menyebabkan nilai stabilitas meningkat walaupun nilai *flow* naik. Kenaikan nilai *flow* pada aspal dengan *additive PVC* 1% mengindikasikan bahwa campuran lebih mempunyai fleksibilitas. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan bahwa mampu menahan lendutan yang terjadi tanpa mengalami kerusakan yang berarti dan tetap mempunyai fleksibilitas yang tinggi.

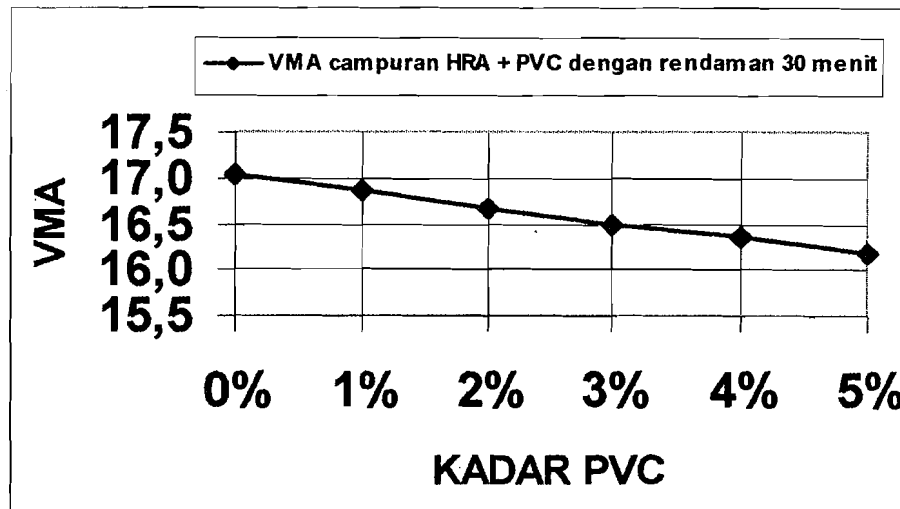
Dari grafik yang sama, campuran *HRA* dengan kadar *additive PVC* 2% sampai dengan 5% nilai MQ mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan *additive* 2% sampai dengan 5% nilai stabilitasnya menurun dan meningkatkan *flow* (kelelehan) sehingga nilai MQ-nya akan turun. Nilai *marshall*

quotient yang rendah menunjukkan bahwa campuran kurang mampu menahan lendutan yang terjadi tanpa mengalami kerusakan pada perkerasan itu sendiri.

Nilai *marshall quotient* yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 200 kg/mm – 350 kg/mm. Nilai *Marshall quotient* dibawah 200 kg/mm akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *bleeding*, dan *rutting*, sedangkan nilai *marshall quotient* diatas 500 kg/mm mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak. Nilai *MQ* pada campuran *HRA* dengan variasi *additive PVC* diatas masuk dalam spesifikasi Bina Marga.

7. *Void Mix Agregate (VMA)*

VMA adalah rongga udara yang diantara agregat dalam campuran agregat dan aspal yang sudah dipadatkan termasuk rongga yang terisi aspal, dinyatakan dalam prosentase terhadap total volume campuran agregat dan aspal. Nilai VMA dapat juga dinyatakan sebagai rongga yang tersedia untuk ditempati volume aspal dan volume udara yang diperlukan dalam campuran agregat dan aspal . Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VMA antara lain: gradasi agregat, energi pemadatan, kadar aspal, tekstur permukaan, bentuk butir dan serapan air oleh agregat. Hubungan nilai VMA dan kadar aspal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.6 berikut ini.



Gambar 6.6. Grafik Hubungan antara *Void Mix Agregate* (VMA) dengan Kadar *additive PVC*

Dari gambar 6.6 dapat ditunjukkan hubungan nilai VMA dengan kadar *additive PVC*. Nilai VMA cenderung menurun seiring dengan penambahan kadar *additive PVC* pada campuran. Nilai VMA yang turun diakibatkan karena semakin besar kadar *PVC* workabilitas campuran semakin tinggi karena aspal *PVC* memiliki kemampuan dalam mengisi rongga campuran sehingga campuran lebih rapat.

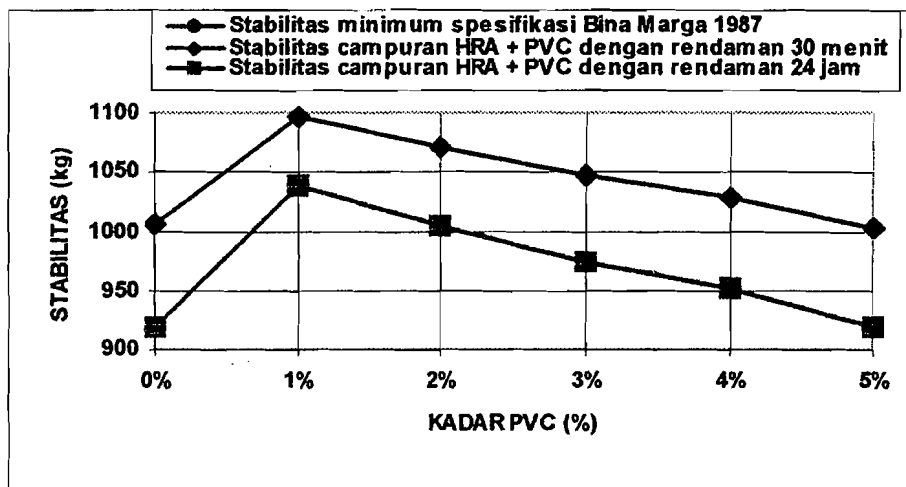
Kerapatan yang dihasilkan akibat dari adanya kemampuan agregat untuk memposisikan dirinya pada posisi yang bagus dan menimbulkan kerapatan tinggi yang dipengaruhi oleh adanya penambahan volume aspal dalam campuran, penambahan volume aspal disini membantu sekali dalam proses pergeseran agregat pada saat pemadatan berlangsung.

Spesifikasi Bina Marga 1987 mensyaratkan VMA untuk campuran dengan berdasarkan ukuran terbesar agregat yang digunakan, dalam hal ini adalah untuk agregat *3/8 inch* dengan VMA minimal 16%.

6.2.2. Marshall Properties Rendaman 24 jam

1. Stabilitas Marshall

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan untuk menahan deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk. Pada stabilitas rendaman 24 jam dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan perkerasan untuk menahan beban pada kondisi banjir. Nilai stabilitas rendaman 24 jam dapat dilihat pada Gambar 6.7 berikut ini.



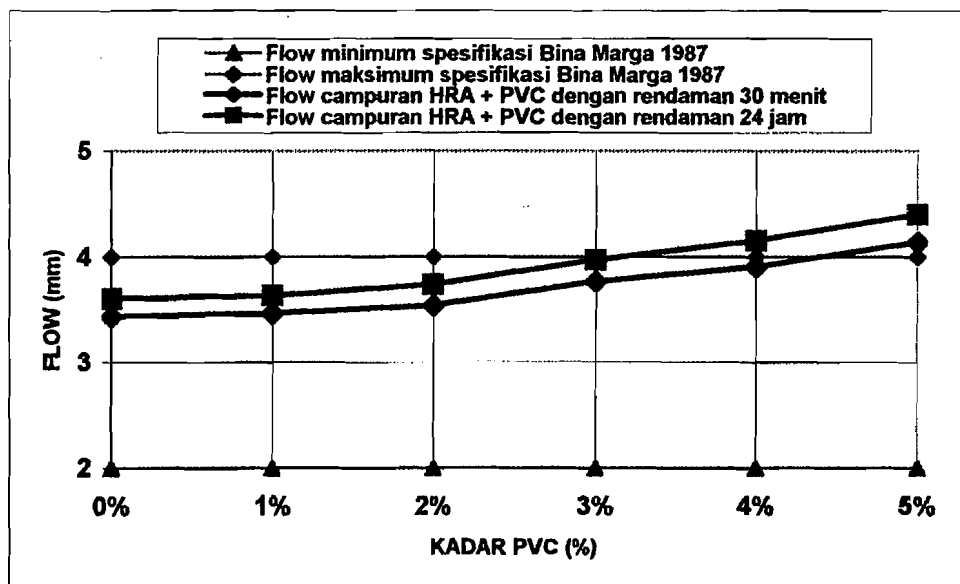
Gambar 6.6. Grafik Hubungan antara Stabilitas dengan Kadar *additive*PVC

Dari gambar 6.6 diketahui nilai stabilitas pada rendaman 24 jam ini mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai stabilitas pada rendaman 30 menit. Hal ini karena sifat air yang merusak. Sifat air yang merusak ini menyebabkan ikatan adhesi antara aspal dengan agregat terganggu akibat kehadiran air

2. Flow (Kelelehan)

Kelelehan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan

panjang (mm). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *flow* adalah gradasi campuran, kadar dan aspal, jenis batuan, jumlah dan temperatur pemadatan. *Flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis konstruksi perkerasan. Campuran yang memiliki *flow* rendah dan stabilitas tinggi menunjukkan campuran tersebut bersifat kaku dan mudah retak (*Cracking*) jika menerima beban yang melebihi daya dukungnya. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk (deformasi) akibat beban lalu lintas. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.7 berikut ini.



Gambar 6.7. Grafik Hubungan antara *Flow* dengan Kadar *additive*PVC

Dari gambar 6.7 diketahui nilai *flow* pada rendaman 24 jam lebih tinggi dari nilai *flow* rendaman 30 menit. Kenaikan nilai *flow* ini karena pada rendaman 24 jam diasumsikan campuran pada kondisi jenuh dimana efek kehadiran air yang bersifat merusak pada suhu kritis aspal dapat terlihat jelas pengaruhnya. Efek kehadiran air pada suhu 60°C yang masuk kedalam rongga-rongga campuran yang ada

menyebabkan campuran kurang tahan terhadap deformasi yang terjadi akibat beban. Menurut Tia dan Wood (1985), pengaruh kehadiran air pada campuran akan berakibat hilangnya ikatan adhesi antar agregat dan aspal, berkurangnya kekuatan dan stabilitas. Selain itu, pengaruh air akan juga mengurangi nilai kekakuan campuran beraspal.

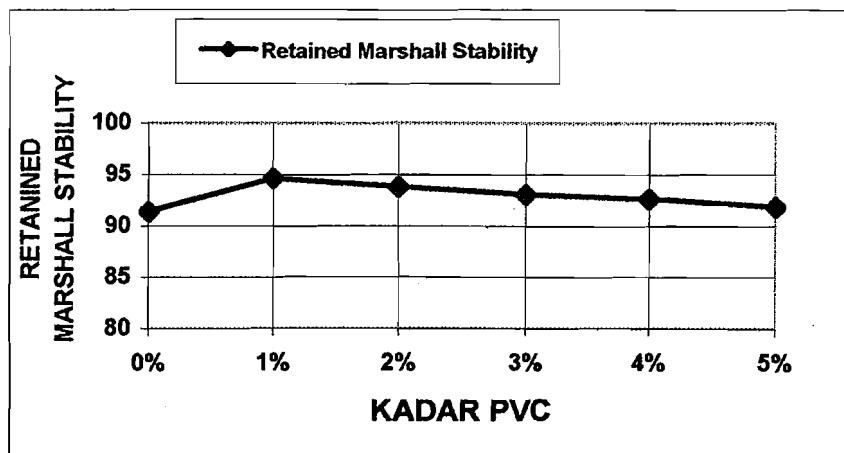
Nilai *flow* pada kadar additive 0% sampai dengan 3% masih masuk dalam spesifikasi Bina Marga, tetapi pada kadar *additive PVC* 4% dan 5% nilai *flow* diluar spesifikasi yang disyaratkan. Nilai *flow* pada *additive PVC* 4% adalah 4,15 mm dan pada *additive PVC* 5% adalah 4,4 mm.

3. *Retained Marshall Stability*

Retained Marshall Stability (indeks kekuatan sisa *Marshall*) dihasilkan karena adanya proses perendaman. Indeks ini menunjukkan kekuatan sisa yang masih dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman. Pada penelitian ini, perendaman diberikan selama 24 jam pada suhu 60° C. *Retained Marshall Stability* digunakan untuk menentukan turunnya nilai kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) campuran beraspal akibat pengaruh air.

Kriteria minimum untuk nilai *Retained Marshall Stability* adalah 75% (Bina Marga 1987). Apabila suatu campuran mempunyai nilai *Retained Marshall Stability* $\geq 75\%$ berarti campuran perkerasan tersebut mempunyai daya tahan yang baik terhadap air, sehingga campuran perkerasan tersebut tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh kehadiran air.

Pengaruh kadar *PVC* pada kadar aspal optimum terhadap *Retained Marshall Stability* dapat dilihat pada Gambar 6.7 berikut ini .



Gambar 6.7. Grafik Hubungan antara *Retained Marshall Stability* dengan Kadar *additive PVC*

Dari gambar 6.7 diketahui pada campuran *HRA* dengan penambahan kadar *additive PVC* dari 0% sampai dengan 1% didapat nilai *retained strength* mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan *PVC* mampu memberikan kontribusi yang berarti pada daya tahan campuran *HRA* terhadap kehadiran air dan udara. *Polyvinyl Chloride* mampu menstabilkan gaya adhesi antara aspal dengan agregat dan gaya kohesi pada kadar *PVC* 1% ini dapat mengimbangi adanya penyelimutan agregat yang lebih tebal dari pada aspal tanpa *PVC*. Sebaliknya pada penambahan kadar *PVC* 2% sampai dengan 5% nilai *Retained Marshall Stability* mengalami penurunan. Hal ini karena gaya kohesi yang dihasilkan *PVC* kurang dapat mengimbangi adanya penambahan volume yang terjadi akibat penambah *additive PVC* pada kadar ini, sehingga aspal berubah fungsi sebagai pelicin yang berakibat pada kemampuan dalam menahan beban oleh perkerasan, dalam hal ini dapat dilihat pada nilai stabilitas yang mengalami penurunan pada kadar *additive PVC* yang sama.

Nilai *retained strength* pada kadar *additive* 1% lebih besar daripada *retained strength* pada campuran *HRA* dengan kadar *additive PVC* 2% sampai dengan 5%.

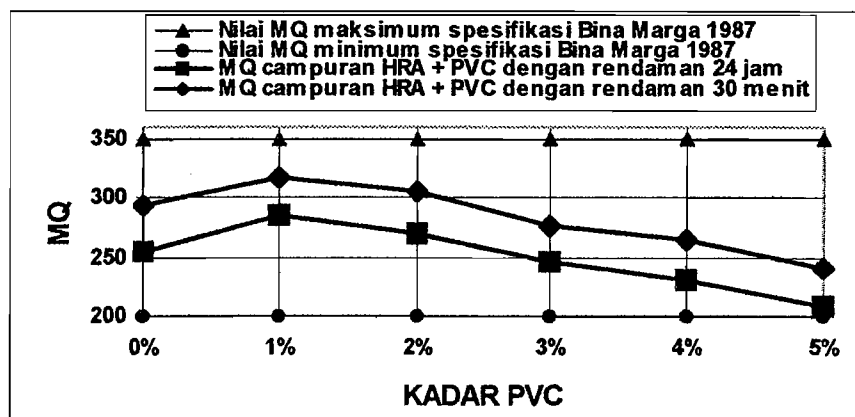
Nilai *retained strength* yang tinggi menunjukkan ketahanan yang baik terhadap pengaruh air akibat perendaman, tetapi nilai *retained strength* pada kadar *additive PVC* 2% sampai dengan 5% mengalami penurunan dikarenakan adanya penggerusan yang dilakukan oleh air terhadap aspal *PVC*. Penambahan *additive PVC* dengan kadar 2% sampai 5% selain menimbulkan penambahan volume juga efek penggerusan oleh air terhadap *PVC* juga makin besar. Hal ini bisa juga merupakan efek samping dari peningkatan kohesi yang cenderung tetap, sehingga penambahan *additive PVC* 2% sampai 5% pada kadar aspal 6,106 % membuat aspal *PVC* cenderung tidak tahan terhadap efek penggerusan oleh air, tetapi nilai *retained strength* pada penambahan *additive pvc* 2% sampai 5% masih lebih besar daripada pada aspal *PVC* 0% dikarenakan pada aspal *pvc* memiliki nilai kohesi yang lebih tinggi dibanding pada aspal biasa.

Dalam produksi pipa paralon tetap diperhitungkan adanya ketebalan aman, sehingga apabila efek penggerusan terjadi pipa paralon tetap dapat berfungsi baik selama masa pelayanan.

4. Marshall Quotient

Nilai *Marshall Quotient* biasa dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai ini merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow* (kelelehan). Stabilitas yang tinggi disertai dengan *flow* yang rendah menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi menunjukkan campuran lebih bersifat plastis dan apabila menerima beban lalu lintas maka perkerasan akan mengalami deformasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi *marshall quotient* adalah stabilitas dan *flow*. Dari

hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *Marshall Quotient* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.8 berikut ini.



Gambar 6.8. Grafik Hubungan antara *Marshall Quotient* dengan Kadar *additivePVC*

Dari gambar grafik 6.8 diketahui nilai *marshall quotient* pada campuran *HRA* rendaman 24 jam mempunyai nilai yang lebih kecil dari nilai *marshall quotient* campuran *HRA* rendaman 30 menit. Hal ini dikarenakan penambahan *additive PVC* mengakibatkan penambahan volume dan nilai kohesi yang dihasilkan relatif tetap, sehingga campuran cenderung tidak tahan terhadap air karena kehadiran air dapat menyebabkan nilai stabilitas menurun sehingga menyebabkan nilai MQ menurun. Tia dan Wood (1985) menyatakan bahwa adanya kehadiran air akan mengurangi kekakuan campuran beraspal, dalam hal ini nilai MQ. karena air akan menyebabkan *adhesi* dan kohesi campuran menjadi lemah sehingga pada saat terkena beban, ikatan antara agregat dalam campuran menjadi lemah, ditandai dengan menurunnya nilai stabilitas dan naiknya *flow*, sehingga nilai MQ turun.

Nilai *marshall quotient* yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 200 kg/mm – 350 kg/mm. Nilai *Marshall quotient* dibawah 200 kg/mm akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *bleeding*, dan *rutting*, sedangkan nilai

marshall quotient diatas 500 kg/mm mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak. Nilai *MQ* pada campuran *HRA* dengan variasi *additive PVC* 0% sampai dengan 5% diatas masuk dalam spesifikasi Bina Marga.

6.2.2 Indirect Tensile Test (Pengujian Tarik Tak Langsung)

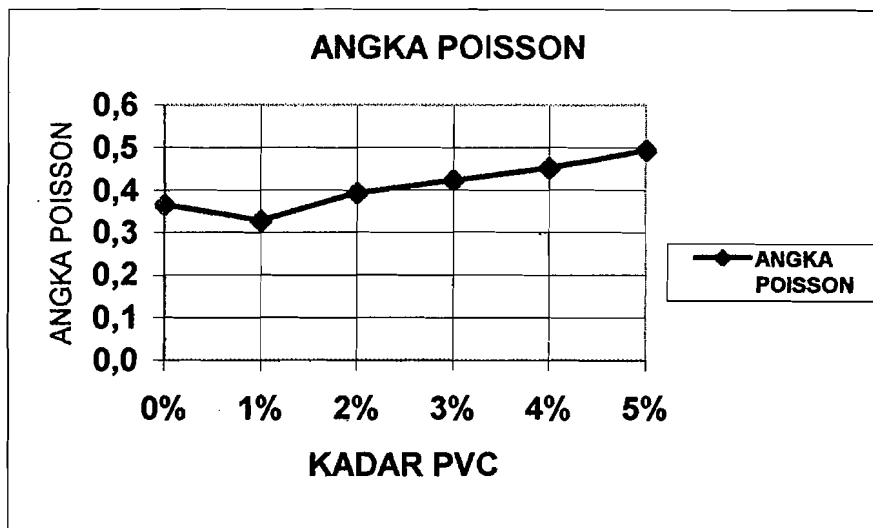
1. Angka *Poisson*

Dengan menggunakan kadar aspal optimum dan kadar *additive PVC* yang diperoleh dari pengujian *Marshall*, dengan menggunakan alat uji UTM (*Universal Testing Machine*) untuk menentukan besarnya angka *Poisson* didapatkan hasil sesuai dengan Tabel 6.8 berikut ini.

Tabel 6.8. Angka *Poisson* Campuran *HRA* dengan *PVC*

| Kadar <i>PVC</i> | Angka <i>Poisson</i> | Load (N) |
|------------------|----------------------|---------------|
| 0% | 0,366 | 3104,9383 |
| 1% | 0,328 | 3856,884 |
| 2% | 0,3932 | 3070,805 |
| 3% | 0,4223 | 2750,6173 |
| 4% | 0,4518 | 2569,09867 |
| 5% | 0,4932 | 2293,948 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU Teknik UGM



Gambar 6.9. Grafik Hubungan antara Angka Poisson dengan Kadar *additivePVC*

Dengan memperhatikan gambar 6.9 terlihat bahwa angka *Poisson* terendah pada jenis campuran *HRA* adalah pada kadar *additive PVC* 1% yaitu sebesar 0,3280. Campuran yang menghasilkan angka *Poisson* terendah mengindikasikan kecilnya perbandingan antara regangan horisontal dan regangan vertikal campuran, sehingga campuran tersebut mempunyai stabilitas dan kemampuan menyerap energi beban (*Modulus Resilient*) yang tinggi. Dari tabel yang sama, campuran *HRA* dengan kadar *additive PVC* 2% sampai dengan 5% memiliki angka *Poisson* yang semakin naik dan nilainya lebih besar daripada campuran *HRA* dengan kadar *additive PVC* 1% dan 0% karena campuran *HRA* dengan bertambahnya kadar *additive PVC* memiliki volume aspal yang berlebih dan bersifat plastis sehingga perbandingan antara regangan horisontal dengan regangan vertikal menjadi besar tetapi keplastisan ini tidak dapat menahan beban yang besar sehingga beban yang dapat diterima oleh campuran *HRA* ini semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa campuran *HRA* dengan kadar *additive PVC* 1% lebih tinggi daripada campuran *HRA* tanpa bahan tambah dan campuran *HRA* dengan kadar *additive PVC* 2% sampai dengan 5%.

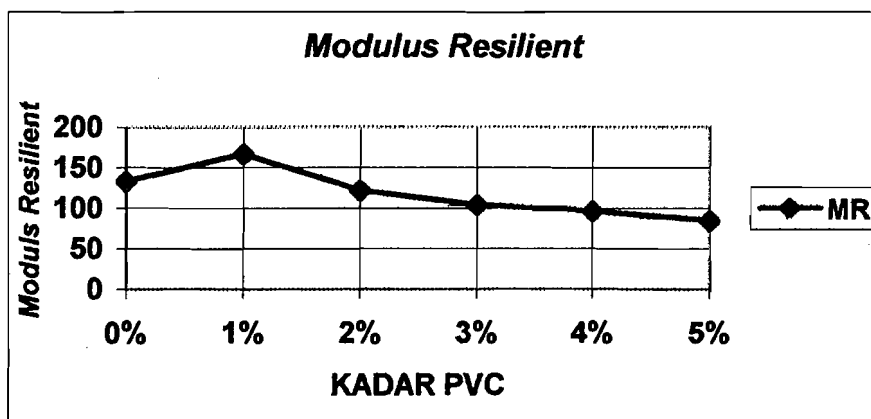
2. Modulus Resilient

Pembebanan yang dilakukan untuk penghitungan *Modulus Resilient* (M_R) adalah pembebanan dengan beban statis pada uji tarik tak langsung berdasarkan (ASTM D4123-82), didapatkan hasil sesuai dengan Tabel 6.9 berikut ini.

Tabel 6.9. *Modulus Resilient* Campuran HRA dengan PVC

| Kadar PVC | Load (N) | Angka Poisson | <i>Modulus Resilient</i> (Mpa) |
|-----------|-------------|------------------|-----------------------------------|
| 0% | 3104,9383 | 0,366 | 132,6258 |
| 1% | 3856,884 | 0,3280 | 167,0949 |
| 2% | 3070,805 | 0,3932 | 121,9131 |
| 3% | 2750,6173 | 0,4223 | 103,3879 |
| 4% | 2569,0987 | 0,4518 | 96,0312 |
| 5% | 2293,948 | 0,4932 | 84,4684 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU Teknik UGM

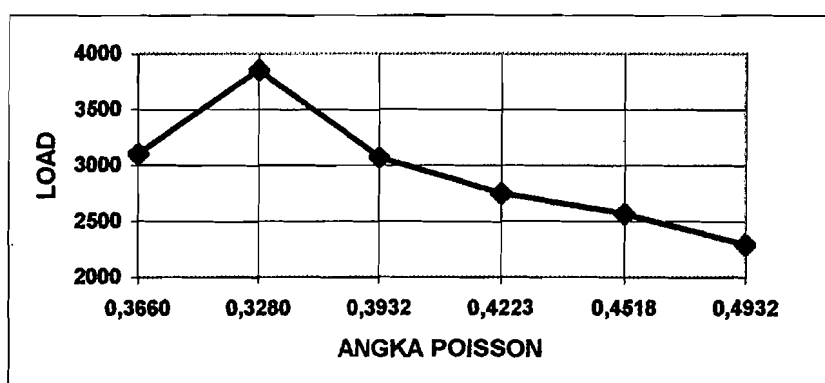


Gambar 6.9. Grafik Hubungan *Modulus Resilient* dengan Kadar *additive PVC*

Dari gambar 6.9 terlihat bahwa pada penambahan kadar *additive PVC* 0% sampai dengan 1% nilai *Modulus Resilient* mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan pada penambahan *additive PVC* 1% mampu menaikkan kohesi campuran aspal

sehingga kemampuan dalam menahan beban meningkat. *Modulus Resilient* (modulus Kenyal) adalah kemampuan campuran dalam menyerap energi dalam jangkauan elastis, pada penambahan *PVC* 1% kohesi yang dihasilkan masih mampu mengimbangi penambahan volume yang diwujudkan dalam penambahan ketebalan *film* aspal sehingga daya tahan terhadap beban yang diterima tinggi akibat dari lekatan antara agregat dan aspal yang terjadi. Sebaliknya pada penambahan *additive PVC* dengan kadar 2% sampai dengan 5% mengakibatkan penambahan volume aspal, tetapi penambahan kohesi yang dihasilkan cenderung tetap sehingga keplastisan akibat penambahan volume aspal menjadi semakin besar dan terbukti dengan menurunnya kemampuan campuran *HRA* dalam menahan beban yang terjadi, karena efek yang ditimbulkan pada penambahan volume ini adalah perubahan fungsi aspal menjadi pelicin sehingga aspal akan mudah terdeformasi akibat adanya beban walaupun beban yang terjadi tidak terlalu besar.

Pengaruh angka *Poisson* terhadap *Load* yang mampu diterima campuran dapat dilihat pada Gambar 7.1 berikut ini.



Gambar 7.1. Grafik Hubungan *Load* dengan Angka *Poisson*

Dari gambar 7.1 terlihat bahwa kenaikan nilai beban yang dapat ditahan oleh campuran *HRA* diiringi dengan penurunan angka *poisson*, dan penurunan nilai beban

yang terjadi diiringi dengan kenaikan nilai *poisson*. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin angka *poisson* kemampuan dalam menahan beban semakin tinggi.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian campuran *HRA* dengan *additive PVC* dan pembahasan yang dilakukan serta batasan masalah yang ada, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas semakin tinggi pada penambahan kadar *PVC* 0% sampai dengan 1%. Sebaliknya nilai stabilitas dengan bahan tambah *PVC* pada kadar 2% sampai dengan 5% mengalami penurunan dan nilai stabilitas pada kadar *PVC* 5% lebih rendah daripada nilai stabilitas campuran tanpa bahan tambah *PVC*. Nilai stabilitas rendaman 24 jam lebih rendah dibanding dengan rendaman standar.
2. Nilai kelelehan (*flow*) campuran semakin tinggi seiring dengan bahan tambah *PVC* pada kadar aspal optimum. Nilai *flow* pada campuran dengan bahan tambah *polyvinyl chloride* mencapai nilai maksimal pada kadar *polyvinyl chloride* 5%. Nilai *flow* pada rendaman 24 jam lebih tinggi dibanding dengan rendaman standar.
3. Nilai VITM semakin rendah seiring dengan penambahan *additive PVC*. Nilai VITM yang memenuhi syarat pada kadar *PVC* 1% sampai dengan 4%.
4. Nilai VFWA semakin naik seiring dengan penambahan kadar *additive PVC*.
5. Nilai *density* semakin naik seiring dengan penambahan kadar *additive PVC*.

6. Peningkatan kadar *additive PVC* dari 0% sampai dengan 1% akan meningkatkan nilai *marshall quotient*. Nilai *marshall quotient* tertinggi pada *additive PVC* 1%. Nilai *marshall quotient* terendah pada *additive PVC* 5%.
7. Nilai VMA semakin rendah seiring dengan penambahan kadar *polyvinyl chloride* pada campuran HRA. Nilai VMA tertinggi dicapai pada kadar *additive PVC* 0% dan nilai terendah dicapai pada kadar *additive PVC* 5%.
8. Nilai *retained stability* semakin tinggi pada penambahan kadar *PVC* 0% sampai dengan 1%. Sebaliknya nilai *retained stability* campuran HRA dengan bahan tambah *polyvinyl chloride* pada kadar 2% sampai dengan 5% mengalami penurunan tetapi nilai *retained stability* tetap masih lebih tinggi daripada nilai *retained stability* campuran HRA dengan bahan tambah *pvc* 0%.
9. Penambahan *additive polyvinyl chloride* dengan kadar 1% menghasilkan angka *poisson* terendah, tetapi pada penambahan *additive PVC* 2% sampai dengan 5% angka *poisson* yang diperoleh semakin tinggi. Angka *poisson* menunjukkan kecilnya nilai perbandingan antara horisontal dan regangan vertikal campuran karena beban sejajar sumbu, sehingga campuran tersebut mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.
10. Campuran HRA dengan bahan tambah *polyvinyl chloride* pada kadar 1% memiliki *load* yang terbesar dibanding pada kadar *PVC* 0%, 2% sampai dengan 5%. *Load* yang besar menunjukkan kemampuan campuran HRA dengan *additive PVC* pada kadar 1% untuk menerima beban lalu lintas lebih besar.
11. Campuran HRA dengan *additive PVC* 0% sampai dengan 1% nilai *Modulus Resilient* semakin tinggi. Nilai *Modulus Resilient* yang tinggi menunjukkan kemampuan perkerasan dalam menyerap energi dalam batas elastis yang tinggi

tanpa menimbulkan deformasi yang berarti. Sebaliknya pada kadar *additive PVC* 2% sampai dengan 5% nilai *Modulus Resilient* semakin turun, nilai terendah dicapai pada variasi *additive* 5%.

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih teliti pada benda uji karena pada penelitian untuk mengetahui alasan pada hasil uji terdapat hasil yang berkebalikan dengan teori yang ada.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut pada campuran *HRA* dengan bahan tambah *Polyvinyl Chloride* terhadap tahanan geseknya (*Skid Resistance*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003 , Panduan Praktikum Jalan Raya, Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta
- Asghara, A. dan Eka, D.J, 2003, Pengaruh Penurunan Temperatur Pemadatan Pada *Hot Rolled Asphalt* dengan Bahan Tambah Limbah Bahan Karet Terhadap Angka *Poisson* dan Deformasi Plastis
- Association of Asphalt Paving Technologists Technical Sessions (1983), *Asphalt Paving Technology*, Atlanta, Georgia.
- British Standard Institution, 1992, *Hot Rolled Asphalt for Roads and Other Paved Areas, Part 1*, Specification For Constituent Materials and Asphalt Mixtures, London
- Cacailia, 2001, Pemanfaatan Limbah Plastik Keras Sebagai Bahan Tambah (*additive*), Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON), No. 12/PT/B/1987, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), No. 13/PT/B/1987, Jakarta
- E.J. Yoder and M.W. Witzak, 1975, *Principles Of Pavement Design*, John Wiley and Son Inc, USA
- Kerb, R.D. and Walker , 1971, *Highway Material*, Mc Graw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA
- Hatch, L.F. and Sami Matar , 1981, University of Petroleum and Minerals, *From Hydrocarbons To Petrochemicals*, Dhahran, Saudi Arabia
- Hendarsin, S, 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Nova, Bandung
- Hunter, R.N, 1994, *Bituminous Mixtures In Road Construction*, Published by Thomas Telford Services Ltd, London
- Putra, Y.D, 2003, Pengaruh *Poly Ethylene* Sebagai *Additive* Terhadap Karakteristik *Marshall* dan Permeabilitas *Hot Rolled Sheet B* (HRS B), Proposal Tugas Akhir Strata I, FTSP UII, Yogyakarta

Soeprapto , 1995, Bahan dan Struktur Jalan Raya, BP KMTS, UGM, Yogyakarta
Sukirman, S , 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung
Suryadharma, H dan Benidiktus, S, 1999, Rekayasa Jalan Raya, UAJY, Yogyakarta
Susianti, N, 1999, Pemanfaatan Limbah Plastik Keras Sebagai Bahan Tambah pada
Campuran Beton Aspal, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM,
Yogyakarta

LAMPYRAN

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

| NO. | N A M A | NO. MHS. | BID.STUDI |
|-----|----------------|----------|--------------|
| 1 | Adi Wibowo | 98511254 | Teknik Sipil |
| 2 | Budi Rahmawati | 98511074 | Teknik Sipil |

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....
 .. Pengaruh bahan tambah Polyvinyl Chloride (PVC) pada Rolled Asphalt terhadap Marshall
 .. properties dan modulus resilien dengan uji tarik tak langsung beban statis

PERIODE II : DESEMBER - MEI
TAHUN : 2002 / 2003

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

DOSEN PEMBIMBING I : ...**Ir. Subarkah, MT.**
 DOSEN PEMBIMBING II : ...**Ir. Miftahut Fauziah, MT.**



Yogyakarta,**19 April 2003**
 a.n. Dekan,

(.....**Ir. H. Munadhir, MS.**..)

Catatan.

Seminar :**25 APRIL 2003**
 Sidang :**5 AGUSTUS 2003**
 Pendadaran :**16 AGUSTUS 2003**



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis agregat : Batu pecah
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|----------------|---------|-------------------|-------|-------------|-----|
| mm | inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,50 | 84,50 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 197,18 | 281,68 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 101,41 | 383,09 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 349,29 | 732,37 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 140,84 | 873,21 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 140,84 | 1014,06 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 112,67 | 1126,73 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1126,73 | | | | | |

Kadar aspal : 6,106%

Kadar PVC : 5%

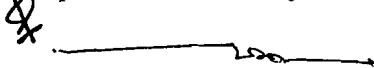
Berat aspal : 73,272 Gram

Berat PVC : 3,6636 Gram

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

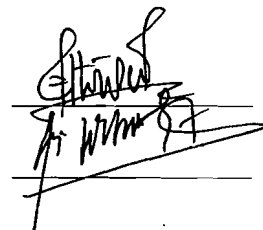


Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis agregat : Batu pecah
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|--------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | inch | Tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | Min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 85,50 | 85,50 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 199,50 | 285,00 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 102,60 | 387,60 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 353,40 | 741,00 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 142,50 | 883,50 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 142,50 | 1026,00 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 114,00 | 1140,00 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1140,00 | | | | | |

Kadar aspal : 5%

Berat aspal : 60 Gram

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|----------------|---------|----------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | Min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 85,05 | 85,05 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 198,45 | 283,50 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 102,06 | 385,56 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 351,54 | 737,10 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 141,75 | 878,85 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 141,75 | 1020,60 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 113,40 | 1134,00 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1134,00 | | | | | |

Kadar aspal : 5,5%

Berat aspal : 66 Gram

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

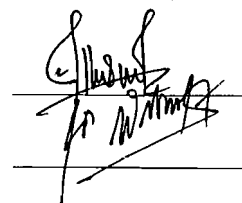


Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis agregat : Batu pecah
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|--------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | Inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | min | max |
| 12,7 | ½" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,60 | 84,60 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 197,40 | 282,00 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 101,52 | 383,52 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 349,68 | 733,20 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 141,00 | 874,20 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 141,00 | 1015,20 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 112,80 | 1128,00 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1128,00 | | | | | |

Kadar aspal : 6%

Berat aspal : 72 gram

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|--------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | Inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | min | max |
| 12,7 | ½" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,15 | 84,15 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 196,35 | 280,50 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 100,98 | 381,48 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 347,82 | 729,30 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 140,25 | 869,55 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 140,25 | 1009,80 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | Pan | 112,20 | 1122,00 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 1122,00 | | | | | |

Kadar aspal : 6,5%

Berat aspal : 78 gram

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis agregat : Batu pecah
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|--------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | inch | tertahan | jumlah | tertahan | lolos | min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 83,70 | 83,70 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 195,30 | 279,00 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 100,44 | 379,44 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 345,96 | 725,40 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 139,50 | 864,90 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 139,50 | 1004,40 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 111,60 | 1116,00 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1116,00 | | | | | |


Kadar aspal : 7%

Berat aspal : 84 gram

Keterangan : Aspal 1200 x 7% = 84 gram
 Agregat 1200 - 84 = 1116 gram

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

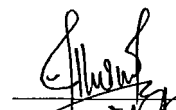


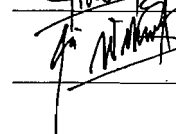
Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo







LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis agregat : Batu pecah
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|-----------------------|---------|-------------------|-------|-------------|-----|
| mm | inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | Min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,50 | 84,50 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 197,18 | 281,68 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 101,41 | 383,09 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 349,29 | 732,37 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 140,84 | 873,21 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 140,84 | 1014,06 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 112,67 | 1126,73 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1126,73 | | | | | |

Kadar aspal : 6,106%
 Kadar PVC : 1%

Berat aspal : 73,272 Gram
 Berat PVC : 0,7327 Gram

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|-----------------------|---------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | inch | tertahan | Jumlah | tertahan | Lolos | Min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,50 | 84,50 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 197,18 | 281,68 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 101,41 | 383,09 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 349,29 | 732,37 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 140,84 | 873,21 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 140,84 | 1014,06 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 112,67 | 1126,73 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1126,73 | | | | | |

Kadar aspal : 6,106%
 Kadar PVC : 2%

Berat aspal : 73,272 Gram
 Berat PVC : 1,4654 Gram

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis agregat : Batu pecah
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN (gram) | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|-----------------------|---------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | Min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,50 | 84,50 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 197,18 | 281,68 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 101,41 | 383,09 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 349,29 | 732,37 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 140,84 | 873,21 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 140,84 | 1014,06 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 112,67 | 1126,73 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1126,73 | | | | | |

Kadar aspal : 6,106%

Berat aspal : 73,272 gram

Kadar PVC : 3%

Berat PVC : 2,1981 gram

| NO. SARINGAN | | BERAT TERTAHAN | | JUMLAH PERSEN (%) | | SPESIFIKASI | |
|--------------|-------|----------------|---------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm | inch | tertahan | Jumlah | tertahan | lolos | Min | max |
| 12,7 | 1/2" | 0,00 | 0,00 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 9,52 | 3/8" | 84,50 | 84,50 | 7,5 | 92,5 | 85 | 100 |
| 6,30 | 1/4 " | 197,18 | 281,68 | 25 | 75 | 60 | 90 |
| 2,38 | # 8 | 101,41 | 383,09 | 34 | 66 | 60 | 72 |
| 0,29 | # 30 | 349,29 | 732,37 | 65 | 35 | 25 | 45 |
| 0,212 | # 70 | 140,84 | 873,21 | 77,5 | 22,5 | 15 | 30 |
| 0,074 | # 200 | 140,84 | 1014,06 | 90 | 10 | 8 | 12 |
| | pan | 112,67 | 1126,73 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 1126,73 | | | | | |

Kadar aspal : 6,106%

Berat aspal : 73,272 gram

Kadar PVC : 4%

Berat PVC : 2,93088 gram

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo

Ir. Iskandar S., MT



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
 Jenis contoh : tertahan saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
 Diperiksa Tgl. : 29 April 2003 Adi Wibowo

| KETERANGAN | I | II |
|---|--|------|
| | Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) → (BJ) | 1694 |
| Berat benda uji di dalam air → (BA) | 1000 | |
| Berat sampel kering oven (BK) | 1653,5 | |
| Berat jenis (BLUK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$ | 2,383 | |
| Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$ | 2,441 | |
| Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$ | 2,53 | |
| Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{(BK)} \times 100 \%$ | 2,449 % | |

Yogyakarta, 29 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
 Jenis contoh : Lolos saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
 Diperiksa Tgl. : 30 April 2003 Adi Wibowo

| KETERANGAN | | |
|---|---------|----|
| | I | II |
| Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) | 500 | |
| Berat Vicnometer + Air (B) | 630 | |
| Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT) | 975 | |
| Berat Sample Kering Oven (BK) | 490 | |
| $\text{Berat jenis} = \frac{\text{BK}}{\text{(B + 500 - BT)}}$ | 3,161 | |
| $\text{Berat SSD} = \frac{500}{\text{(B + 500 - BT)}}$ | 3,225 | |
| $\text{Berat jenis semu} = \frac{\text{BK}}{\text{(B + BK - BT)}}$ | 3,379 | |
| $\text{Penyerapan} = \frac{\text{(500 - BK)}}{\text{(BK)}} \times 100 \%$ | 2,041 % | |

Yogyakarta, 30 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

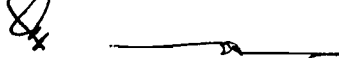
PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST) A A S H T O T96-77

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
 Jenis contoh : tertahan saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
 Diperiksa Tgl. : 30 April 2003 Adi Wibowo

| JENIS GRADASI | | BENDA UJI | |
|---|-----------------|-----------|----|
| SARINGAN | | I | II |
| LOLOS | TERTAHAN | | |
| 72.2 mm (3'') | 63.5 mm (2.5'') | | |
| 63.5 mm (2.5'') | 50.8 mm (2'') | - | |
| 50.8 mm (2'') | 37.5 mm (1.5'') | - | |
| 37.5 mm (1.5'') | 25.4 mm (1'') | - | |
| 25.4 mm (1'') | 19.0 mm (3/4'') | - | |
| 19.0 mm (3/4'') | 12.5 mm (0.5'') | 2500 gram | |
| 12.5 mm (0.5'') | 9.5 mm (3/8'') | 2500 gram | |
| 9.5 mm (3/8'') | 6.3 mm (1/4'') | - | |
| 6.3 mm (1/4'') | 4.75 mm (no.4) | - | |
| 4.75 mm (no.4) | 2.36 mm (no.8) | - | |
| JUMLAH BENDA UJI (A) | | 5000 gram | |
| JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B) | | 3591 gram | |
| $\text{KEAUSAN} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$ | | 28.18 % | |

Yogyakarta, 30 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

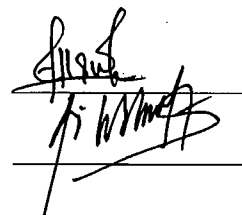


Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA AASHTO T176 - 73

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
 Jenis contoh : Lolos saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
 Diperiksa Tgl. : 30 April 2003 Adi Wibowo

| TRIAL NUMBER | | 1 | 2 |
|---|-------|---------|-------|
| Seaking (10.1 min) | Start | 14.19 | 14.26 |
| | Stop | 14.29 | 14.36 |
| Sedimentation Time (20 min - 15 sec) | Start | 14.35 | 14.40 |
| | Stop | 14.55 | 15.00 |
| Clay Reading | | 4,7 | 5,0 |
| Sand Reading | | 3,7 | 3,7 |
| Sand Reading $SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$ | | 78,72 % | 74 % |
| Average Sand Equivalent | | 76,36 % | |
| Remark : | | | |

Yogyakarta, 30 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
 Jenis contoh : tertahan saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
 Diperiksa Tgl. : 30 April 2003 Adi Wibowo

| No. | Urutan Pemeriksaan | Berat |
|-----|-------------------------------------|------------|
| 1. | Berat vicnometer kosong | 15,33 gram |
| 2. | Berat vicnometer + aquadest | 37,62 gram |
| 3. | Berat air (2 - 1) | 22,99 gram |
| 4. | Berat vicnometer + aspal | 17,33 gram |
| 5. | Berat aspal (4 - 1) | 2,0 gram |
| 6. | Berat vicnometer + aspal + aquadest | 37,69 gram |
| 7. | Berat airnya saja (6 - 4) | 20,36 gram |
| 8. | Volume aspal (3 - 7) | 1,93 gram |
| 9. | Berat jenis aspal (5 / 8) | 1,036 |

Yogyakarta, 30 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo

**LABORATORIUM JALAN RAYA**

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS PVC**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
Jenis contoh : tertahan saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
Diperiksa Tgl. : 30 April 2003 Adi Wibowo

| No. | Urutan Pemeriksaan | Berat |
|-----|-----------------------------------|-------------|
| 1. | Berat vicnometer kosong | 15,39 gram |
| 2. | Berat vicnometer + aquadest | 26,495 gram |
| 3. | Berat air (2 - 1) | 11,105 gram |
| 4. | Berat vicnometer + PVC | 16,00 gram |
| 5. | Berat PVC (4 - 1) | 0,61 gram |
| 6. | Berat vicnometer + PVC + aquadest | 26,0 gram |
| 7. | Berat airnya saja (6 - 4) | 10,0 gram |
| 8. | Volume PVC (3 - 7) | 1,105 gram |
| 9. | Berat jenis PVC (5 / 8) | 0,552 |

Yogyakarta, 30 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Diperiksa oleh :
 Jenis contoh : tertahan saringan 2,36 mm Budi Rahmawati
 Diperiksa Tgl. : 30 April 2003 Adi Wibowo

| PEMANASAN SAMPEL | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU | |
|----------------------------------|----------------|-----------------|-----|
| MULAI PEMANASAN | 27 °C | 10.00 | WIB |
| SELESAI PEMANASAN | 170 °C | 10.15 | WIB |
| DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG | | | |
| MULAI | 27 °C | 10.00 | WIB |
| SELESAI | 170 °C | 10.15 | WIB |
| DIPERIKSA | | | |
| MULAI | 27 °C | 10.00 | WIB |
| SELESAI | 170 °C | 10.15 | WIB |

HASIL PENGAMATAN

| BENDA UJI | PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL |
|-----------|-----------------------------------|
| I | 96 % |
| II | 98 % |
| RATA-RATA | 97 % |

Yogyakarta, 30 April 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis contoh : AC 60/70
 Diperiksa Tgl. : 1 Mei 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

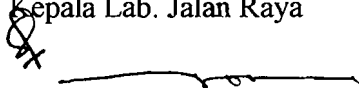
PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL4 (SOLUBILITY)

| Pembukaan contoh | DIPANASKAN | | Pembacaan Waktu | | Pembacaan Suhu | |
|--------------------|------------|-----|-----------------|-----|----------------|----|
| | Mulai | jam | | | | |
| | Selesai | jam | | | | |
| <u>PEMERIKSAAN</u> | | | | | | |
| 1. Penimbangan | Mulai | jam | 1050 | WIB | 26 | °C |
| 2. Pelarutan | Mulai | jam | 11.05 | WIB | 26 | °C |
| 3. Penyaringan | Mulai | jam | 11.46 | WIB | 26 | °C |
| | Selesai | jam | 11.49 | WIB | 26 | °C |
| 4. Di Oven | Mulai | jam | 11.50 | WIB | 26 | °C |
| 5. Penimbangan | Selesai | jam | 12.00 | WIB | 26 | °C |

| | | | |
|--|---|-------|----|
| 1. Berat botol erlenmeyer kosong | = | 73,92 | gr |
| 2. Berat erlenmeyer + aspal | = | 75,92 | gr |
| 3. Berat aspal (2 - 1) | = | 2,0 | gr |
| 4. Berat kertas saring bersih | - | 0,52 | gr |
| 5. Berat kertas saring + endapan | = | 0,523 | gr |
| 6. Berat endapannya saja (5 - 4) | = | 0,003 | gr |
| 7. Persentase endapan ($\frac{6}{3} \times 100\%$) | = | 0,15 | % |
| 8. Bitumen yang larut (100% - 7) | = | 99,85 | % |

Yogyakarta, 1 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

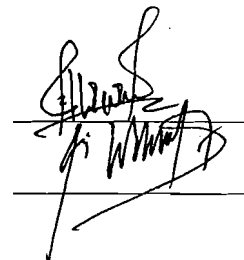


Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis contoh : AC 60/70
 Diperiksa Tgl. : 1 Mei 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

| PEMANASAN SAMPEL | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU | |
|----------------------------------|----------------|-----------------|-----|
| MULAI PEMANASAN | 25 °C | 11.06 | WIB |
| SELESAI PEMANASAN | 110 °C | 11.20 | WIB |
| DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG | | | |
| MULAI | 110 °C | 11.25 | WIB |
| SELESAI | 102 °C | 13.30 | WIB |
| DIPERIKSA | | | |
| MULAI | 102 °C | 11.35 | WIB |
| SELESAI | 342 °C | 11.41 | WIB |

HASIL PENGAMATAN

| CAWAN | TITIK NYALA | TITIK BAKAR |
|-------------|-------------|-------------|
| I | 325 °C | 340 °C |
| II | 338 °C | 342 °C |
| RATA - RATA | 331,5 °C | 341 °C |

Yogyakarta, 1 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UIH

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis contoh : AC 60/70 + PVC 0 % & 5%
 Diperiksa Tgl. : 2 Mei 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

| PEMANASAN SAMPEL | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----|
| MULAI PEMANASAN | 25 °C | 11.06 | WIB |
| SELESAI PEMANASAN | 110 °C | 11.20 | WIB |
| DIDIAMKAN PADA SUHUU RUANG | | | |
| MULAI | 110 °C | 11.25 | WIB |
| SELESAI | 25 °C | 13.30 | WIB |
| DIPERIKSA | | | |
| MULAI | 5 °C | 14.55 | WIB |
| SELESAI | 58 °C | 15.30 | WIB |

HASIL PENGAMATAN

| No. | SUHU YG DIAMATI (°C) | WAKTU (DETIK) | | TITIK LEMBEK (°C) | |
|-----|-------------------------|---------------|---------|-------------------|-------|
| | | I | II | I | II |
| 1. | 5 | 0 | 0 | 58 °C | 55 °C |
| 2. | 10 | 2'25'' | 2'25'' | | |
| 3. | 15 | 4'21'' | 4'21'' | | |
| 4. | 20 | 6'30'' | 6'30'' | | |
| 5. | 25 | 8'05'' | 8'05'' | | |
| 6. | 30 | 9'31'' | 9'31'' | | |
| 7. | 35 | 11'47'' | 11'47'' | | |
| 8. | 40 | 12'51'' | 12'51'' | | |
| 9. | 45 | 13'12'' | 13'12'' | | |
| 10. | 50 | 14'26'' | 14'26'' | | |
| 11. | 55 | 14'28'' | 14'28'' | | |

Yogyakarta, 2 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PERTAMINA
 Jenis contoh : AC 60 / 70
 Diperiksa Tgl. : 2 Mei 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

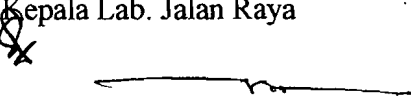
| | | | |
|------------------------|---|----------|--|
| Persiapan benda uji | Contoh dipanaskan | 15 menit | Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$ |
| Mendinginkan benda uji | Didiamkan pada suhu ruang | 60 menit | Pembacaan suhu ruang $\pm 26^{\circ}\text{C}$ |
| Perendaman benda uji | Direndam dalam waterbath pada suhu 25°C | 60 menit | Pembacaan suhu pada waterbath $\pm 25^{\circ}\text{C}$ |
| Pemeriksaan | Daktilitas pada 25°C 5cm per menit | 20 menit | Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$ |

HASIL PENGAMATAN

| Daktilitas pada 25°C 5cm per menit | Pembacaan alat pengukur pada alat |
|--|-----------------------------------|
| Pengamatan I | 165 cm |
| Pengamatan II | 165 cm |
| Rata-rata (I + II) | 165 cm |

Yogyakarta, 2 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

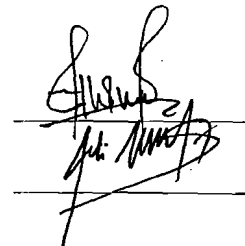


Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis contoh : AC 60/70 + PVC 0% & 1%
 Diperiksa Tgl. : 3 Mei 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

| PEMANASAN SAMPEL | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU | |
|---|----------------|-----------------|-----|
| MULAI PEMANASAN | 102 °C | 14.55 | WIB |
| SELESAI PEMANASAN | 342 °C | 15.28 | WIB |
| DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG | | | |
| MULAI | 102 °C | 14.55 | WIB |
| SELESAI | 342 °C | 15.28 | WIB |
| DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25° C) | | | |
| MULAI | 102 °C | 14.55 | WIB |
| SELESAI | 342 °C | 15.28 | WIB |
| DIPERIKSA | | | |
| MULAI | 102 °C | 14.55 | WIB |
| SELESAI | 342 °C | 15.28 | WIB |

HASIL PENGAMATAN

| NO. | CAWAN (I) (0.1 mm) | CAWAN (II) (0.1 mm) | SKETSA HASIL PENGAMATAN | |
|-----|-----------------------|------------------------|-------------------------|----|
| 1. | 65 | 64 | I | II |
| 2. | 66 | 63 | | |
| 3. | 64 | 66 | | |
| 4. | 64 | 65 | | |
| 5. | 66 | 62 | | |

Yogyakarta, 3 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis contoh : AC 60/70 + PVC 3% & 5%
 Diperiksa Tgl. : 25 Juni 2003

Diperiksa oleh :
 Budi Rahmawati
 Adi Wibowo

| PEMANASAN SAMPEL | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU | |
|---|----------------|-----------------|-----|
| MULAI PEMANASAN | 25 °C | 11.06 | WIB |
| SELESAI PEMANASAN | 110 °C | 11.20 | WIB |
| DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG | | | |
| MULAI | 110 °C | 11.25 | WIB |
| SELESAI | 25 °C | 13.30 | WIB |
| DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25° C) | | | |
| MULAI | 25 °C | 13.30 | WIB |
| SELESAI | 25 °C | 14.30 | WIB |
| DIPERIKSA | | | |
| MULAI | 25 °C | 14.35 | WIB |
| SELESAI | 25 °C | 14.50 | WIB |

HASIL PENGAMATAN

| NO. | CAWAN (3%) (0.1 mm) | CAWAN (5%) (0.1 mm) | SKETSA HASIL PENGAMATAN | |
|-----|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----|
| | | | I | II |
| 1. | 63 | 64 | | |
| 2. | 64 | 62 | | |
| 3. | 63,5 | 65 | | |
| 4. | 63 | 61 | | |
| 5. | 64 | 63 | | |

Yogyakarta, 25 Juni 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

Tanggal : 10 s/d 14 Mei 2003
 Dihitung oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST RENDAMAN BIASA CAMPURAN HRA DENGAN PVC

| Sample | t (mm) | A | b | c | d | e | F | g | H | i | J | K | l | M | N | o | p (kg) | q | r (mm) | QM |
|--------|--------|------|-------|------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|----------|----------|--------|---------|
| PVC 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,7 | 6,50 | 6,104 | 1170 | 1184 | 658 | 526 | 2,224 | 2,325 | 13,106 | 82,552 | 4,343 | 17,448 | 75,111 | 4,343 | 315 | 1078,875 | 1128,503 | 3,4 | 331,913 |
| 2 | 61,93 | 6,50 | 6,104 | 1169 | 1190 | 659 | 531 | 2,202 | 2,325 | 12,971 | 81,705 | 5,324 | 18,295 | 70,898 | 5,324 | 260 | 890,5 | 926,120 | 3,4 | 272,388 |
| 3 | 61,23 | 6,50 | 6,104 | 1174 | 1182 | 667 | 515 | 2,280 | 2,325 | 13,431 | 84,603 | 1,965 | 15,397 | 87,235 | 1,965 | 270 | 924,75 | 961,740 | 3,5 | 274,783 |
| Rata" | | | | | | | | 2,235 | | | | 3,877 | 17,047 | 77,748 | 3,877 | | | 1005,454 | 3,433 | 293,028 |
| PVC 1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,93 | 6,50 | 6,104 | 1175 | 1183 | 655 | 528 | 2,225 | 2,325 | 13,112 | 82,591 | 4,298 | 17,409 | 75,314 | 4,298 | 355 | 1215,875 | 1264,510 | 3,4 | 371,915 |
| 2 | 62 | 6,50 | 6,104 | 1181 | 1191 | 663 | 528 | 2,237 | 2,325 | 13,179 | 83,012 | 3,809 | 16,988 | 77,578 | 3,809 | 245 | 839,125 | 871,012 | 3,5 | 248,861 |
| 3 | 62 | 6,50 | 6,104 | 1181 | 1190 | 667 | 523 | 2,258 | 2,325 | 13,305 | 83,806 | 2,889 | 16,194 | 82,157 | 2,889 | 325 | 1113,125 | 1155,424 | 3,5 | 330,121 |
| Rata" | | | | | | | | 2,240 | | | | 3,665 | 16,864 | 78,350 | 3,665 | | | 1096,982 | 3,47 | 316,965 |

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 cf

h = B.J Maksimum $\{100 : (\% \text{ Agr/Bj Agr} + \% \text{ Asp/Bj. Asp})$

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 (VFVA) $100 \times (i/l)$

n = Rongga yang terisi campuran $100 - \{100 \times (g/h)\}$

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

R = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quintion Marshall

Suhu pencampuran = 160° C

Suhu pematatan = 140° C

Suhu waterbath = 60° C

B.J Aspal = 1,036

B.J Agregat = 2,53

Yogyakarta, 14 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

Tanggal : 10 s/d 14 Mei 2003
 Dihitung oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST RENDAMAN BIASA CAMPURAN HRA DENGAN PVC

| Sample | t (mm) | A | b | c | d | e | F | g | H | i | J | K | l | M | N | o | p (kg) | q | r (mm) | QM |
|--------|--------|------|-------|------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|----------|----------|--------|---------|
| PVC 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,4 | 6,50 | 6,104 | 1173 | 1181 | 659 | 522 | 2,247 | 2,325 | 13,240 | 83,398 | 3,362 | 16,602 | 79,747 | 3,362 | 332 | 1137,1 | 1197,366 | 3,4 | 352,167 |
| 2 | 61,2 | 6,50 | 6,104 | 1179 | 1187 | 665 | 522 | 2,259 | 2,325 | 13,308 | 83,824 | 2,868 | 16,176 | 82,269 | 2,868 | 239 | 818,575 | 864,415 | 3,7 | 233,626 |
| 3 | 61,7 | 6,50 | 6,104 | 1167 | 1191 | 670 | 521 | 2,240 | 2,325 | 13,197 | 83,130 | 3,672 | 16,870 | 78,232 | 3,672 | 322 | 1102,85 | 1153,581 | 3,5 | 329,595 |
| Rata" | | | | | | | | 2,249 | | | | 3,301 | 16,549 | 80,082 | 3,301 | | | 1071,788 | 3,53 | 205,129 |
| PVC 3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,82 | 6,50 | 6,104 | 1173 | 1187 | 670 | 517 | 2,269 | 2,325 | 13,368 | 84,204 | 2,428 | 15,796 | 84,630 | 2,428 | 325 | 1113,125 | 1160,989 | 3,8 | 305,524 |
| 2 | 61,7 | 6,50 | 6,104 | 1181 | 1190 | 653 | 537 | 2,199 | 2,325 | 12,958 | 81,621 | 5,421 | 18,379 | 70,503 | 5,421 | 230 | 787,75 | 823,987 | 3,7 | 222,699 |
| 3 | 61,45 | 6,50 | 6,104 | 1173 | 1179 | 668 | 511 | 2,295 | 2,325 | 13,525 | 85,193 | 1,282 | 14,807 | 91,341 | 1,282 | 320 | 1096 | 1154,088 | 3,8 | 303,707 |
| Rata" | | | | | | | | 2,255 | | | | 3,044 | 16,327 | 82,158 | 3,044 | | | 1046,355 | 3,77 | 277,310 |

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 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-l-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

R = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quintion Marshall

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,036

B.J Agregat = 2,53

Yogyakarta, 14 Mei 2003

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

Tanggal : 10 s/d 14 Mei 2003
 Dihitung oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST RENDAMAN BIASA CAMPURAN HRA DENGAN PVC

| Sample | t (mm) | A | b | c | d | E | F | G | H | I | J | K | I | M | N | O | P (kg) | Q | r (mm) | QM |
|--------|--------|------|-------|------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|----------|----------|--------|---------|
| PVC 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 6,25 | 6,50 | 6,104 | 1176 | 1192 | 664 | 528 | 2,227 | 2,325 | 13,123 | 82,661 | 4,216 | 17,339 | 75,683 | 4,216 | 318 | 1089,15 | 1116,379 | 3,8 | 293,784 |
| 2 | 61,2 | 6,50 | 6,104 | 1175 | 1188 | 677 | 511 | 2,299 | 2,325 | 13,548 | 85,338 | 1,114 | 14,662 | 92,403 | 1,114 | 224 | 767,2 | 803,258 | 4 | 200,815 |
| 3 | 60,7 | 6,50 | 6,104 | 1171 | 1190 | 670 | 520 | 2,252 | 2,325 | 13,268 | 83,576 | 3,156 | 16,424 | 80,783 | 3,156 | 315 | 1078,875 | 1163,027 | 3,9 | 298,212 |
| Rata" | | | 6,104 | | | | | 2,260 | | | | 2,829 | 16,142 | 82,957 | 2,829 | | | 1027,555 | 3,90 | 264,270 |
| PVC 5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,58 | 6,50 | 6,104 | 1170 | 1187 | 668 | 519 | 2,254 | 2,325 | 13,282 | 83,665 | 3,052 | 16,335 | 81,313 | 3,052 | 315 | 1078,875 | 1131,740 | 4,3 | 263,195 |
| 2 | 62,62 | 6,50 | 6,104 | 1173 | 1190 | 672 | 518 | 2,264 | 2,325 | 13,342 | 84,042 | 2,616 | 15,958 | 83,606 | 2,616 | 218 | 746,65 | 763,076 | 4 | 190,769 |
| 3 | 61,13 | 6,50 | 6,104 | 1169 | 1193 | 678 | 515 | 2,270 | 2,325 | 13,374 | 84,243 | 2,383 | 15,757 | 84,877 | 2,383 | 305 | 1044,625 | 1111,481 | 4,1 | 271,093 |
| Rata" | | | | | | | | 2,263 | | | | 2,684 | 16,017 | 83,265 | 2,684 | | | 1002,099 | 4,1 | 241,686 |

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 : (% Agr/Bj Agr + % 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 (VFWA) 100 x (i/l)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

R = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quintion Marshall

Suhu pencampuran = 160° C

Suhu pemadatan = 140° C

Suhu waterbath = 60° C

B.J Aspal = 1,036

B.J Agregat = 2,53

Yogyakarta, 14 Mei 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

Tanggal : 10 s/d 16 Mei 2003
 Dihitung oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST RENDAMAN 24 JAM CAMPURAN HRA DENGAN PVC

| Sample | t (mm) | a | b | c | D | E | F | g | h | i | j | k | l | m | N | O | P (kg) | Q | r (mm) | QM |
|--------|--------|--------|-------|------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|--------|----------|--------|---------|
| PVC 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,7 | 6,5008 | 6,104 | 1170 | 1194 | 672 | 522 | 2,241 | 2,325 | 13,206 | 83,184 | 3,610 | 16,816 | 78,534 | 3,610 | 296 | 1013,8 | 1060,435 | 3,7 | 286,604 |
| 2 | 61,9 | 6,5008 | 6,104 | 1169 | 1197 | 675 | 522 | 2,239 | 2,325 | 13,195 | 83,113 | 3,692 | 16,887 | 78,137 | 3,692 | 270 | 924,75 | 961,74 | 3,6 | 267,150 |
| 3 | 60,9 | 6,5008 | 6,104 | 1174 | 1198 | 675 | 523 | 2,245 | 2,325 | 13,226 | 83,309 | 3,465 | 16,691 | 79,240 | 3,465 | 200 | 685 | 733,635 | 3,5 | 209,610 |
| Rata" | | | | | | | | 2,242 | | | | 3,589 | 16,798 | 78,637 | 3,589 | | | 918,603 | 3,60 | 254,455 |
| PVC 1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,6 | 6,5008 | 6,104 | 1175 | 1189 | 664 | 525 | 2,238 | 2,325 | 13,187 | 83,063 | 3,751 | 16,937 | 77,855 | 3,751 | 320 | 1096 | 1149,704 | 3,6 | 319,362 |
| 2 | 61,3 | 6,5008 | 6,104 | 1181 | 1191 | 665 | 526 | 2,245 | 2,325 | 13,229 | 83,328 | 3,443 | 16,672 | 79,347 | 3,443 | 260 | 890,5 | 943,0395 | 3,6 | 261,955 |
| 3 | 61,1 | 6,5008 | 6,104 | 1181 | 1191 | 667 | 524 | 2,254 | 2,325 | 13,279 | 83,646 | 3,075 | 16,354 | 81,199 | 3,075 | 280 | 959 | 1021,335 | 3,7 | 276,036 |
| Rata" | | | | | | | | 2,246 | | | | 3,423 | 16,655 | 79,467 | 3,423 | | | 1038,026 | 3,63 | 285,785 |

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 : (% Agr/Bj Agr + % 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 (VFVA) 100 x (i/l)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

R = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quintion Marshall

Suhu pencampuran = 160° C

Suhu pemadatan = 140° C

Suhu waterbath = 60° C

B.J Aspal = 1,036

B.J Agregat = 2,53

Yogyakarta, 16 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UI

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

Tanggal : 10 s/d 16 Mei 2003
 Dihitung oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST RENDAMAN 24 JAM CAMPURAN HRA DENGAN PVC

| Sample | t (mm) | a | b | c | D | E | F | g | h | i | j | k | l | m | N | O | P (kg) | Q | r (mm) | QM |
|--------|--------|--------|-------|------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|--------|----------|--------|---------|
| PVC 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,25 | 6,5008 | 6,104 | 1173 | 1190 | 669 | 521 | 2,251 | 2,325 | 13,265 | 83,558 | 3,177 | 16,442 | 80,678 | 3,177 | 290 | 993,25 | 1052,845 | 3,7 | 284,553 |
| 2 | 60,8 | 6,5008 | 6,104 | 1179 | 1189 | 665 | 524 | 2,250 | 2,325 | 13,257 | 83,504 | 3,239 | 16,496 | 80,365 | 3,239 | 335 | 1147,4 | 1232,281 | 3,7 | 333,049 |
| 3 | 61,08 | 6,5008 | 6,104 | 1167 | 1176 | 658 | 518 | 2,253 | 2,325 | 13,274 | 83,612 | 3,114 | 16,388 | 80,996 | 3,114 | 200 | 685 | 730,210 | 3,8 | 192,161 |
| Rata" | | | | | | | | 2,251 | | | | 3,177 | 16,442 | 80,680 | 3,177 | | | 1005,112 | 3,73 | 269,921 |
| PVC 3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,07 | 6,5008 | 6,104 | 1173 | 1187 | 675 | 512 | 2,291 | 2,325 | 13,498 | 85,027 | 1,475 | 14,973 | 90,149 | 1,475 | 291 | 996,68 | 1062,456 | 3,9 | 272,425 |
| 2 | 62,2 | 6,5008 | 6,104 | 1181 | 1195 | 664 | 531 | 2,224 | 2,325 | 13,104 | 82,543 | 4,352 | 17,457 | 75,067 | 4,352 | 289 | 989,83 | 1022,489 | 3,9 | 262,177 |
| 3 | 61,5 | 6,5008 | 6,104 | 1173 | 1188 | 667 | 521 | 2,251 | 2,325 | 13,265 | 83,558 | 3,177 | 16,442 | 80,678 | 3,177 | 232 | 794,6 | 836,714 | 4,1 | 204,077 |
| Rata" | | | | | | | | 2,256 | | | | 3,001 | 16,291 | 81,965 | 3,001 | | | 973,886 | 3,97 | 246,226 |

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 : (% Agr/Bj Agr + % 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 (VFWA) 100 x (i/l)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

R = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quintion Marshall

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,036

B.J Agregat = 2,53

Yogyakarta, 16 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SPIL DAN PERENCANAAN UI

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY
 Jenis Campuran : HRA
 Di kerjakan oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

Tanggal : 10 s/d 16 Mei 2003
 Dihitung oleh : Budi Rahmawati & Adi Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST RENDAMAN 24 JAM CAMPURAN HRA DENGAN PVC

| Sample | t (mm) | a | b | c | d | E | f | g | h | i | j | k | l | M | N | O | P (kg) | Q | r (mm) | QM |
|--------|--------|--------|-------|------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|--------|---------|--------|---------|
| PVC 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,6 | 6,5008 | 6,104 | 1176 | 1199 | 680 | 519 | 2,266 | 2,325 | 13,350 | 84,094 | 2,555 | 15,906 | 83,935 | 2,555 | 260 | 890,5 | 934,135 | 4,3 | 217,241 |
| 2 | 62 | 6,5008 | 6,104 | 1175 | 1205 | 685 | 520 | 2,260 | 2,325 | 13,313 | 83,861 | 2,825 | 16,139 | 82,493 | 2,825 | 268 | 917,9 | 952,780 | 4,2 | 226,852 |
| 3 | 60,87 | 6,5008 | 6,104 | 1171 | 1198 | 678 | 520 | 2,252 | 2,325 | 13,268 | 83,576 | 3,156 | 16,424 | 80,783 | 3,156 | 264 | 904,2 | 969,302 | 3,95 | 245,393 |
| Rata" | | | | | | | | 2,259 | | | | 2,846 | 16,156 | 82,404 | 2,846 | | | 952,072 | 4,15 | 229,829 |
| PVC 5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 61,7 | 6,5008 | 6,104 | 1170 | 1205 | 680 | 525 | 2,229 | 2,325 | 13,131 | 82,709 | 4,160 | 17,291 | 75,939 | 4,160 | 255 | 873,38 | 913,550 | 4,3 | 212,454 |
| 2 | 62,27 | 6,5008 | 6,104 | 1173 | 1210 | 694 | 516 | 2,273 | 2,325 | 13,394 | 84,367 | 2,239 | 15,633 | 85,679 | 2,239 | 265 | 907,63 | 935,761 | 4,5 | 207,947 |
| 3 | 61,73 | 6,5008 | 6,104 | 1169 | 1199 | 688 | 511 | 2,288 | 2,325 | 13,479 | 84,902 | 1,619 | 15,098 | 89,277 | 1,619 | 253 | 866,53 | 905,519 | 4,4 | 205,800 |
| Rata" | | | | | | | | 2,263 | | | | 2,673 | 16,007 | 83,632 | 2,673 | | | 918,277 | 4,4 | 208,733 |

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 : (% Agr/Bj Agr + % 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 (VFVA) 100 x (i/l)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

R = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quintion Marshall

Suhu pencampuran = 160° C

Suhu pemadatan = 140° C

Suhu waterbath = 60° C

B.J Aspal = 1,036

B.J Agregat = 2,53

Yogyakarta, 16 Mei 2003

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT

Peneliti :

1. Budi Rahmawati

2. Adi Wibowo

Lampiran Hasil Perhitungan Angka Poisson

| Sampel | Load | Dial Gauge (mm) | | | | Angka Poisson |
|--------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|---------------|
| | | dh ki | dh ka | Dh | Dv | |
| PVC 0% | | | | | | |
| 1. | 2814,815 | 0,25 | 0,23 | 0,24 | 1,33 | 0,3778 |
| 2. | 3500 | 0,3 | 0,2 | 0,25 | 1,4 | 0,3711 |
| 3. | 3000 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1,45 | 0,3490 |
| Rerata | 3104,938 | | | | | 0,3660 |
| PVC 1% | | | | | | |
| 1. | 4624,892 | 0,24 | 0,18 | 0,21 | 1,3 | 0,3099 |
| 2. | 3425,930 | 0,29 | 0,18 | 0,235 | 1,37 | 0,3458 |
| 3. | 3519,83 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 1,44 | 0,3283 |
| Rerata | 3856,884 | | | | | 0,3280 |
| PVC 2% | | | | | | |
| 1. | 2824,07 | 0,33 | 0,23 | 0,28 | 1,42 | 0,4379 |
| 2. | 3301,425 | 0,3 | 0,23 | 0,265 | 1,52 | 0,3559 |
| 3. | 3086,92 | 0,32 | 0,24 | 0,28 | 1,533 | 0,3857 |
| Rerata | 3070,805 | | | | | 0,3932 |
| PVC 3% | | | | | | |
| 1. | 2822,96 | 0,34 | 0,25 | 0,295 | 1,55 | 0,4133 |
| 2. | 2171,75 | 0,32 | 0,25 | 0,285 | 1,53 | 0,3987 |
| 3. | 3257,142 | 0,35 | 0,28 | 0,315 | 1,56 | 0,4549 |
| Rerata | 2750,6173 | | | | | 0,4223 |
| PVC 4% | | | | | | |
| 1. | 2959,22 | 0,35 | 0,26 | 0,305 | 1,57 | 0,4274 |
| 2. | 3091,346 | 0,35 | 0,28 | 0,315 | 1,55 | 0,4596 |
| 3. | 1656,73 | 0,36 | 0,29 | 0,325 | 1,58 | 0,4684 |
| Rerata | 2569,0987 | | | | | 0,4518 |
| PVC 5% | | | | | | |
| 1. | 1846,584 | 0,36 | 0,26 | 0,31 | 1,58 | 0,4344 |
| 2. | 2453,89 | 0,36 | 0,30 | 0,33 | 1,58 | 0,4798 |
| 3. | 2581,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 1,59 | 0,5654 |
| Rerata | 2293,948 | | | | | 0,4932 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU UGM – Yogyakarta

Lampiran Hasil Perhitungan Modulus Resilient

| Sampel | Load | Angka <i>Poisson</i> | Tinggi Sampel | Dh | <i>Modulus Resilient</i> |
|---------------|-----------|-------------------------|------------------|-------|------------------------------|
| PVC 0% | | | | | |
| 1. | 2814,815 | 0,3778 | 60,27 | 0,24 | 126,6868 |
| 2. | 3500 | 0,3711 | 60,70 | 0,25 | 148,5964 |
| 3. | 3000 | 0,3490 | 60,90 | 0,25 | 122,5942 |
| | 3104,9383 | 0,366 | | | 132,6258 |
| PVC 1% | | | | | |
| 1. | 4624,892 | 0,3099 | 61,30 | 0,21 | 209,499 |
| 2. | 3425,930 | 0,3458 | 61,42 | 0,235 | 146,9243 |
| 3. | 3519,83 | 0,3283 | 60,90 | 0,24 | 144,8615 |
| | 3856,884 | 0,328 | | | 167,0949 |
| PVC 2% | | | | | |
| 1. | 2824,07 | 0,4379 | 60,85 | 0,28 | 117,8636 |
| 2. | 3301,425 | 0,3559 | 60,90 | 0,265 | 128,6915 |
| 3. | 3086,92 | 0,3857 | 60,95 | 0,28 | 119,1841 |
| | 3070,805 | 0,3932 | | | 121,9131 |
| PVC 3% | | | | | |
| 1. | 2822,96 | 0,4133 | 61,30 | 0,295 | 107,1609 |
| 2. | 2171,75 | 0,3987 | 62,03 | 0,285 | 82,5438 |
| 3. | 3257,142 | 0,4549 | 62,50 | 0,315 | 120,4591 |
| | 2750,6173 | 0,4223 | | | 103,3879 |
| PVC 4% | | | | | |
| 1. | 2959,22 | 0,4274 | 62,03 | 0,305 | 109,5868 |
| 2. | 3091,346 | 0,4596 | 61,50 | 0,315 | 116,9627 |
| 3. | 1656,73 | 0,4684 | 61,40 | 0,325 | 61,5742 |
| | 2569,0987 | 0,4518 | | | 96,0312 |
| PVC 5% | | | | | |
| 1. | 1846,584 | 0,4344 | 61,83 | 0,31 | 68,1672 |
| 2. | 2453,89 | 0,4798 | 61,90 | 0,33 | 90,4589 |
| 3. | 2581,37 | 0,5654 | 61,73 | 0,37 | 94,7789 |
| | 2293,948 | 0,4932 | | | 84,4684 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU UGM – Yogyakarta