

**TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN LABORATORIUM**  
**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR KALI KRASAK**  
**PADA CAMPURAN BETON ASPAL**

**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka**  
**Memperoleh Derajat Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Sipil**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**  
**Yogyakarta**

Disusun oleh :

*Adri Jond Hendri*

No. Mhs. : 88310109

NIRM : 885014330098

*Agus Dwi Nugroho*

No. Mhs. : 88310165

NIRM : 885014330147

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**1996**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENELITIAN LABORATORIUM**

**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR KALI KRASAK**

**PADA CAMPURAN BETON ASPAL**

Disusun oleh :

*Adri Jond Hendri*

No. Mhs. : 88310109

NIRM : 885014330098

*Agus Dwi Nugroho*

No. Mhs. : 88310165

NIRM : 885014330147

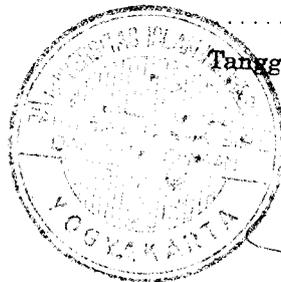
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Wardhani S, MSc

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Bachnas, MSc

Dosen Pembimbing II



Tanggal :

*Handwritten signature*  
17-8-06

Tanggal :

*Handwritten signature*  
16-8-06

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas segala bimbingan dan rahmat-Nya, maka selasailah Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Penggunaan Pasir kali Krasak Terhadap Campuran Beton Aspal, yang merupakan syarat terakhir yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia guna memperoleh derajat kesarjanaannya.

Adanya motivasi merupakan awal keberhasilan tersusunnya Tugas Akhir ini, motivasi yang tumbuh dan berkembang karena tuntutan-Nya pula. Kendala dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini bukanlah tidak ada, namun berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis akhirnya mampu mengatasi hambatan yang dihadapi. Untuk itu penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mencurahkan pikiran, meluangkan waktu dan memberi semangat baik dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, maupun selama penulis menempuh studi.

Melalui kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

3. Bapak Ir. H. Wardhani Sartono, MSC, selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.
4. Bapak Ir. H. Bachnas, MSC, selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.
5. Kepada Base Camp beserta karyawan PT. Perwita Karya Yogyakarta.
6. Bapak karyawan Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
7. Semua pihak yang telah membantu sehingga selesainya laporan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu disini.

Semoga amal kebajikan Bapak dan rekan-rekan semua mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Amien.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, karena keterbatasan kemampuan penyusun. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penyusun harapkan. Akhirnya, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan para pembaca umumnya.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Juli 1996

Penyusun

## DAFTAR ISI

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| KATA PENGANTAR .....                 | i    |
| DAFTAR ISI .....                     | iii  |
| DAFTAR TABEL .....                   | vi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                  | vii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                | viii |
| INTISARI .....                       | ix   |
| <br>                                 |      |
| BAB I    PENDAHULUAN                 |      |
| A. Latar Belakang .....              | 1    |
| B. Tujuan Penelitian .....           | 2    |
| C. Faedah Penelitian .....           | 3    |
| D. Lingkup Penelitian .....          | 3    |
| <br>                                 |      |
| BAB II    TINJAUAN PUSTAKA           |      |
| A. Aspal .....                       | 4    |
| B. Agregat .....                     | 4    |
| C. Filler .....                      | 5    |
| D. Beton Aspal .....                 | 5    |
| <br>                                 |      |
| BAB III    LANDASAN TEORI            |      |
| A. Konstruksi Perkerasan Jalan ..... | 9    |
| 1. Perkerasan lentur .....           | 9    |
| 2. Perkerasan kaku .....             | 9    |
| 3. Perkerasan komposit .....         | 10   |
| B. Bahan Perkerasan .....            | 11   |
| 1. Agregat .....                     | 11   |
| 2. Aspal .....                       | 17   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| C. Kadar Aspal Dalam Campuran .....          | 20                              |
| <br>   |                                 |
| BAB IV                                       | HIPOTESIS                       |
| <br>   |                                 |
| BAB V  | METODE PENELITIAN               |
| A. Bahan .....                               | 24                              |
| 1. Asal Bahan .....                          | 24                              |
| 2. Spesifikasi dan Pemeriksaan Bahan .....   | 25                              |
| B. Alat yang digunakan .....                 | 29                              |
| C. Jalannya Penelitian .....                 | 30                              |
| 1. Persiapan .....                           | 30                              |
| 2. Cara melakukan Tes Benda Uji .....        | 32                              |
| D. Anggapan Dasar .....                      | 33                              |
| E. Analisa Hitungan .....                    | 33                              |
| 1. Nilai VFWA .....                          | 34                              |
| 2. Nilai VITM .....                          | 35                              |
| 3. Nilai Stabilitas .....                    | 36                              |
| 4. Nilai Flow .....                          | 36                              |
| 5. Nilai Marshall Quotient .....             | 36                              |
| <br>   |                                 |
| BAB VI                                       | HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN |
| A. Hasil Penelitian .....                    | 38                              |
| B. Pembahasan .....                          | 43                              |
| 1. Pengaruh terhadap Stabilitas .....        | 43                              |
| 2. Pengaruh terhadap Flow .....              | 44                              |
| 3. Pengaruh terhadap VITM .....              | 46                              |
| 4. Pengaruh terhadap VFWA .....              | 48                              |
| 5. Pengaruh terhadap Marshall Quotient ..... | 50                              |
| 6. Penentuan Kadar Aspal Optimum .....       | 51                              |

|  |    |
|--|----|
| 7. Modulus Kekakuan Bitumen ( <i>S bit</i> ) .....         | 52 |
| 8. Modulus Kekakuan Campuran ( <i>S mix</i> ) .....        | 54 |
| 9. Keuntungan/ kerugian penggunaan pasir kali Krasak ..... | 57 |

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

|                    |    |
|--------------------|----|
| A. Kesimpulan..... | 60 |
| B. Saran.....      | 61 |

|              |    |
|--------------|----|
| PENUTUP..... | 63 |
|--------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 64 |
|----------------------|----|

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi menerus Beton Aspal
2. Tabel 3.2. Klasifikasi bentuk batuan berdasarkan hasil pengamatan langsung ( Descriptive Test )
3. Tabel 5.1. Spesifikasi pemeriksaan agregat kasar batu pecah
4. Tabel 5.2. Spesifikasi pemeriksaan agregat halus batu pecah
5. Tabel 5.3. Spesifikasi Aspal AC 60 - 70
6. Tabel 5.4. Variasi Campuran
7. Tabel 6.1. Hasil pemeriksaan agregat kasar batu pecah
8. Tabel 6.2. Hasil pemeriksaan agegat halus batu pecah
9. Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan pasir kali krasak
10. Tabel 6.4. Hasil pemeriksaar pasir kali Progo
11. Tabel 6.5. Hasil pemeriksaan aspal AC 60 - 70
12. Tabel 6.6. Hasil Test Marshall
13. Tabel 6.7. Spesifikasi Laston
14. Tabel 6.8. Kadar aspal optimum masing-masing campuran
15. Tabel 6.9. Perhitungan  $S_{mix}$  dari nomogram Shell dengan penggunaan pasir kali Krasak pada campuran beton aspal
16. Tabel 6.10. Perhitungan  $S_{mix}$  dari nomogram Shell dengan penggunaan pasir kali Progo pada campuran beton aspal

## DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 3.1. Bentuk-bentuk Kurva Gradasi
2. Gambar 3.2. Hubungan antara Kadar Aspal dan Kekakuan ( Stiffness )
3. Gambar 6.1. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Stabilitas
4. Gambar 6.2. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Flow
5. Gambar 6.3. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan VITM
6. Gambar 6.4. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan VFWA
7. Gambar 6.5. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Marshall Quotient
8. Gambar 6.6. Penentuan Kadar Aspal Optimum penggunaan bahan pengisi pasir kali Krasak
9. Gambar 6.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum penggunaan bahan pengisi pasir kali Progo
10. Gambar 6.8. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai  $S_{mix}$
11. Gambar 6.9. Nomogram Van der Poel untuk menentukan nilai  $S_{bit}$
12. Gambar 6.10. Nomogram Shell untuk menentukan nilai  $S_{mix}$

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Pemeriksaan keausan ( abrasi ) batu pecah
2. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar asal Clereng Kulon Progo
3. Pemeriksaan berat jenis agregat halus asal Clereng Kulon Progo
4. Pemeriksaan berat jenis pasir kali Krasak
5. Pemeriksaan berat jenis pasir kali Progo
6. Pemeriksaan berat jenis aspal dan kehilangan berat ( loss on heating )
7. Pemeriksaan penetrasi aspal
8. Pemeriksaan titik nyala, titik bakar dan titik lembek aspal
9. Pemeriksaan daktilitas dan kelekatan aspal
10. Pemeriksaan kelarutan aspal dalam  $CCL_4$  dan pemeriksaan sand equivalent
11. Tabel rencana gradasi agregat ( 11a dan 11b )
12. Tabel perhitungan tes Marshall penggunaan pasir kali Krasak
13. Tabel perhitungan tes Marshall penggunaan pasir kali Progo
14. Gambar grafik pembagian butir agregat gradasi ideal ( Laston )

## INTISARI

Beton aspal merupakan suatu campuran antara agregat dengan aspal yang sering digunakan sebagai lapis permukaan suatu perkerasan lentur. Karakteristik lapis permukaan tersebut banyak dipengaruhi oleh bahan susun campuran, desain campuran dan cara pelaksanaan pembuatan yaitu pada saat pencampuran, penghampanan, dan pemadatan.

Dalam penelitian ini campuran beton aspal digunakan agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi, dan filler. Khusus untuk bahan pengisi yaitu batuan yang lolos saringan no.30 dan tertahan saringan no.200 digunakan pasir kali Krasak dan sebagai pembanding digunakan pasir kali Progo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Marshall Test dan dilihat pengaruhnya pada campuran beton aspal.

Dari hasil penelitian untuk lalulintas berat dengan jumlah tumbukan  $2 \times 75$ , untuk gradasi ideal spesifikasi Bina Marga dengan penggunaan pasir kali Krasak serta pembanding pasir kali Progo dan jenis aspal yang digunakan AC 60-70 ternyata terjadi perbedaan optimasi kadar aspal untuk memenuhi persyaratan teknis Bina Marga.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang .

Di dalam era pembangunan seperti sekarang ini sarana transportasi jalan raya memegang peranan yang sangat penting. Kondisi jalan yang baik berpengaruh terhadap lancarnya arus lalu lintas, sehingga diperlukan perencanaan lapis perkerasan yang baik dan pemeliharaan yang terus-menerus agar kondisi jalan tetap aman dan nyaman untuk dilalui kendaraan.

Agar diperoleh kondisi jalan yang baik serta sesuai umur kinerja tidak lepas dari kualitas bahan yang digunakan untuk pembuatan campuran beton aspal. Faktor lain yang berpengaruh adalah pembuatan desain campuran beton aspal serta pelaksanaan pembuatan di lapangan yaitu pada cara pencampuran, penghamparan dan pemadatan.

Banyak ragam lapis perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia, salah satu diantaranya adalah perkerasan *lapis beton aspal* ( LASTON ) yang merupakan komponen lapis keras yang terbuat dari campuran antara agregat bergradasi menerus dengan aspal keras dengan perbandingan tertentu.

Bahan perkerasan beton aspal merupakan campuran merata antara agregat dengan aspal. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang mengandung 90 % - 95 % berdasarkan prosentase berat campuran, sehingga dapat memberikan daya dukung, keawetan dan kualitas yang tinggi bagi beton aspal.

Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus serta filler. Agregat yang lebih kecil mengisi ruang antara agregat yang lebih besar dan membentuk susunan gradasi yang rapat dengan rongga pori yang sangat kecil. Aspal yang menyelimuti permukaan butir-butir agregat sebagai lapisan tipis dan sebagian lagi mengisi

rongga pori antara agregat. Penggunaan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan (*fleksibilitas*) dan *durabilitas* yang baik tetapi tidak demikian dengan stabilitas dan kekesatan (*skid resistance*). Dengan demikian haruslah ditentukan suatu campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dihasilkan lapisan beton aspal dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan teknis/spesifikasi.

Faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas dari beton aspal adalah gaya gesek dalam (*internal friction*), sifat saling mengunci dan kohesi dari agregat tersebut. Gaya gesek dalam merupakan gabungan dari bentuk partikel, tekstur permukaan partikel, ukuran partikel, dan gradasi.

Pada masa pembangunan saat ini, khususnya di bidang infrastruktur telah menunjukkan peningkatan yang luar biasa sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap ketersediaan bahan/ material, yang dalam hal ini bahan batuan sebagai bahan susun lapis perkerasan. Bertitik tolak dari masalah ini, maka akan dilakukan penelitian tentang penggunaan pasir kali Krasak sebagai mineral pengisi ( bagian dari agregat halus ) pada campuran beton aspal. Telah diketahui bahwa pasir kali Krasak termasuk batuan muda dan belum begitu terseleksi secara alam. Hal ini berlainan dengan pasir kali Progo yang telah terseleksi secara alam karena terletak di hilir. Dari sudut ini, akan diamati kadar aspal optimum dari penggunaan pasir kali Krasak dan penyimpangan dari syarat yang telah ditetapkan dalam spesifikasi.

### **B. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir kali Krasak sebagai mineral pengisi terhadap spesifikasi yang diisyaratkan untuk campuran beton aspal, serta mengetahui nilai-nilai dari stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), marshall quotient (*QM*), prosentase rongga di dalam campuran (*Void In The Mix*) dan prosentase rongga terisi aspal (*Void Filled With Asphalt*).

Dengan mengetahui besar nilai-nilai tersebut untuk setiap benda uji, maka dapat diketahui pengaruh penggunaan pasir kali Krasak sebagai mineral pengisi terhadap perilaku campuran beton aspal.

### **C. Faedah Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan akan didapatkan alternatif pengganti dari bahan yang dapat digunakan walaupun dalam kadar yang sedikit di dalam campuran beton aspal, yaitu dengan menggunakan pasir kali Krasak sebagai mineral pengisi pada campuran beton aspal. Dan diharapkan juga para pengguna jasa kontraktor dapat memaksimalkan potensi aiam di daerah tempat mereka melaksanakan pembangunan perkerasan lentur jalan raya.

### **D. Lingkup Penelitian**

Penelitian ini hanya terbatas pada pengaruh agregat hasil samping stone crusher dan pasir kali Krasak sebagai bahan pengisi serta pembanding bahan pengisi pasir kali Progo yang lolos saringan #30 dan tertahan saringan #200 untuk benda uji beton aspal, dengan jenis aspal keras AC 60-70.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Aspal**

Aspal sebagai bahan pengikat merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap agak hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur asphaltene, resin, dan oils. Asphaltene adalah bagian yang mempunyai berat jenis terbesar, resin mempunyai berat jenis sedang dan oils berat jenisnya paling kecil. Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat. Aspal keras atau aspal cement ( AC ) adalah aspal yang dibuat dengan kekentalan dan kualitas khusus. Di dalam penelitian ini digunakan aspal AC 60-70.

Sebagai salah satu bahan konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya prosentase aspal dalam suatu campuran perkerasan hanya 4-10 % berdasarkan berat atau 15 % berdasar volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

#### **B. Agregat**

Agregat ialah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa agregat hasil alam maupun hasil pengolahan ( penyaringan, pemecahan ) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama pada perkerasan jalan. Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk dipergunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan ( *Kerb and Walker, 1971 [ 6, p 246]* ).

Agregat bentuk pecah akan memiliki gaya gesek dalam (*internal friction*) yang tinggi dan saling mengunci (*interlocking*) sehingga akan menambah kestabilan konstruksi lapis keras. Guna menghasilkan stabilitas yang tinggi diisyaratkan bahwa agregat tertahan saringan No.4 mempunyai paling sedikit satu bidang pecah (*Kerb and Walker, 1971 [ 6, p 248]*).

Agregat bentuk pecah, yang semaksimal mungkin harus mendekati bentuk kubus merupakan hasil mesin pemecah batu (*Stone Crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang luas, berbentuk bidang rata sehingga *interlocking/* saling mengunci akan lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk pecah ini paling baik untuk digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

Butir yang berbentuk bulat kurang dapat saling mengunci dikarenakan bidang singgungnya berupa titik. Sedangkan agregat berbentuk pipih atau gepeng akan mudah patah oleh pemadatan dan butir yang lebih halus akan sukar untuk didorong ke bawah butir besar yang terletak pada sisi panjang butir tersebut.

### **C. Filler**

Filler pada campuran beton aspal adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi dan mengisi rongga diantara partikel agregat kasar dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari massa tersebut. Filler ini didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 ( 0,074 mm ) dapat berupa debu batu kapur, debu dolomit atau semen.

Mineral filler merupakan salah satu faktor penentu terhadap stabilitas keawetan, dan sifat mudah dikerjakan dari campuran beton aspal.

### **D. Beton Aspal**

Beton aspal merupakan salah satu jenis konstruksi lapis keras lentur. Menurut Bina Marga pada *Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983*, beton aspal adalah campuran antara agregat bergradasi menerus (*well graded*) dan aspal

keras yang dicampuri, dihampar, dan dipadatkan secara panas dalam suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, mineral pengisi dan filler. Sedangkan aspal yang digunakan biasanya jenis aspal keras AC 60-70 dan AC 80-100. Pembuatan lapis aspal beton ( LASTON ) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara ( binder ) pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya.

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh suatu campuran beton aspal adalah :

#### 1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah ketahanan/kemampuan dari suatu lapisan keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh beban lalu lintas. Beberapa faktor yang mempengaruhi stabilitas adalah gesekan, kohesi, dan inersia (*friction, cohesion and inertia*). Suatu lapis keras dapat dikatakan mempunyai stabilitas yang tinggi, apabila ketiga faktor tersebut nilainya tinggi. Gesekan (*friction*) dari kelompok batuan (*aggregate mass*) tergantung pada gaya gesek dalam antar partikel (*interparticle friction*) serta daya lekat (*mass viscosity*) dari aspalnya.

Gaya gesek dalam antar partikel dari batuan merupakan gabungan dari faktor-faktor yang terdapat pada batuan itu, yaitu bentuk permukaan partikel, bentuk partikel, porositas, gradasi partikel dan minerologinya. Kohesi dipengaruhi oleh faktor-faktor sifat *rheology* gradasi agregat, kepadatan, adhesi antar aspal dan batuan. Sifat *rheology* yaitu sifat aspal tersebut dipengaruhi oleh jangka waktu pembebanan (*time of loading*). Apabila mendapatkan pembebanan dengan jangka waktu yang cepat, akan bersifat elastis, tetapi jika jangka waktu pembebanan lambat akan bersifat *viscous*. Sedang adhesi antar aspal dan batuan dipengaruhi oleh porositas, reaktivitas kimiawi. Menurut *Kerb and Walker, 1971 [ 6, p 385 ]*, kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah mencapai nilai aspal optimum maka penambahan jumlah aspal akan berakibat menurunnya angka stabilitas. Inersia merupakan daya tahan terhadap pemindahan tempat. Inersia dipengaruhi

oleh besarnya beban, jangka waktu pembebanan dan campuran perkerasan itu sendiri. Besarnya stabilitas dari suatu jenis perkerasan kemudian distandarisasi dengan cara *Marshall Test*.

## 2. Durabilitas (*durability*)

Durabilitas dari lapis keras adalah ketahanan lapis keras tersebut terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas. Faktor yang dapat mempertinggi durabilitas adalah jumlah aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, pemadatan yang benar, campuran aspal batuan yang rapat air, serta kekerasan dari batuan penyusun lapis perkerasan itu (*The Asphalt Institute, 1983 [ 11, p D-6]*).

## 3. Fleksibilitas (*flexibility*)

Fleksibilitas dari suatu campuran perkerasan menunjukkan kemampuan untuk menahan lendutan/tekukan. Misalnya dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan kecil dari lapisan dibawahnya terutama tanah dasar (*subgrade*), tanpa mengalami keretakan. Untuk meningkatkan kelenturan, pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai. Sifat aspal terutama daktilitasnya sangat menentukan kelenturan perkerasan. Aspal yang mempunyai daktilitas rendah, maka dalam campuran perkerasan akan menghasilkan sesuatu perkerasan yang fleksibilitasnya rendah pula.

## 4. Kekesatan (*skid resistance*)

Yang dimaksudkan disini adalah kemampuan dari permukaan perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadi roda kendaraan selip atau tergelincir terutama pada waktu permukaan jalan basah. Permukaan jalan yang kasar mempunyai nilai kekesatan yang lebih baik daripada permukaan jalan yang halus. Permukaan jalan yang terlalu kasar menimbulkan gangguan kenyamanan akibat bunyi yang timbul pada gesekan antara ban dengan permukaan jalan, serta menjadi mudah aus. *Skid resistance* yang tinggi diperoleh dengan *surface texture* yang kasar. Permukaan perkerasan jalan yang mengalami *bleeding*, skid resistancenya mejadi rendah. Oleh karena itu kadar aspal yang cukup dan masih tersedianya rongga udara ( 3-5 % ) untuk pemuaian aspal, akan membantu

tercapainya nilai *skid resistance* yang optimum ( *The Asphalt Institute, 1983 [11, p D-7]* ).

#### 5. Ketahanan kelelahan ( *fatigue resistance* )

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis beton aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur ( *rutting* ) dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. VITM ( *Void In The Mix* ) yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan menyebabkan kelelahan yang cepat.
2. VFWA ( *Void Filled With Asphalt* ) yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan lapis perkerasan menjadi lebih fleksibel ( *Silvia Sukirman [9, p 182]* ).

#### 6. Kemudahan pelaksanaan ( *workability* )

Yang dimaksud dengan kemudahan pengerjaan adalah kemudahan suatu bahan campuran perkerasan untuk dicampur, dihamparkan dan dipadatkan. Sifat kemudahan ini penting, artinya karena pada pekerjaan pencampuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Apabila pemilihan bahan dan pencampurannya sesuai dengan rencana, biasanya pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan dengan lancar. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi rapat/ baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastis*.
3. Kandungan bahan pengisi ( *filler* ) yang tinggi menyebabkan pelaksanaannya lebih mudah.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### A. Konstruksi Perkerasan Jalan

Pengertian perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik ke arah horizontal maupun arah vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*subgrade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah dasar yang diijinkan. Lapis perkerasan suatu jalan terdiri dari satu ataupun beberapa lapis material batuan dan bahan ikat. Bahan batuan dapat terdiri dari berbagai fraksi batuan yang direncanakan sedemikian sehingga memenuhi persyaratan yang dituntut.

Secara umum konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

#### 1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur terbuat dari bahan batuan berbagai fraksi membentuk gradasi batuan yang sesuai dengan persyaratan dan diikat dengan bahan ikat aspal. Perkerasan lentur umumnya mempunyai kelenturan yang cukup tinggi kalau dibandingkan dengan lapis keras kaku, sehingga sangat baik digunakan pada konstruksi jalan yang mengalami lendutan yang relatif besar akibat beban lalu lintas.

#### 2. Perkerasan tegar/kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari komponen batuan (*aggregate*), kerikil dan pasir yang dicampur dan diikat oleh bahan pengikat semen portland (PC). Perkerasan ini terdiri dari plat beton semen yang diletakkan langsung di tanah dasar yang telah dipersiapkan ataupun di atas pondasi (*base*) agregat kelas A/B.

### 3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Yaitu perkerasan yang merupakan gabungan lapis keras lentur dan lapis keras tegar.

Perbedaan utama dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah bagaimana cara struktur tersebut melimpahkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan kaku mampu menyebarkan beban pada tanah dasar dengan daerah penyebaran yang luas, sehingga tekanan yang diterima tanah dasar per-satuan luas akibat beban lalu lintas menjadi sangat kecil. Kekakuan yang dimiliki oleh perkerasan tegar dapat ditingkatkan dengan memperbaiki mutu bahan penyusunnya yang berarti menaikkan mutu betonnya. Berbeda dengan perkerasan kaku, pada perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, sehingga kemampuan untuk melimpahkan beban lalu lintas ke tanah dasar tergantung dari sifat-sifat penyebaran beban oleh masing-masing lapisan. Berdasarkan kenyataan di atas maka kekuatan dari jenis perkerasan lentur ini terutama ditentukan oleh kekuatan relatif masing-masing lapisan yang ditentukan oleh kekuatan bahan penyusunnya, tebal masing-masing lapisan, dan kekuatan tanah dasarnya.

Dalam penelitian tugas akhir ini hanya akan dibahas untuk perkerasan lentur saja, khususnya beton aspal. Ditinjau dari kualitas konstruksi, lapis keras beton aspal merupakan konstruksi lapis keras yang paling bagus. Untuk mendapatkan kualitas ini, persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi pada pembuatan konstruksi beton aspal juga paling ketat.

Pada prinsipnya lapis keras lentur tersusun atas 3 bagian yaitu lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan permukaan (*surface course*). Sebelum lapis permukaan biasanya terdapat lapis antara (*binder course*).

Fungsi terpenting dari lapis keras jalan secara struktural adalah untuk mendukung beban lalu lintas, kemudian menyalurkannya kepada tanah dasar secara merata. Adapun fungsi tiap lapisan adalah sebagai berikut :

1. Lapis permukaan (*surface course*)
  - a. Memikul langsung beban lalu lintas dan meneruskan ke lapisan di bawahnya.
  - b. Menahan gaya geser dari beban roda.
  - c. Sebagai lapis aus akibat gaya gesek dan cuaca.
  - d. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis bawahnya.
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
  - a. Sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan dan ikut menahan gaya geser.
  - b. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawahnya.
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
  - a. Menyebarkan beban roda.
  - b. Sebagai lapis peresapan.
  - c. Mencegah tanah dasar masuk ke lapis pondasi ( akibat tekanan roda di atasnya )

Pada penelitian ini dilakukan pengujian campuran LASTON yang ditujukan untuk lapis permukaan.

## **B. Bahan Perkerasan**

Secara prinsip bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah agregat, filler dan aspal. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi kriteria/ syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

### **1. Agregat**

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan ( penyaringan, pemecahan ) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama pekerasan jalan.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor ( *Kerb and Walker, 1971 [6, p 246]* ). Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan,

bentuk, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan, dan sifat kimiawi.

**a. Ukuran dan gradasi**

*The Asphalt Institute, 1983 [11, p C-16]* mengelompokkan agregat menjadi 4 (empat) fraksi, yaitu :

1. Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan No.8 ( 2,36 mm )
2. Agregat halus, batuan yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.30 ( 0,59 mm ).
3. Mineral pengisi , batuan yang lolos saringan No.30 dan tertahan saringan No.200 ( 0,074 mm ).
4. Filler/mineral debu(dust), fraksi agregat halus yang lolos saringan No.200 ( 0.074 mm ).

Untuk mendapatkan komposisi yang tepat sesuai dengan persyaratan yang ada, maka untuk beton aspal saringan yang digunakan adalah : 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #30, #50, #100, #200.

Gradasi adalah prosentase pembagian ukuran butir batu yang digunakan dalam suatu konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton. Gradasi batuan dapat dinyatakan dengan suatu tabel ataupun grafik gradasi. Tabel gradasi sekurang-kurangnya harus membuat ukuran atau nomor saringan dan prosentase berat lolos saringan tersebut. Grafik gradasi mempunyai dua sumbu. Sumbu horisontal menyatakan ukuran saringan dalam skala logaritma, sumbu vertikal menyatakan prosen berat lolos saringan tersebut. Penggunaan skala logaritma bertujuan agar diameter yang kecil masih dapat digambarkan.

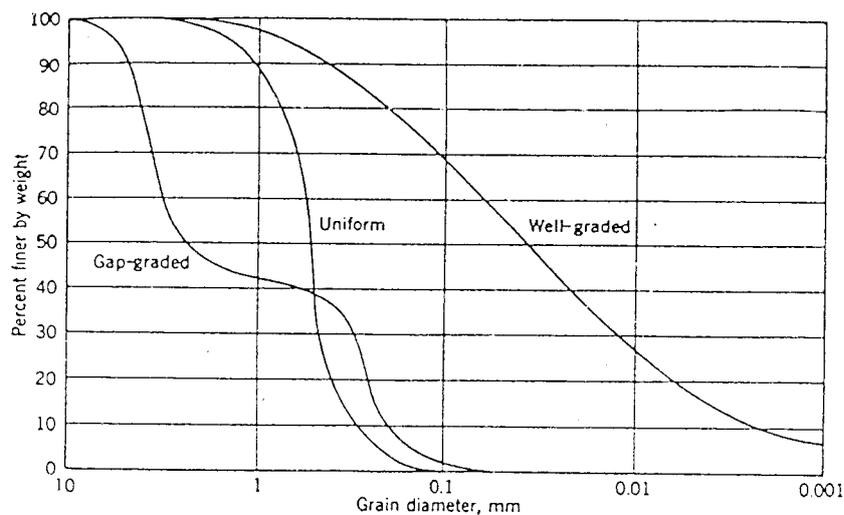
Gradasi dibedakan menjadi 3 (tiga) macam ( *Kerb and Walker, 1971 [6, p 11]* ) yaitu :

1. *Well graded*, disebut juga gradasi menerus atau gradasi rapat, ialah gradasi yang mempunyai ukuran butir dari yang terbesar sampai ukuran butir yang terkecil dengan tujuan untuk menghasilkan suatu campuran

perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang mempunyai stabilitas tinggi.

2. *Gap graded*, disebut juga gradasi terbuka/gradasi timpang, ialah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu ataupun beberapa butiran dengan ukuran tertentu ( tidak menerus ).
3. *Uniform /one size*, disebut gradasi seragam, ialah gradasi yang dalam ukuran butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Pada gambar 3.1. terlihat bahwa *well graded* gradasi menerus grafiknya relatif datar dengan kelengkungannya yang teratur. Untuk *Uniform graded* gradasi seragam grafiknya curam, sedangkan *gap graded* gradasi terbuka kelengkungannya tidak teratur ( ada perubahan mendadak ).



Gambar 3.1. Bentuk-bentuk kurva gradasi.

Sumber : *Kerb and Walker ( 1971 )*

Untuk beton aspal, gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus. Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983. Tabel 3.1. menunjukkan spesifikasi gradasi menerus beton aspal

Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi menerus beton aspal

| No. Saringan | (mm)    | Spesifikasi (%) |
|--------------|---------|-----------------|
| 3/4"         | (19,10) | 100             |
| 1/2"         | (12,70) | 80 - 100        |
| 3/8"         | (9,520) | 70 - 90         |
| #4           | (4,760) | 50 - 70         |
| #8           | (2,380) | 35 - 50         |
| #30          | (0,590) | 18 - 29         |
| #50          | (0,279) | 13 - 23         |
| #100         | (0,149) | 8 - 16          |
| #200         | (0,074) | 4 - 10          |

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983

#### b. Kekerasan/ kekuatan batuan (*toughness*)

Batuan yang digunakan untuk suatu konstruksi lapis perkerasan harus cukup keras, tetapi juga disertai pula kekuatan terhadap pemecahan (*degradasi*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pencampuran, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (*disintregasi*) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi yaitu :

1. Agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras
2. Gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar daripada gradasi menerus
3. Partikel kecil akan mengalami degradasi yang lebih kecil daripada partikel besar.
4. Energi pemadatan yang lebih besar mengalami degradasi yang besar pula.

### c. Bentuk (*Shape*)

Bentuk butiran merupakan faktor yang sangat penting untuk memperoleh gaya geser antara batuan dan perkerasan, disamping itu bentuk butiran juga berpengaruh terhadap stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang kasar (*rough*) akan menghasilkan sudut geser dalam yang besar daripada bentuk butiran yang permukaannya halus (*smooth*) dan juga butiran yang kasar lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih kuat.

Agregat yang berbentuk kubus/angular memiliki sifat saling mengunci antar butirnya, sehingga memberikan sudut gesek dalam antar partikel batuan yang tinggi. Tabel 3.2. ini merupakan klasifikasi bentuk batuan berdasarkan *descriptive test*.

Tabel 3.2. Klasifikasi bentuk batuan berdasarkan hasil pengamatan langsung (*Descriptive Test*)

| Klasifikasi               | Penggambaran/ Discription   |
|---------------------------|---|
| bulat/rounded             | halus karena teraus air atau permukaannya licin karena teraus, contoh krikil sungai atau krikil pantai.                                     |
| tak beraturan (irregular) | tak beraturan asli atau sebagian teraus dan mempunyai sudut-sudut bulat   |
| bersudut-sudut (angular)  | memiliki sudut-sudut bagus yang tegas terbentuk pada irisan dari permukaan kasar. Contoh: batu pecah  |
| elongated                 | biasanya bersudut-sudut bagus yang bagian panjangnya sangat besar dibandingkan dengan kedua dimensi yang lain.                              |
| flaky                     | batuan yang mempunyai bagian tipis lebih kecil dibandingkan dengan dua dimensi yang lain, misal : batuan yang berlapis-lapis.               |
| flaky and elongated       | material yang mempunyai bagian panjang sangat besar dibandingkan dengan kelebarannya, dan kelebarannya lebih besar daripada bagian tipisnya |

Sumber : Wiryawan Purboyo, Batuan sebagai bahan jalan.

#### **d. Tekstur Permukaan**

Tekstur permukaan dari batuan dapat dibagi menjadi 3 ( tiga ) macam, yaitu :

1. Batuan kasar ( rough ), memberikan internal friction, skid resistance, serta kelekatan aspal yang baik pada campuran perkerasan. Biasanya batu pecah mempunyai surface texture yang kasar.
2. Batuan halus ( smooth ), mudah dilapisi aspal, tetapi internal friction dan kekekatannya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.
3. Batuan mengkilat ( polished ), memberikan internal friction yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal

#### **e. Porositas**

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan dan pemakaian aspal dalam campuran. Semakin banyak pori batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya, serta memerlukan aspal lebih banyak. Selain itu dengan pori yang banyak, batuan mudah mengandung air dan air ini akan sulit dihilangkan, sehingga mengganggu lekatan antara aspal dan batuan.

#### **f. Kelekatan terhadap aspal**

Faktor-faktor yang berpengaruh adalah surface texture, surface coating, surface area, porositas dan reaktivitas kimiawi. Lekatan aspal pada batuan akan merupakan ikatan yang kuat jika aspal mengandung asam tertentu dan batuanya merupakan basa/lime stone

#### **g. Kebersihan**

Kebersihan permukaan batuan dari bahan-bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangatlah penting. Agregat harus bersih dari substansi asing, seperti lumpur, sisa tumbuh-tumbuhan, partikel lempung dan sebagainya. Karena substansi asing tersebut dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan.

#### **h. Sifat kimiawi permukaan**

Keadaan ini dipengaruhi oleh jenis batuanya. Agregat yang bersifat biasanya akan lebih mudah dibasahi dengan aspal daripada air. Agregat jenis

ini disebut hidrophobic ( bersifat menolak air ). Muatan listrik pada permukaan adalah positif ( elektro positif ). Agregat yang bersifat asam akan lebih mudah dibasahi oleh air daripada aspal, atau disebut juga dengan hidrophillic ( bersifat suka air ). Permukaannya dimuati oleh listrik negatif (elektro negatif). Pengenalan jenis muatan pada permukaan agregat ini penting karena sekarang tersedia jenis aspal baik yang kationik (+) maupun yang anionik (-) yang dapat dipilih sesuai dengan jenis agregatnya.

## 2. Aspal

Hidrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering juga disebut bitumen. Pada aspal beton, aspal yang digunakan adalah hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran beton aspal dan memberikan lapisan kedap air serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam. Untuk menghasilkan lapis keras berkualitas baik, maka bahan pembentuknya pun harus berkualitas baik pula. Beberapa sifat fisik aspal, antara lain :

- a. Sifat rheologic, maksudnya adalah hubungan antara tegangan dan regangan dipengaruhi oleh waktu.
- b. Sifat thermoplastic, maksudnya adalah viscositas aspal berubah-ubah sesuai dengan perubahan temperatur. Pada suhu yang tinggi viscositasnya rendah, aspal akan dapat menyelimuti batuan dengan baik dan rata. Tetapi apabila pemanasan berlebihan akan membuat molekul-molekul yang ringan menguap, sehingga dapat merusak sifat aspal, yaitu aspal cepat mengeras/getas. Sebaliknya dengan pemanas yang kurang, viskositas aspal tinggi (kental), aspal tidak mampu menyelimuti batuan secara merata sehingga daya ikat (adhesi) dengan batuan menjadi kurang dan penyerapan (absorption) oleh batuan juga kurang. Hal ini memudahkan stripping process, yaitu lepasnya lapis aspal dari agregat akibat pengaruh dari air

( *Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1993 [9, p 67]* )

Untuk menghasilkan lapis keras yang baik, maka fase-fase konsistensi saat pelaksanaan ( *Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983 [3]* ), masing-masing adalah sebagai berikut :

1. Agregat dipanaskan maksimum 175 °C
  2. Temperatur aspal  $\leq$  temperatur agregat, dengan perbedaan maksimum 15 °C.
  3. Temperatur pencampuran ditentukan oleh jenis aspal, untuk AC 60-70 : 130 °C - 165 °C.
  4. Temperatur pemadatan awal minimum : 110 °C
  5. Temperatur pemadatan akhir minimum : 60 °C
  6. Temperatur penghampanan minimum : 115 °C
- c. Sifat Durability, maksudnya adalah daya tahan aspal untuk mempertahankan sifat aslinya terhadap perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca maupun karena processing. Hal ini semua dapat dilihat dari daya tahannya menjadi keras sesuai dengan jalannya waktu ( *resistance to hardening with time* ). Faktor-faktor yang dapat menyebabkan aspal mengeras sesuai dengan jalannya waktu adalah :

1. Oksidasi ( oksidation ), adalah reaksi antara oksidasi dengan aspal. Proses ini tergantung pada temperturnya, misalnya pada air blowing process, ialah aspal yang dihembus udara pada temperatur tinggi memberikan sifat aspal kurang peka terhadap oksidasi akan mengakibatkan suatu lapis film yang keras. Lapisan film itu tipis dan jika terjadi retak-retak maka oksidasi akan terjadi lagi, demikian seterusnya. Lapis tipis ini mengandung komponen yang larut dengan air, hingga kalau ada air akan terbawa oleh air. Proses oksidasi inilah yang mengakibatkan terus berkurangnya kadar aspal dalam konstruksi lapis keras. Dengan gradasi yang rapat dan kepadatan yang baik maka dapat dihindarkan masuknya air dan udara dalam konstruksi, hingga terjadinya proses oksidasi dapat dikurangi semaksimal mungkin.

2. Penguapan ( volatilization ), adalah evaporasi dari bagian-bagian yang lebih ringan berat molekulnya ( maltense ). Penambahan temperatur akan mempercepat gejala penguapan, misalnya pada waktu mixing process, dimana kecuali temperaturnya tinggi juga disertai pengadukan yang kuat. Hal ini menyebabkan aspal cepat mengeras. Mengingat hal tersebut, maka pemanasan aspal haruslah dibawah titik nyala, serta proses pencampuran tidak terlalu lama.
3. Polymerisasi, adalah penggabungan dari molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang lebih besar. Menurut penelitian didapatkan bahwa, resins adalah bagian yang paling mudah berubah-ubah, baik berubah menjadi asphaltene atau oils. Sifat polimerisasi ini menyebabkan aspal menjadi getas, sehingga berakibat jalan mudah retak ( cracking ).
4. Thixotropy, adalah kenaikan viskositas aspal seiring dengan bertambahnya umur aspal. Tetapi dengan suatu pembebanan yang cukup, sifat ini dapat dikurangi pengaruhnya.
5. Separation, adalah pemindahan bagian-bagian oils, resins atau asphaltene sebagai akibat proses penyerapan ( absorption ) selektif atau pada bagian-bagian tertentu oleh batuan sehingga berakibat semakin keras atau lunaknya aspal. Jadi bila yang diserap resins atau oils-nya aspal yang tertinggal akan mengeras, sebaliknya apabila yang diserap asphaltene-nya aspal akan bertambah lunak.
6. Synerisis, adalah istilah yang menunjukkan adanya kenampakan noda-noda pada permukaan aspal. Noda ini disebabkan oleh terjadinya suatu pembentukan baru dalam aspal, dan struktur baru tersebut diexpose dipermukaan aspal. Struktur yang baru itu umumnya merupakan bagian yang memiliki berat molekul yang besar. Bagian inilah yang menyebabkan aspal yang dipermukaan menjadi keras. Synerisis terjadi dengan ditandai dengan noda-noda pada permukaan aspal dengan warna yang tidak homogen.

### **C. Kadar Aspal Dalam Campuran**

Penggunaan aspal dalam campuran sangat menentukan tingkat kedekatan terhadap air dan udara. Semakin banyak aspal akan semakin rapat campuran, karena rongga campuran dapat terisi oleh aspal. Sebaliknya bila kadar aspal terlalu kecil maka banyak rongga yang kosong, sehingga campuran kurang rapat.

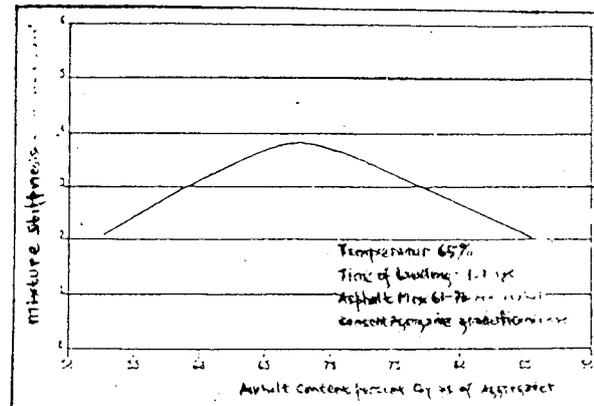
Kadar aspal dalam campuran dapat dibedakan dalam beberapa keadaan, yaitu :

1. Keadaan pertama, aspal hanya sekedar menyelimuti permukaan butir saja, sehingga daya lekatnya kurang kuat. Bila ada gaya geser maka konstruksi akan mudah terlepas dan menjadi retak-retak.
2. Keadaan kedua, selain menyelimuti butir-butir batuan aspal juga masih mempunyai cadangan dan berguna apabila konstruksi terkena gaya geser maka masih ada aspal yang dapat menahannya sehingga susunan butiran tidak akan mudah terlepas satu sama lain.
3. Keadaan ketiga, aspal mengisi penuh seluruh rongga-rongga, keadaan ini tidak menguntungkan karena jalan akan menjadi licin. Hal ini disebabkan karena naiknya sebagian aspal ke permukaan jalan apabila jalan tersebut terkena roda kendaraan atau akibat panas sinar matahari.
4. Keadaan keempat, kadar aspal melebihi dari kebutuhan sehingga batuanannya seolah-olah terapung dalam massa aspal. Keadaan ini menyebabkan kedudukan butiran menjadi tidak stabil dan mudah tergeser sehingga apabila ada gaya vertikal maupun gaya horizontal, konstruksi akan mudah bergelombang.

Pemakaian aspal yang banyak juga akan mempertinggi durability. Tetapi kadar aspal yang berlebihan akan berakibat aspal menjadi pelicin pada suhu tinggi. Untuk itulah perlu dicari kadar aspal optimum untuk lapisan keras beton aspal.

Selain berpengaruh terhadap kedekatan, kadar aspal berpengaruh juga terhadap kekakuan campuran. Mula-mula kekakuan meningkat dengan bertambahnya jumlah aspal, kekakuan menurun. Kekakuan campuran maksimum cenderung terjadi pada kondisi kadar aspal optimum.

Pada gambar 3.2. di bawah ini dapat dilihat hubungan antara kadar aspal dan stiffness.



Gambar 3.2. Hubungan antara kadar aspal dan stiffness.

Sumber : Influence of Shape, Size and Surface Texture on Stiffness and Fatigue Response of Asphalt Mixture, C.L. Monismith, 1968.

Dalam penelitiannya, *Griffith & Kallas, 1958* menarik kesimpulan bahwa :

1. Dengan meningkatnya derajat angularitas, nilai Marshall stability dari beton aspal meningkat pada kadar aspal optimum.
2. Dengan meningkatnya derajat angularitas dari fine aggregate, menurunkan proses rongga antara batuan.
3. Dengan meningkatnya derajat angularitas dari fine aggregate, meningkatkan kadar aspal optimum.

Menurut Ir. Djoko U.S. ( 1984 ) menyatakan besarnya kandungan aspal pada suatu lapis beton aspal dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini :

1. Luas permukaan butir.
2. Kekasaran permukaan butir.
3. Penyerapan ( absorption ) tiap-tiap butir.
4. Keenceran atau sifat penetrasi daribahan pengikatnya ( aspal ).
5. Cadangan aspal dalam rongga yang dibutuhkan.

Jumlah aspal yang dibutuhkan di dalam campuran, dapat dicari antara lain dengan cara sebagai berikut .

1. Teori Luas Permukaan Butir dan Kekasaran Permukaan Butir ( surface area ).
2. Metode Marshall

Dalam penelitian ini, digunakan metode Marshall, yaitu penelitian di laboratorium.

## **BAB IV**

### **HIPOTESIS**

Mineral pengisi pada agregat halus adalah salah satu komponen dari agregat bergradasi menerus, sehingga dalam penelitian ini dihipotesiskan bahwa terjadi perbedaan optimasi dari hasil kompromi untuk menghasilkan perkerasan lentur yang memenuhi karakteristik perkerasan yang sesuai spesifikasi apabila digunakan pasir dari dua sungai yang berbeda yaitu pasir kali Krasak dan pasir kali Progo pada campuran aspal beton.

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Bahan**

Pada penelitian ini dilakukan serangkaian pengujian yang meliputi :

- a. Pengujian bahan yang terdiri dari :
  1. Pengujian agregat kasar
  2. Pengujian agregat halus
  3. Pengujian bitumen ( aspal )
- b. Pengujian benda uji campuran beton aspal dengan alat uji Marshall yang meliputi :
  1. Pengujian beton aspal dengan mineral pengisi dari pasir kali Krasak
  2. Pengujian beton aspal dengan mineral pengisi dari pasir kali Progo

#### **1. Asal Bahan**

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

##### **a. Agregat**

- Agregat kasar dan halus berasal dari daerah Clereng Kulon Progo hasil pemecah batu PT Perwita Karya Yogyakarta
- Mineral pengisi berasal dari pasir kali Krasak dan pasir kali Progo
- Filler berasal dari daerah Clereng Kulon Progo hasil samping pemecah batu PT Perwita Karya Yogyakarta.

##### **b. Aspal**

Aspal dengan jenis AC penetrasi 60-70 produksi PT Pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

## 2. Spesifikasi dan Pemeriksaan Bahan

Persyaratan teknis bahan menggunakan spesifikasi Bina Marga, seperti tertuang dalam Buku Petunjuk Pelaksanaan LASTON No. 13/PT/B/1983, yang diterbitkan oleh Dirjen Bina Marga.

Adapun pengujian yang dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut :

### a. Pemeriksaan agregat

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari suatu lapis perkerasan jalan yang mengandung 90-95 % agregat berdasarkan prosentase berat, atau 75-85 % agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lainnya. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan-pemeriksaan sebagai berikut:

#### 1. Pemeriksaan keausan agregat.

Pemeriksaan ini menggunakan mesin Los Angeles dan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan No. 12 terhadap berat semula, satuannya dalam %.

#### 2. Pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*)

Pemeriksaan ini adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air. Adapun pemeriksaan bj ini mengikuti prosedur PB 0202-76 atau AASHTO T85-81 dengan persyaratan minimum 2,5 gr/cc. Besarnya bj agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena umumnya lapis perkerasan direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

#### 3. Pemeriksaan peresapan agregat terhadap air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya peresapan air terhadap agregat yang diijinkan sebesar  $\leq 3$  %. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses

pengeringan, sehingga hal ini akan berpengaruh pada daya lekat aspal dengan agregat ( *Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1983, [9, p 57]* ).

#### 4. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal ialah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

#### 5. Pemeriksaan sand equivalent test.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang meyerupai lempung pada agregat halus atau pasir. Sand Equivalent test dilakukan untuk partikel agregat lolos saringan No.4 sesuai prosedur AASHO T176-73. Nilai yang disyaratkan sebesar  $\geq 50\%$ . Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang juga adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah.

### **b. Pemeriksaan bahan ikat aspal**

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa dilaboratorium dan aspal yang memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan. Pemeriksaan yang dilakukan pada aspal keras adalah sebagai berikut :

#### 1. Pemeriksaan penetrasi.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu pula. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-76 dan besarnya angka penetrasi yang diisyaratkan dalam spesifikasi untuk aspal AC 60-70 adalah 60-79.

2. Pemeriksaan titik lembek (*softening point test*).

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viscositas yang rendah. Hal ini dapat diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja, dengan berat tertentu, mendesak turun ke suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu. Pemeriksaan mengikuti PA-0302-76 dan untuk jenis aspal AC 60-70 titik lembek yang diisyaratkan adalah antara 48-58 °C.

3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal ( titik bakar ). Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0303-76, dengan syarat minimum yang diperbolehkan adalah 200 °C.

4. Pemeriksaan daktilitas.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai keelastisitan aspal yang diukur dari jarak terpanjang, apabila antara dua cetakan berisi bitumen keras yang ditarik sebelum putus pada suhu 25 °C dan dengan kecepatan 50 mm/menit. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0306-76. Besarnya daktilitas yang diisyaratkan adalah minimal 100 cm.

5. Pemeriksaan berat jenis aspal.

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan piknometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi/volume yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76. Besarnya nilai BJ aspal yang diisyaratkan minimal 1gr/cc

6. Pemeriksaan kelarutan dalam  $\text{CCL}_4$  (*solubity test*).

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam Carbon Tetra Chlorid, jika semua bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan ini mengikuti PA-0305-76. Dengan persyaratan bitumen yang larut  $\geq 99\%$ .

Spesifikasi di dalam LASTON No.13/PT/B/1983 untuk agregat dan aspal dicantumkan pada tabel 5.1, 5.2, dan 5.3.

Sedangkan hasil serta perhitungan pemeriksaan laboratorium dapat dilihat pada lampiran no. 1 sampai dengan no. 10.

Tabel 5.1. Spesifikasi pemeriksaan agregat kasar batu pecah.

| NO | Jenis Pemeriksaan                | Syarat                   |
|----|----------------------------------|--------------------------|
| 1. | Keausan dengan mesin Los Angeles | $\leq 40\%$              |
| 2. | Kelekatan terhadap aspal         | $\geq 95\%$              |
| 3. | Peresapan agregat terhadap air   | $\leq 3\%$               |
| 4. | Berat Jenis Semu                 | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ |

Sumber : LASTON No.13 /PT/B/1983

Tabel 5.2. Spesifikasi agregat halus batu pecah.

| NO | Jenis Pemeriksaan              | Syarat                   |
|----|--------------------------------|--------------------------|
| 1. | Nilai Sand Equivalent          | $\geq 50\%$              |
| 2. | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3\%$               |
| 3. | Berat jenis                    | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ |

Sumber : LASTON No.13/PT/B/1983

Tabel 5.3. Spesifikasi Aspal AC 60-70.

| NO | Jenis Pemeriksaan                                   | Min | Maks | Satuan  |
|----|---|-----|------|---------|
| 1. | Penetrasi (25 °C, 5 detik)                          | 60  | 79   | 0,1 mm  |
| 2. | Titik Lembek  | 48  | 58   | °C      |
| 3. | Titik Nyala   | 200 | -    | °C      |
| 4. | Kehilangan berat ( 163 °C, 5 jam )                  | -   | 0,8  | % berat |
| 5. | Kelarutan ( CCL <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> ) | 99  | -    | % berat |
| 6. | Daktalitas  | 100 | -    | cm      |
| 7. | Penetrasi setelah kehilangan berat                  | 50  | -    | % awal  |
| 8. | Berat Jenis   | 1   | -    | gr/cc   |

Sumber : LASTON No.13/PT/B/1983

### **B. Alat yang digunakan**

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat tekan Marshall yang terdiri dari :
  - a. Kepala penekan yang berbentuk silinder .
  - b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg ( 5000 pound ) dengan ketelitian 12,5 kg ( 25 pound ) dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm ( 0,0001 “ ).
  - c. Arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm ( 0,01” ) dengan perlengkapannya.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm ( 4” ) dan tinggi 7,5 cm ( 3” ) lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
3. Ejektor untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
4. Oven untuk memanaskan bahan sampai suhu yang diinginkan.
5. Alat penumbuk ( *compactor* ) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg ( 10 pound ) dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm ( 18” ).
6. Bak perendam ( *water batch* ) dilengkapi pengatur suhu minimum 20 °C dan 200 °C.

7. Perlengkapan-perlengkapan lain, seperti :
  - a. Panci untuk memanaskan bahan dan campuran.
  - b. Kompor pemanas dengan kapasitas 500 watt.
  - c. Termometer berkapasitas 400 °C.
  - d. Sendok pengaduk.
  - e. Spatula.
  - f. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
  - g. Sarung tangan karet.
  - h. Kipas angin dan perlengkapan lainnya.

### C. Jalannya Penelitian

#### **1. Persiapan**

Bahan-bahan untuk penelitian ini yang terdiri dari kombinasi agregat kasar, agregat halus ( berasal dari hasil samping stone crusher PT. Perwita Karya ), pasir kali krasak serta kali progo ( sebagai agregat halus lolos saringan N0.30 dan tertahan # 200 ) dan aspal. Sebelum digunakan untuk campuran beton aspal, dilakukan pengujian awal terlebih dahulu untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi syarat seperti yang ditetapkan atau tidak. Pengujian ini dilakukan mengacu/menurut metode AASHTO dan ASTM.

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan menggunakan saringan sebanyak 9 buah dan pan seperti dalam tabel 3.1. Dari penyaringan ini ditimbang berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan dalam spesifikasi.

Pada penelitian ini dibuat beberapa campuran dengan variasi penggunaan agregat halus ( mineral pengisi ) yang berasal dari pasir kali krasak dan kali progo sebagai pembanding. Aspal yang digunakan mempunyai angka penetrasi 60-70. Tiap-tiap variasi gradasi ditambah aspal dengan kadar mulai dari 5 % sampai 7,5 % dengan interval 0,5 %. Tiap-tiap benda uji dibuat dua ( *duplo* ) , sehingga dalam

penelitian ini jumlah sampel keseluruhan menjadi :  $2 \times 2 \times 6 = 24$  buah benda uji. Variasi-variasi tersebut dapat dilihat pada tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5.4. Variasi campuran

| Aspal<br>AC 60 - 70                          | Kadar Aspal (%) |     |    |     |    |     |
|--|-----------------|-----|----|-----|----|-----|
|  | 5,0             | 5,5 | 6  | 6,5 | 7  | 7,5 |
| Penggunaan mineral pengisi pasir kali Krasak | K1              | K2  | K3 | K4  | K5 | K6  |
| Penggunaan mineral pengisi pasir kali Progo  | P1              | P2  | P3 | P4  | P5 | P6  |

Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji adalah 1200 gram. Sedangkan aspal yang dibutuhkan untuk tiap-tiap benda uji adalah sebagai berikut :

- Kadar aspal 5 % dibutuhkan aspal  $5 \% \times 1200 = 60$  gram.
- Kadar aspal 5,5 % dibutuhkan aspal  $5,5 \% \times 1200 = 66$  gram.
- Kadar aspal 6 % dibutuhkan aspal  $6 \% \times 1200 = 72$  gram.
- Kadar aspal 6,5 % dibutuhkan aspal  $6,5 \% \times 1200 = 78$  gram.
- Kadar aspal 7 % dibutuhkan aspal  $7 \% \times 1200 = 84$  gram.
- Kadar aspal 7,5 % dibutuhkan aspal  $7,5 \% \times 1200 = 90$  gram.

Selanjutnya agregat sebanyak 1200 gram dikurangi berat aspal sesuai prosentase tersebut dipanaskan di atas kompor sambil diaduk-aduk hingga suhu mencapai  $165^{\circ}\text{C}$ , demikian juga aspalnya dipanaskan hingga suhu  $155^{\circ}\text{C}$  kemudian dicampur dengan suhu pencampuran  $160^{\circ}\text{C}$ .

Pada waktu pencampuran diusahakan campurannya homogen. Sementara itu disiapkan cetakan benda uji yang sebelumnya dibersihkan dari kotoran, diberi sedikit paselin dan dipanaskan menggunakan oven dengan maksud agar penurunan suhu campuran tidak terlalu cepat. Setelah campuran benar-benar homogen kemudian dituang kedalam cetakan benda uji setiap sepertiga bagian ditusuk-tusuk spatula 15 kali bagian tepi dan 10 kali bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji didiamkan agar suhu turun mencapai suhu pemadatan yang diinginkan, kemudian dilakukan pemadatan dengan

alat penumbuk sebanyak 75 kali ( bolak- balik ) sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukkan sebanyak 150 kali.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan dengan bantuan kipas angin, hal ini dimaksudkan agar pendinginan dapat lebih cepat. Kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut ejektor.

## **2. Cara melakukan test benda uji.**

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan yang mudah lepas.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Setiap benda uji diukur tingginya tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Direndam selama 16-24 jam didalam air agar benda uji menjadi jenuh air.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang didalam air.
- g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh ( SSD ).
- h. Benda uji direndam dalam water batch suhu 60°C selama 30 menit.
- i. Kepala penekan alat marshall dibersihkan dahulu dan permukaan diberi paselin untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Arloji kelelahan ( flow meter ) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.
- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
- m. Setelah pembebanan selesai, segmen atas diangkat dan benda uji diambil dari kepala penekan.
- n. Hasil pembacaan siap ditest dengan marshall.

#### **D. Anggapan Dasar**

Pada saat penelitian ini akan dilihat pengaruh penggunaan agregat halus ( bahan pengisi ) pasir kali Krasak dan pasir kali Progo terhadap perilaku campuran beton aspal. Yang dimaksud disini adalah pengaruh terhadap nilai-nilai VFWA, VITM, Stabilitas, Flow, Marshall Quotient.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dianggap bahwa peralatan yang digunakan selama berlangsungnya penelitian pengerjaan pembuatan sampel dianggap relatif kecil atau dapat diabaikan, sedangkan bahan-bahan untuk penelitian seperti agregat dan aspal dalam keadaan yang sama, maksudnya bahwa kualitas bahan dianggap baik.

#### **E. Analisa Hitungan**

Data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Titik lembek aspal. ( °C )
2. Nilai penetrasi aspal
3. Berat campuran sebelum direndam air ( gram )
4. Berat dalam keadaan jenuh air ( gram )
5. Berat dalam air ( gram )
6. Tebal benda uji ( mm )
7. Pembacaan arloji stabilitas ( lbs )
8. Kelelehan atau flow ( mm )

Untuk memperoleh nilai-nilai VITM ( prosen rongga dalam campuran ), VFWA ( prosen rongga terisi aspal ), Stabilitas, Flow ( kelelehan ), diperlukan data antara lain :

- a. Berat jenis aspal

$$B_j \text{ aspal} = \text{berat} / \text{volume}$$

- b. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar dan berat jenis agregat halus yang sesuai dengan prosentase.

Pembagian prosentase masing-masing agregat adalah sebagai berikut :

- a. Agregat kasar (tertahan saringan No.8)
- b. Agregat halus dan filler ( lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.30 serta debu lolos saringan No.200 )
- c. Pasir kali Krasak dan kali Progo ( lolos saringan No.30 dan tertahan No.200 )

Dari pembagian prosentase tersebut terlihat bahwa penggunaan pasir kali Krasak hanya sebagian kecil saja dari total agregat dalam campuran.

Berat jenis gabungan antara agregat kasar, agregat halus ( dari clereng ) dan pasir dari kali Krasak serta kali Progo adalah sebagai berikut :

$$B_j \text{ agregat} = \frac{(X \times B_{j1}) + (Y \times B_{j2}) + (Z \times B_{j3})}{100}$$

dengan :

X = prosentase agregat kasar

Y = prosentase agergat halus + filler

Z = prosentase pasir kali Krasak/ kali Progo

B<sub>j1</sub> = B<sub>j</sub> agregat kasar dari clereng

B<sub>j2</sub> = B<sub>j</sub> agregat halus + filler dari clereng

B<sub>j3</sub> = B<sub>j</sub> pasir kali Krasak/ Progo

Kemudian nilai-nilai VFWA, VITM, Stabilitas dan Flow dapat dihitung berdasarkan data tersebut diatas dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

### 1. Nilai VFWA ( *Void Filled With Asphalt* )

VFWA didapatkan dengan terlebih dahulu menghitung nilai-nilai dari :

- a. Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100$$

dengan :

a = prosen aspal terhadap batuan

b = prosen aspal terhadap campuran

- b. Isi benda uji dengan rumus :

$$f = d - e$$

dengan :

d = berat dalam keadaan jenuh ( gram )

e = berat dalam air ( gram )

f = isi ( ml )

c. Berat isi benda uji dengan rumus :

$$g = \frac{c}{f}$$

dengan :

c = berat benda uji ( gram ) sebelum direndam

f = isi ( ml )

g = berat isi benda uji

d. Prosen rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$l = 100 - j$$

dengan :

$$j = \frac{(100 - b) g}{\text{BJ agregat}}$$

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{l}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{BJ agregat}}$$

l = prosentase rongga terhadap agregat

## 2. Nilai VITM ( *Void In The Mix* )

Dihitung berat jenis maksimum teoritis :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{\text{BJ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{BJ aspal}}}$$

dengan :

$g$  = berat isi benda uji

$h$  = berat jenis maksimum teoritis

### 3. Nilai Stabilitas (*Stability*)

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk ini digunakan dengan bantuan tabel koreksi benda uji seperti pada tabel 5.5. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$P = Q \times O$$

dengan :

$P$  = harga stabilitas

$Q$  = koreksi tinggi/tebal benda uji

$O$  = koreksi pembacaan arloji stabilitas

### 4. Nilai Kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan (Flow) didapat dari pembacaan arioji kelelahan (flow meter) yang menyatakan besarnya *deformasi* benda uji dalam satuan 0,01 mm.

### 5. Nilai Marshall Quotient

Nilai marshall quotient didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow

$$QM = q / r$$

dengan :

$QM$  = nilai marshall quotient ( kN/mm )

$q$  = nilai stabilitas terpakai ( kg )

$r$  = nilai kelelahan ( mm )

Tabel 5.5. Angka koreksi tebal sampel

| Isi benda uji ( cm <sup>3</sup> ) | Tebal ( mm ) | Angka koreksi |
|-----------------------------------|--------------|---------------|
| 200 - 213                         | 25,4         | 5,56          |
| 214 - 225                         | 27,0         | 5,00          |
| 226 - 237                         | 28,6         | 4,55          |
| 238 - 250                         | 30,2         | 4,17          |
| 251 - 264                         | 31,8         | 3,85          |
| 265 - 276                         | 33,3         | 3,57          |
| 277 - 289                         | 34,9         | 3,33          |
| 290 - 301                         | 36,5         | 3,03          |
| 302 - 316                         | 38,1         | 2,78          |
| 317 - 328                         | 39,7         | 2,50          |
| 329 - 340                         | 41,3         | 2,27          |
| 341 - 353                         | 42,9         | 2,08          |
| 354 - 367                         | 44,4         | 1,92          |
| 368 - 379                         | 46,0         | 1,79          |
| 380 - 392                         | 47,6         | 1,67          |
| 393 - 405                         | 49,2         | 1,56          |
| 406 - 420                         | 50,8         | 1,47          |
| 421 - 431                         | 52,4         | 1,39          |
| 432 - 443                         | 54,0         | 1,32          |
| 444 - 456                         | 55,6         | 1,25          |
| 457 - 470                         | 57,2         | 1,19          |
| 471 - 482                         | 58,7         | 1,14          |
| 483 - 495                         | 60,3         | 1,09          |
| 496 - 508                         | 61,9         | 1,04          |
| 509 - 522                         | 63,5         | 1,00          |
| 523 - 535                         | 64,0         | 0,96          |
| 536 - 546                         | 65,1         | 0,93          |
| 547 - 559                         | 66,7         | 0,89          |
| 560 - 573                         | 68,3         | 0,86          |
| 574 - 585                         | 71,4         | 0,83          |
| 586 - 598                         | 73,0         | 0,81          |
| 599 - 610                         | 74,6         | 0,78          |
| 611 - 625                         | 76,2         | 0,76          |

Sumber : Petunjuk Praktikum Jalan Raya

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### a. Hasil pemeriksaan bahan

Dari hasil serangkaian penelitian bahan yang akan digunakan yang meliputi bahan berbutir kasar dan halus serta bahan ikat aspal ( AC 60-70 ) dapat dilihat pada tabel 6.1., 6.2., 6.3., 6.4. dan 6.5. di bawah ini :

Tabel 6.1. Hasil pemeriksaan agregat kasar batu pecah

| NO | Jenis pemeriksaan                | Syarat                   | Hasil        |
|----|----------------------------------|--------------------------|--------------|
| 1. | Keausan dengan mesin Los Angeles | $\leq 40 \%$             | 36,7 %       |
| 2. | Kelekatan terhadap aspal         | $\geq 95 \%$             | 100 %        |
| 3. | Peresapan agregat terhadap air   | $\leq 3 \%$              | 2,326 %      |
| 4. | Berat jenis semu                 | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,7096 gr/cc |

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Tabel 6.2. Hasil pemeriksaan agregat halus batu pecah

| NO | Jenis pemeriksaan              | Syarat                   | Hasil       |
|----|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1. | Nilai sand equivalent          | $\geq 50 \%$             | 68,52 %     |
| 2. | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3 \%$              | 0,81 %      |
| 3. | Berat jenis                    | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,653 gr/cc |

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan pasir kali Krasak

| NO | Jenis pemeriksaan              | Syarat                   | Hasil       |
|----|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1. | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3 \%$              | 2,669 %     |
| 2. | Berat jenis                    | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,618 gr/cc |

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Tabel 6.4. Hasil pemeriksaan pasir kali Progo

| NO | Jenis pemeriksaan              | Syarat                   | Hasil       |
|----|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1. | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3 \%$              | 0,604 %     |
| 2. | Berat jenis                    | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,672 gr/cc |

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Tabel 6.5. Hasil pemeriksaan Aspal AC 60-70

| NO | Jenis pemeriksaan                                     | Min | Maks | Satuan  | Hasil |
|----|---|-----|------|---------|-------|
| 1. | Penetrasi ( 25 °C, 5 detik )                          | 60  | 79   | 0,1 mm  | 68    |
| 2. | Titik lembek  | 48  | 58   | ° C     | 53    |
| 3. | Titik nyala   | 200 | -    | ° C     | 340   |
| 4. | Kehilangan berat ( 163 °C, 5 jam )                    | -   | 0,8  | % berat | 0,037 |
| 5. | Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> | 99  | -    | % berat | 99    |
| 6. | Daktalitas  | 100 | -    | cm      | 120   |
| 7. | Penetrasi setelah kehilangan berat                    | 50  | -    | % awal  | -     |
| 8. | Berat jenis   | 1   | -    | gr/cc   | 1,03  |

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Dari hasil pemeriksaan bahan seperti dalam tabel-tabel diatas dapat dilihat bahwa bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian meliputi agregat kasar, agregat halus, pasir kali Krasak dan Progo serta Aspal AC 60-70 memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga sehingga dapat digunakan untuk campuran beton aspal.

#### b. Hasil pemeriksaan campuran beton aspal

Dari hasil penelitian, diperoleh nilai-nilai antara lain : nilai VITM, VFWA, Stabilitas, Flow serta Marshall Quotient.

Sebelum melihat hasil hitungan secara keseluruhan, kita ambil salah satu contoh hitungan yaitu untuk kadar aspal 5,5 % dengan penggunaan mineral pengisi pasir kali Krasak.

Data yang diperlukan dalam pengujian bahan untuk campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

1. Berat campuran = 1200 gram
2. Berat agregat = 1134 gram

3. Berat aspal = 66 gram

4. Bj aspal = berat / volume = 1,0300 gr/cc

$$5. \text{ Bj agregat gabungan} = \frac{(X \times B_{j1}) + (Y \times B_{j2}) + (Z \times B_{j3})}{100}$$

dengan :

X = prosentase agregat kasar ( tertahan saringan No.8 )

$$X = \frac{(113,4+113,4)}{1134} \times 100 \% = 20 \%$$

Y = prosentase agregat halus + filler ( lolos saringan No.8 dan tertahan No.30 serta debu lolos saringan No.200 )

$$Y = \frac{(226,8+198,45+215,46+79,38)}{1134} \times 100 \% = 63,5 \%$$

Z = prosentase pasir kali Krasak ( lolos saringan No.30 dan tertahan No.200 )

$$Z = \frac{(62,37+68,04+56,7)}{1134} \times 100 \% = 16,5 \%$$

B<sub>j1</sub> = 2,549 gr/cc ( Berat jenis agregat kasar asal Clereng )

B<sub>j2</sub> = 2,653 gr/cc ( Berat jenis agregat halus+ filler asal Clereng )

B<sub>j3</sub> = 2,618 gr/cc ( Berat jenis pasir kali Krasak )

$$\text{Berat jenis} = \frac{(20 \times 2,549) + (63,5 \times 2,653) + (16,5 \times 2,618)}{100} = 2,626 \text{ gr/cc}$$

Kemudian nilai-nilai VFWA, VITM, Stabilitas, Flow dan MQ dapat dihitung berdasarkan data pengujian sampel menggunakan rumus sebagai berikut :

t = tebal sampel = 63,53 mm

koreksi tebal sampel ( lihat tabel 5.7. ) dengan interpolasi linier = 0,9976

a = % aspal terhadap batuan = ( 5,5 / 94,5 ) x 100 % = 5,820 %

b = % aspal terhadap campuran = 5,5 %

c = berat kering sebelum direndam = 1175 gram

d = berat dalam keadaan SSD = 1185 gram

$e = \text{berat di dalam air} = 675 \text{ gram}$

$f = \text{Vol. (isi)} = d - e = 1185 - 675 = 510$

$g = \text{berat isi sampel} = c / f = 1175 / 510 = 2,304$

$h = \text{Bj maksimum ( teoritis )}$

$= 100 / \{ ( \% \text{ agg.} / \text{Bj agg.} ) + ( \% \text{ aspal} / \text{Bj aspal} ) \}$

$= 100 / \{ ( 94,5 / 2,626 ) + ( 5,5 / 1,03 ) \} = 2,420$

$i = ( b \times g ) / \text{Bj aspal} = ( 5,5 \times 2,304 ) / 1,03 = 12,303$

$j = \{ ( 100 - b ) g \} / \text{Bj agg.} = \{ ( 100 - 5,5 ) 2,304 \} / 2,626 = 82,912$

$k = \text{jumlah kandungan rongga} = ( 100 - i - j ) = 100 - 12,303 - 82,912 = 4,785$

$l = \text{rongga terhadap agregat} = 100 - j = 100 - 82,912 = 17,088$

$m = \text{nilai VFWA ( rongga terisi aspal )} = \{ 100 \times ( i / l ) \}$

$= \{ 100 \times ( 12,303 / 17,088 ) \} = 71,998$

**Nilai VFWA rata-rata**  $= ( 71,998 + 66,358 ) / 2 = 69,178 \%$

$n = \text{nilai VITM ( rongga terhadap campuran )} = 100 - \{ 100 \times ( g / h ) \}$

$= 100 - \{ 100 \times ( 2,304 / 2,420 ) \} = 4,793$

**Nilai VITM rata-rata**  $= ( 4,793 + 6,157 ) / 2 = 5,475 \%$

$o = \text{pembacaan arloji stabilitas} = 631$

$p = \text{pembacaan tabel kalibrasi proving pada 631} = 2236$

$q = \text{nilai STABILITAS} = p \times \text{koreksi tebal sampel}$

$= 2236 \times 0,9976 = 2230,63$

**Nilai STABILITAS rata-rata**  $= ( 2230,63 + 2356,66 ) / 2 = 2293,65 \text{ kg}$

$r = \text{Nilai FLOW ( kelelehan plastis )} = 2,54$

**Nilai FLOW rata-rata**  $= ( 2,54 + 2,032 ) / 2 = 2,286 \text{ mm}$

$s = \text{nilai Marshall Quotient} = q / r$

$= 2293,65 / 2,286 = 1003,35$

**Nilai Marshall Quotient = 1003,35 kg/mm**

Untuk hasil pengujian campuran beton aspal secara keseluruhan ( 5 %, 6 %, 6,5 %, 7 % dan 7,5 % ) dapat dilihat pada tabel 6.6. dibawah ini :

Tabel 6.6. Hasil Tes Marshall

| Karakteristik      | Kode | Kadar aspai |               |        |        |        |        |
|--------------------|------|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
|                    |      | 5,0         | 5,5           | 6      | 6,5    | 7      | 7,5    |
| 1. VITM (%)        | K    | 6,627       | <b>5,475</b>  | 3,163  | 1,467  | 0,549  | 0,404  |
|                    | P    | 5,665       | 4,182         | 2,490  | 1,317  | 0,211  | 0,064  |
| 2. VFWA (%)        | K    | 62,554      | <b>69,178</b> | 81,159 | 91,111 | 96,678 | 97,783 |
|                    | P    | 66,523      | 74,823        | 84,713 | 92,045 | 98,751 | 99,565 |
| 3. Stabilitas (Kg) | K    | 2108,4      | <b>2293,7</b> | 2516,5 | 2380,6 | 2172,1 | 1695,8 |
|                    | P    | 1805,9      | 1904,5        | 2220,2 | 1790,5 | 1717,1 | 1586,8 |
| 4. Flow (mm)       | K    | 2,540       | <b>2,286</b>  | 2,540  | 2,667  | 3,048  | 3,556  |
|                    | P    | 3,429       | 2,921         | 2,794  | 2,921  | 3,937  | 4,064  |
| 5. MQ (Kg/mm)      | K    | 830,1       | <b>1003,4</b> | 990,8  | 892,6  | 712,6  | 476,9  |
|                    | P    | 526,7       | 652,0         | 794,6  | 612,9  | 436,1  | 390,4  |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Keterangan :

K = Penggunaan pasir kali Krasak dalam campuran aspal beton

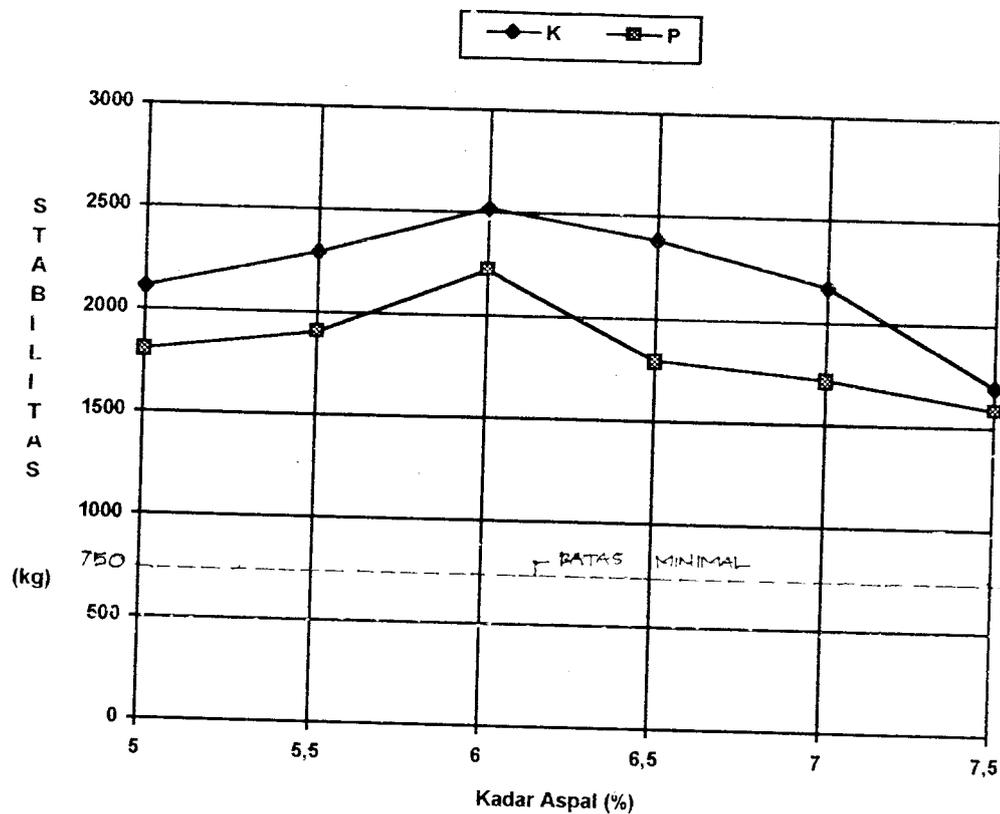
P = Penggunaan pasir kali Progo dalam campuran aspal beton

Hasil penelitian yang terdapat pada tabel 6.6. dibandingkan dengan nilai VITM, VFWA, Stabilitas, Flow dan QM menurut spesifikasi Bina Marga, pada Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983 di bawah ini :

Tabel 6.7. Spesifikasi Laston

| NO | Jenis pemeriksaan     | Syarat    | Satuan |
|----|-----------------------|-----------|--------|
| 1. | Stabilitas            | Min 750   | kg     |
| 2. | Kelelehan             | 2,0 - 4,0 | mm     |
| 3. | Question Marshall     | -         | kg/mm  |
| 4. | Rongga dalam campuran | 3 - 5     | %      |
| 5. | Rongga terisi aspal   | 75 - 82   | %      |

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983



Gambar 6.1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas

## 2. Pengaruh terhadap Flow

Nilai flow menyatakan besar deformasi yang terjadi pada suatu lapis keras akibat beban lalulintas. Suatu campuran dengan flow tinggi ( melampaui batas maksimumnya ), maka campuran cenderung plastis ( fleksibelitasnya tinggi ) sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sebaliknya jika flow rendah, maka campuran menjadi kaku dan mudah retak ( cracking ) jika beban melampaui daya dukungnya.

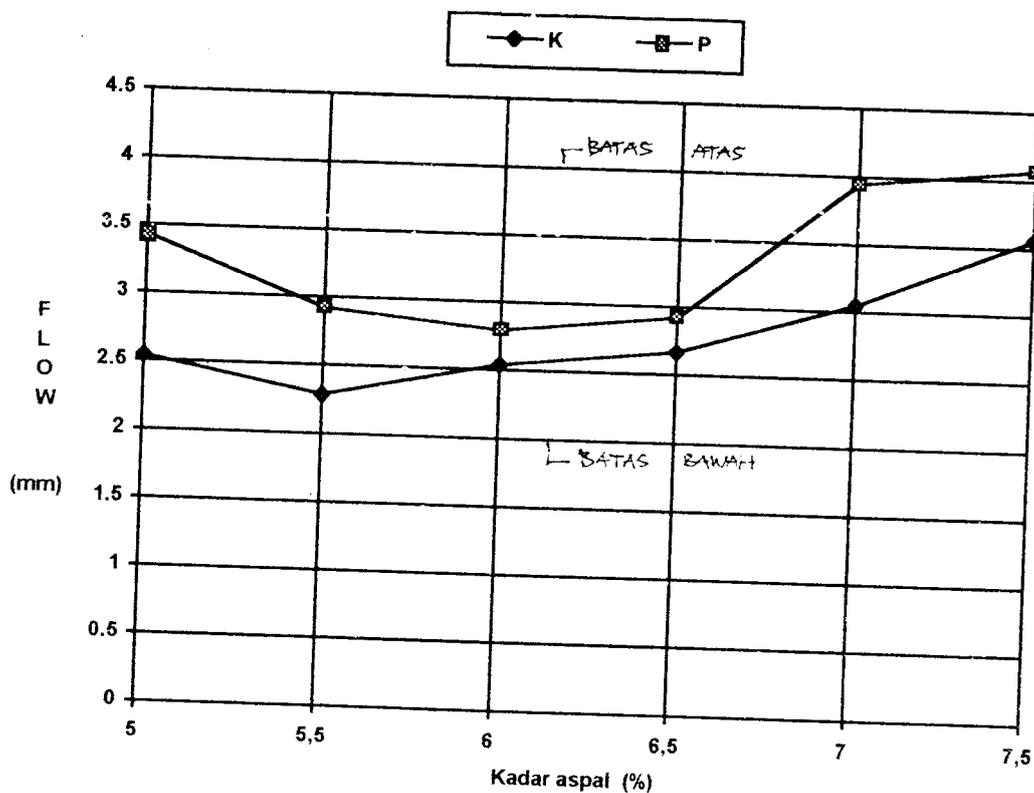
Dari hasil penelitian pada gambar 6.2. terlihat bahwa :

### a. Penggunaan pasir kali Krasak.

Pada kadar aspal 5 % nilai flownya 2,54 mm, setelah adanya penambahan aspal 5,5 % flow turun menjadi 2,032 mm, sedangkan pada penambahan kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 % dan 7,5 % nilai flow naik terus seiring penambahan kadar aspal.

b. Penggunaan pasir kali Progo

Pada kadar aspal 5 % nilai flownya sebesar 3,429 mm, setelah adanya penambahan kadar aspal sebesar 5,5 % nilai flownya turun menjadi 2,921 mm dan ternyata setelah kadar aspal ditambah menjadi 6 % nilai flow turun lagi menjadi 2,794 mm sedangkan pada penambahan aspal 6,5 %, 7 %, dan 7,5 % flow naik kembali seiring penambahan kadar aspal pasir kali Krasak pada kadar aspal



Gambar 6.2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan flow

Dari hasil di atas terlihat bahwa campuran beton aspal yang menggunakan pasir kali Krasak mempunyai nilai flow yang lebih kecil pada kadar aspal yang sama dibandingkan dengan nilai flow apabila digunakan pasir kali Progo. Hal ini disebabkan angka stabilitas pasir kali Krasak pada kadar aspal yang sama lebih tinggi daripada stabilitas pasir kali Progo.

Nilai flow ditentukan oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, viskositas aspal, bentuk dan permukaan batuan.



Dari hasil penelitian pada gambar 6.3. terlihat bahwa nilai VITM dari kedua campuran semakin rendah mengikuti penambahan kadar aspal.

- a. Pada penggunaan pasir kali Krasak ( K ), nilai maksimum VITM yaitu 6,627 % pada kadar aspal 5 % dan minimum 0,404 % pada kadar aspal 7,5 %.
- b. Pada penggunaan pasir kali Progo ( P ), nilai maksimum VITM yaitu 5,665 % pada kadar aspal 5 % dan minimum 0,064 pada kadar aspal 7,5 %

Dari kedua campuran tersebut ternyata bahwa campuran beton aspal yang menggunakan pasir kali Krasak ( K ) mempunyai nilai VITM yang lebih tinggi daripada campuran beton aspal yang menggunakan pasir kali Progo. Hal ini disebabkan pasir kali Krasak mempunyai banyak butir yang lebih berongga ( lebih porous ) dibandingkan dengan pasir kali Progo.

Nilai VITM dari suatu beton aspal dipengaruhi oleh faktor-faktor bentuk batuan, tekstur permukaan, gradasi, jumlah dan jenis aspal serta faktor pemadatan. Gradasi yang rapat (dense graded) mempunyai rongga yang lebih kecil daripada gradasi terbuka ( open graded ) dan gradasi seragam ( uniform graded ). Faktor pemadatan antara lain suhu dan jumlah tumbukan.

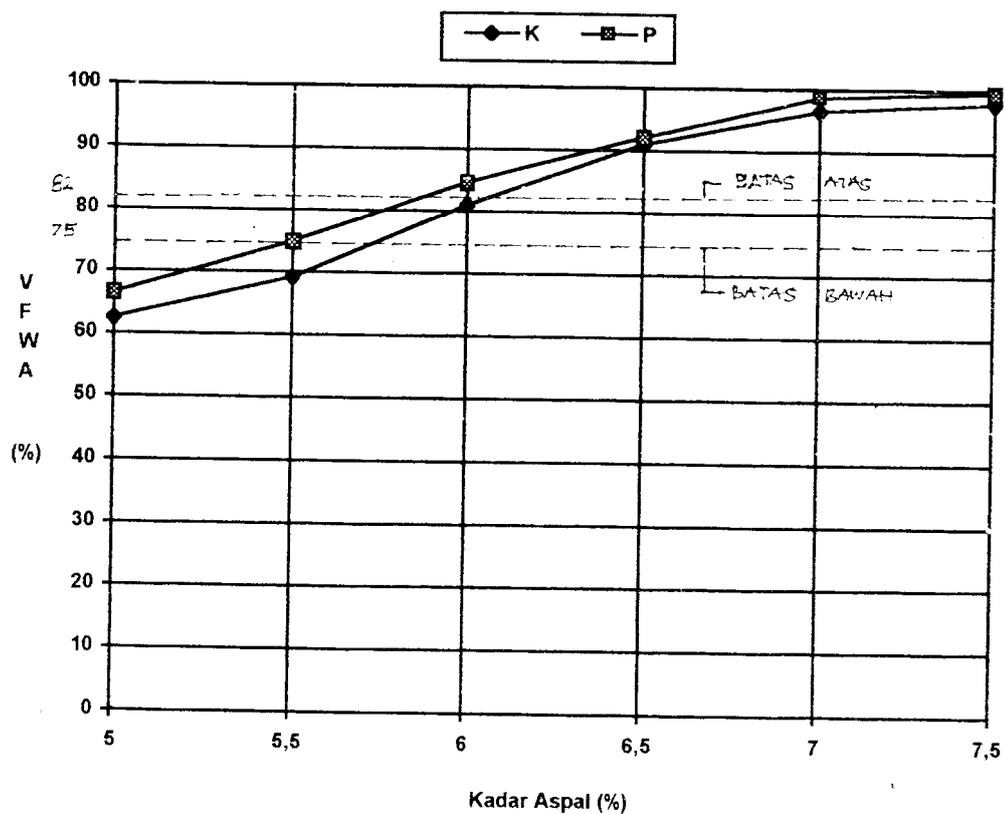
Bina Marga memberikan batasan untuk nilai VITM pada campuran beton aspal ini adalah 3-5 %. Lapis keras dengan VITM  $< 3$  % ( terlalu rapat ), mempunyai kekakuan yang tinggi Lapis keras yang demikian jika mendapat beban lalu lintas akan mudah mengalami retak-retak (cracking), karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi. Dan apabila nilai VITM  $> 5$  % maka lapisan bersifat porous sehingga mudah teroksidasi oleh air dan udara. Proses oksidasi ini memberikan suatu lapis film aspal yang keras sehingga menyebabkan aspal menjadi rapuh dan daya ikatnya berkurang. Dalam aspal yang teroksidasi akan ada komponen yang larut dalam air dan apabila hal ini terjadi terus-menerus maka kadar aspal akan berkurang sehingga durabilitas menurun.

Dari gambar 6.3. dicari rentang kadar aspal agar VITM memenuhi persyaratan yang diberikan oleh Bina Marga. Kadar aspal yang memenuhi persyaratan untuk masing-masing campuran adalah sebagai berikut :

- Kode K dengan kadar aspal 5,6 - 6,075 %
- Kode P dengan kadar aspal 5,225 - 5,85 %

#### 4. Pengaruh terhadap VFWA ( *Void Filled With Asphalt* )

Berdasarkan penelitian pada gambar 6.4. tampak bahwa nilai VFWA naik dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai VFWA erat kaitannya dengan kekuatan ikatan ( adhesi ), kedekatan terhadap udara dan air, serta plastisitas campuran. Dengan kata lain VFWA ikut menentukan stabilitas, durabilitas, fleksibilitas serta keawetan campuran beton aspal.



Gambar 6.4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFWA

Dari hasil penelitian pada gambar 6.4 dapat dilihat :

- Penggunaan pasir kali Krasak ( K ) dalam campuran nilai maksimum VFWA dicapai pada kadar aspal 7,5 % sebesar 97,783 % dan nilai minimum pada kadar aspal 5 % sebesar 62,554 %.

- b. Penggunaan pasir kali Progo ( P ) dalam campuran nilai maksimum VFWA dicapai pada kadar aspal 7,5 % sebesar 99,565 % dan nilai minimum pada kadar aspal 5 % sebesar 66,523 %.

Dari kedua campuran tersebut ternyata bahwa campuran yang menggunakan pasir kali Krasak mempunyai nilai VFWA yang lebih rendah daripada campuran beton aspal yang menggunakan pasir kali Progo pada kadar aspal yang sama. Hal ini disebabkan pasir kali Krasak mempunyai lebih banyak butir yang berongga ( lebih porous ), sehingga penyerapan terhadap bahan ikat aspal lebih besar.

Nilai VFWA memperlihatkan prosentasi rongga yang ada pada campuran agregat yang terisi aspal. Apabila VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap udara dan air menjadi lebih tinggi. Akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar menyebabkan bleeding, yang disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil ( kekurangan rongga ) dan bila perkerasan menerima beban dan panas maka sebagian aspal akan mencari tempat kosong ( rongga ). Jika rongga yang tersedia telah terisi aspal maka aspal akan naik ke permukaan ( bleeding ). Sebaliknya bila nilai VFWA terlalu kecil berarti rongga yang ada cukup besar. Kededapan perkerasan akan semakin kecil, karena udara dan air akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetannya, berkurang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi VFWA antara lain gradasi, jumlah dan jenis aspal, pemadatan dan daya serap batuan. Nilai VFWA tinggi apabila jumlah aspal banyak, gradasi rapat dan pemadatan sempurna.

Nilai VFWA yang diisyaratkan oleh Bina Marga menurut Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983 adalah sebesar 75-82 %. Dari gambar 6.4. nilai VFWA yang memenuhi syarat adalah :

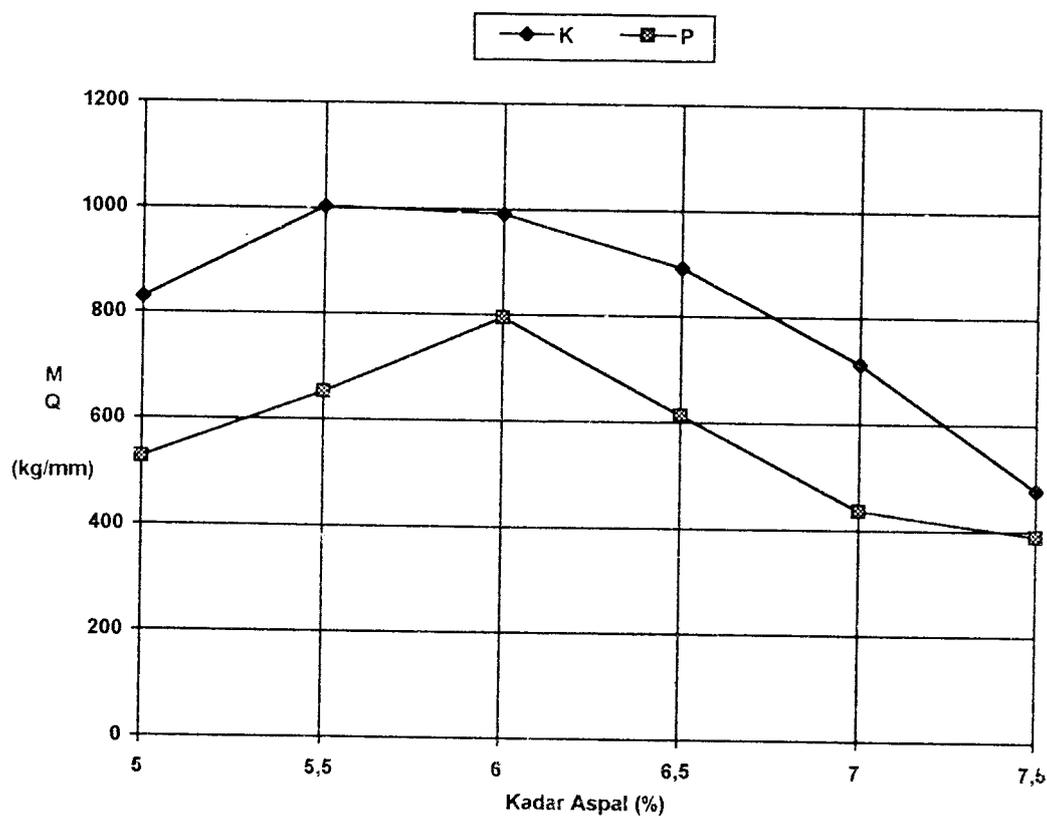
- Kode K dengan kadar aspal 5,75 - 6,05 %
- Kode P dengan kadar aspal 5,5 - 5,85 %

### 5. Pengaruh terhadap QM ( *Quotient Marshall* )

Nilai Quotient Marshall merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Apabila campuran mempunyai nilai QM yang tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitas rendah. Sebaliknya bila QM kecil campuran akan fleksibel dan campuran menjadi plastis sehingga akan mengalami deformasi yang cukup besar pada waktu menerima beban.

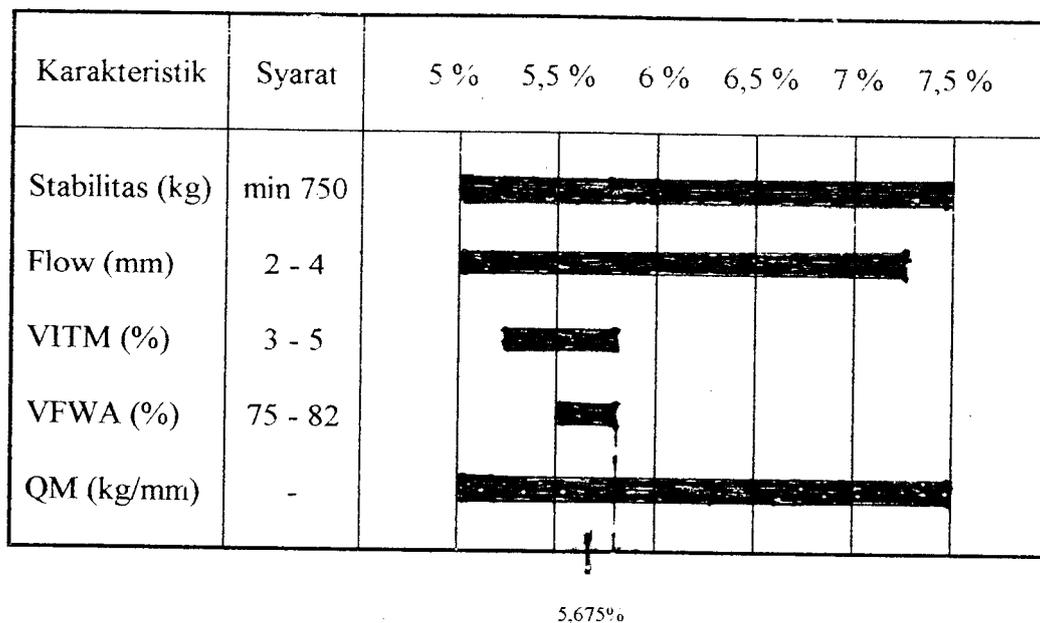
Pada gambar 6.5. terlihat bahwa nilai QM pada campuran yang menggunakan mineral pengisi pasir kali Krasak lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan mineral pengisi pasir kali Progo.

Untuk nilai QM ini oleh Bina Marga tidak membatasi atau memberi persyaratan. Berikut ini dapat dilihat gambar 6.5. yaitu hasil QM masing-masing campuran :



Gambar 6.5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan Marshall Question

Gambar 6.7. Penentuan kadar aspal optimum penggunaan pasir kali Progo



Tabel 6.8. Kadar aspal optimum masing-masing campuran

| Beton aspal | Kadar aspal (%)<br>terhadap prosen berat<br>agregat | Kadar aspal (%)<br>terhadap prosen total<br>campuran |
|-------------|---|--|
| K           | 5,900   | 5,571  |
| P           | 5,675   | 5,370  |

Dari tabel 6.8. diatas ternyata untuk memenuhi kriteria spesifikasi Bina Marga, kadar aspal optimum untuk penggunaan pasir kali Krasak prosentase kadar aspalnya lebih besar dibandingkan dengan penggunaan pasir kali Progo.

### 7. Modulus kekakuan bitumen (*S bit*)

Nilai kekakuan aspal tergantung pada lama pembebanan dan temperatur pemadatan, karena nilai kekakuan aspal akan berpengaruh pada kekakuan campuran beton aspal, yang mempengaruhi kemampuan dalam menyebarkan beban dari lapis perkerasannya. Nilai kekakuan aspal /bitumen (*S bit*) dapat ditinjau secara grafis dan analitis :

### a. Cara grafis

Cara grafis ini menggunakan nomogram yang dikembangkan oleh Van der Poel.

Asumsi :

- Temperatur perkerasan rata-rata di Indonesia ( T ) = 30 °C
- Panjang jejak roda ( l ) = 25 cm
- Kecepatan kendaraan ( V ) = 65 km/jam

Data-data yang diperlukan berdasarkan percobaan di laboratorium :

- Titik lembek aspal ( Trb ) = 53 °C
- Penetrasi aspal pada suhu 25 °C ( Pi ) = 68 °C

Dari asumsi dan data bitumen dapat dicari nilai-nilai dari :

#### 1. PIr ( Indeks Penetrasi )

$$\begin{aligned} PIr &= \frac{27,00 \log Pi - 21,65}{76,35 \log Pi - 232,82} = \frac{27,00 \log 68 - 21,65}{76,35 \log 68 - 232,82} \\ &= - 0,3 \end{aligned}$$

#### 2. Lama pembebanan ( t )

$$t = \frac{l}{V} \text{ ( detik )} = \frac{0,25 \times 3600}{65.000} = 0,01 \text{ detik}$$

#### 3. Suhu antara titik lembek dengan suhu rata-rata perkerasan Indonesia

$$Trb - T = 53 \text{ °C} - 30 \text{ °C} = 23 \text{ °C}$$

Dari nilai-nilai diatas, maka dengan menggunakan nomogram Van der Poel ( gambar 6.9 ) didapat nilai kekakuan aspal, yaitu  $S_{bit} = 3,5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

### b. Cara Analitis

Merupakan formula yang diturunkan oleh Ullidz yaitu :

$$S_{bit} = 1,157 \times 10^{-7} \times t^{-0,368} \times 2,718^{-PIr} \times (Spr - T)^5$$

Berdasarkan asumsi dan data laboratorium seperti pada cara grafis dapat dicari nilai S bit dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

$$\gamma_{\max} = \frac{100 \times 1}{(5,5 / 1,03) + (94,5 / 2,626)} = 2,4198$$

$$V_v = \frac{(2,4198 - 2,2875) \times 100}{2,4198} = 5,4674 \%$$

$$V_b = \frac{(100 - 5,4674) \times (5,5 / 1,03)}{(5,5 / 1,03) + (94,5 / 2,626)} = 12,2147 \%$$

$$V_v + V_b + V_g = 100 \%$$

$$V_g = 100 \% - 12,2147 \% - 5,4674 \% = 82,3179 \%$$

Dari nilai-nilai *Sbit*, *Vb* dan *Vg* dengan menggunakan *nomogram Shell* (gambar 6.10.) dapat dicari nilai *Smix* (kekakuan campuran) =  $8,8 \times 10^8 \text{ N/m}^2$

Hasil perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 6.9. dan 6.10. di bawah ini :

Tabel 6.9. Perhitungan *S mix* dari nomogram Shell dengan penggunaan pasir kali Krasak pada campuran beton aspal

| % Aspal | Vv (%) | Vb (%)  | Vg (%)  | S mix ( N/m <sup>2</sup> )          |
|---------|--------|---------|---------|-------------------------------------|
| 5       | 6,6347 | 11,0460 | 82,3193 | $9,0 \times 10^8$                   |
| 5,5     | 5,4674 | 12,2147 | 82,3179 | <b><math>8,8 \times 10^8</math></b> |
| 6       | 3,1466 | 13,5555 | 83,2979 | $8,7 \times 10^8$                   |
| 6,5     | 1,4545 | 14,8365 | 83,7090 | $8,5 \times 10^8$                   |
| 7       | 0,5488 | 16,0119 | 83,4393 | $8,0 \times 10^8$                   |
| 7,5     | 0,3868 | 17,0643 | 82,5489 | $7,0 \times 10^8$                   |

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya - UII Yogyakarta

Dari gambar 6.8. dapat dilihat bahwa nilai kekakuan campuran menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal tersebut disebabkan karena nilai kekakuan campuran titik maksimumnya telah tercapai dan dengan bertambahnya kadar aspal justru mengurangi nilai kekakuan campuran.

Faktor penyerapan dan berat jenis berpengaruh terhadap kekakuan campuran. Dari gambar 6.8. terlihat bahwa pada kadar aspal yang sama kekakuan campuran dengan penggunaan pasir kali Krasak ternyata lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan pasir kali Progo dalam campuran. Hal tersebut disebabkan pasir kali Krasak mempunyai penyerapan yang lebih besar dan berat jenis lebih kecil dibandingkan dengan pasir kali Progo.

#### **9. Keuntungan/kerugian penggunaan pasir kali Krasak dibandingkan dengan pasir kali Progo**

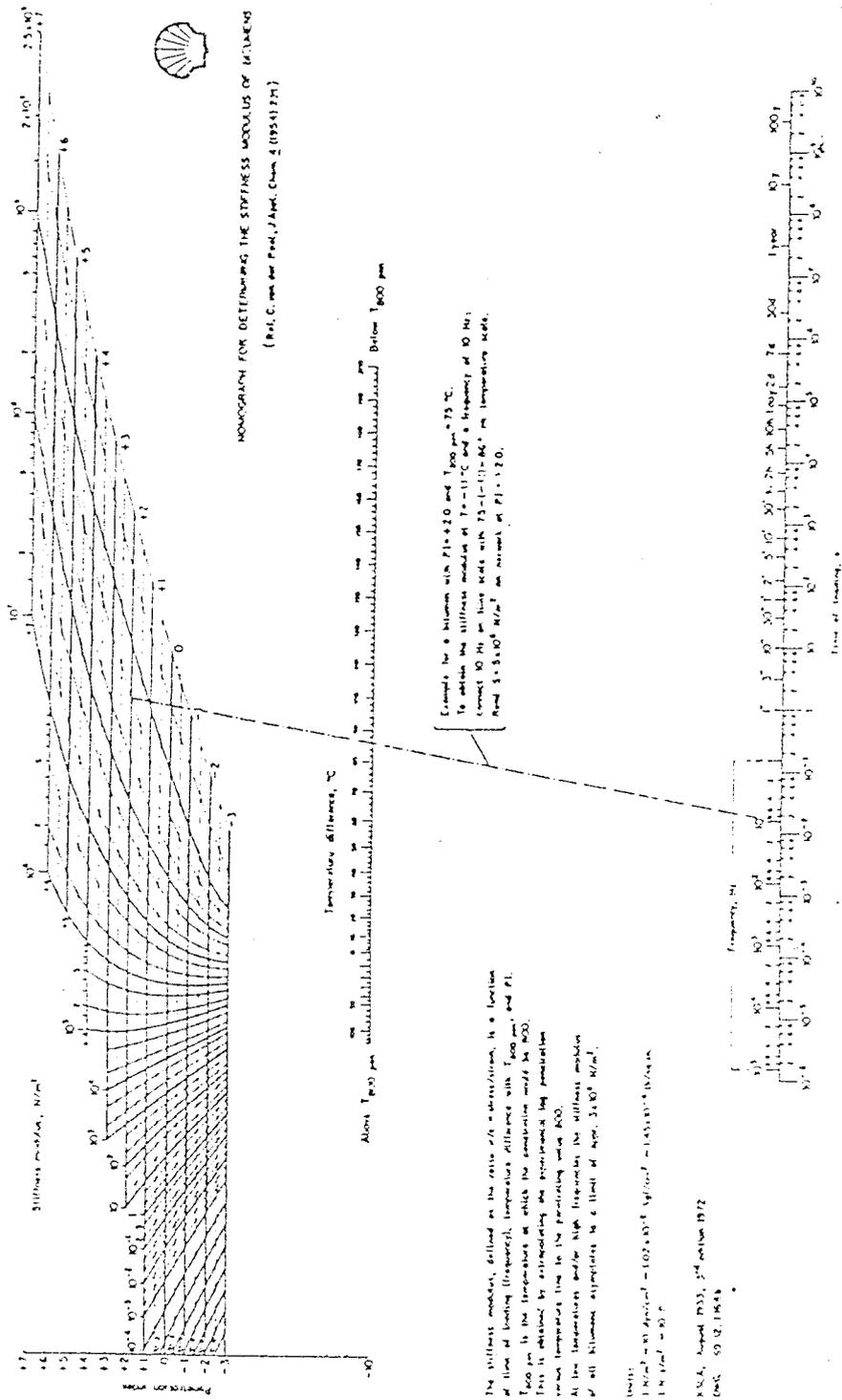
Keuntungan :

- \* Memberikan nilai stabilitas yang lebih tinggi
- \* Apabila digunakan pada lapis permukaan akan lebih kesat karena butirannya lebih tajam dan runcing
- \* Tersedia dalam volume yang cukup besar

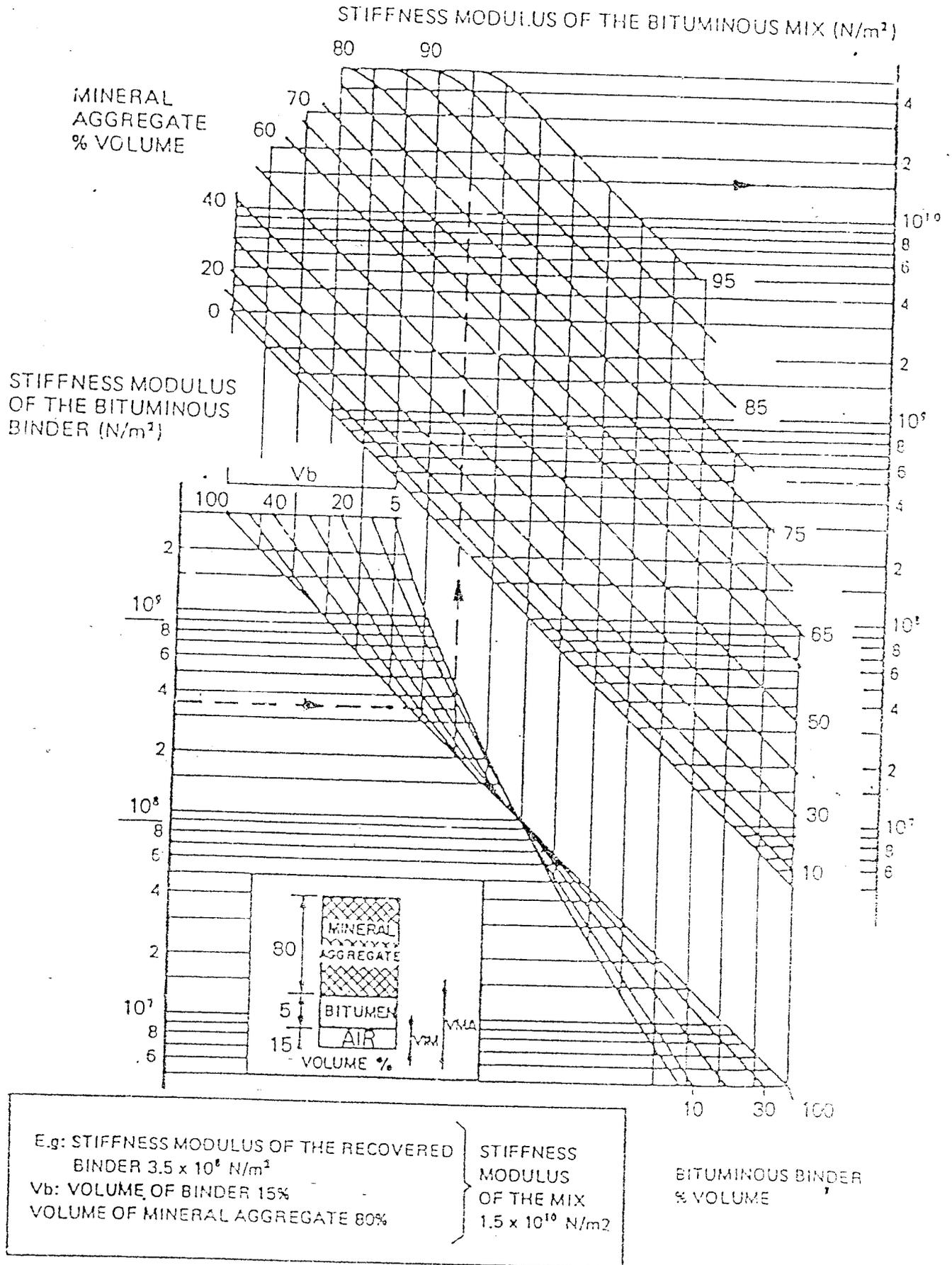
Kerugian :

- \* Dalam campuran beton aspal untuk mencapai kadar aspal optimum memerlukan prosentase aspal yang lebih besar
- \* Campuran kurang fleksibel (mudah retak)
- \* Pengaruh terhadap durabilitas lebih jelek karena lebih porous dan kurang keras
- \* Kebersihan kurang (dalam penggunaan harus dicuci terlebih dahulu)

Gambar 6.3. Nomogram Van der Poel untuk menentukan nilai S bit  
 Sumber : Suprpto TM, Diktat kuliah Jalan Raya IV



Gambar 6.10. Nomogram Shell untuk menentukan nilai  $S_{mix}$   
 Sumber : Suprpto TM, Diktat kuliah Jalan Raya IV



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian di laboratorium dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan serangkaian percobaan terhadap agregat kasar, agregat halus, pasir kali Krasak serta Progo dan aspal, maka bahan-bahan tersebut diketahui sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan spesifikasi LASTON dan Bina Marga sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk penelitian konstruksi aspal beton.
2. Terjadi perbedaan optimasi kadar aspal dari hasil kompromi untuk menghasilkan perkerasan lentur yang memenuhi karakteristik perkerasan yang sesuai spesifikasi apabila digunakan pasir sebagai mineral pengisi dari dua sungai yang berbeda yaitu pasir kali Krasak dan pasir kali Progo. Jadi dalam hal ini apa yang menjadi hipotesis dapat diterima.
  - Kadar aspal optimum penggunaan pasir kali Krasak adalah 5,9 %
  - Kadar aspal optimum penggunaan pasir kali Progo adalah 5,675 %
3. Pengaruh penggunaan pasir kali Krasak terhadap nilai stabilitas pada campuran beton aspal lebih besar dibandingkan penggunaan pasir kali Progo pada kadar aspal yang sama.
4. Pengaruh penggunaan pasir kali Krasak terhadap nilai flow pada campuran beton aspal lebih rendah dibandingkan penggunaan pasir kali Progo pada kadar aspal yang sama.
5. Pengaruh penggunaan pasir kali Krasak terhadap nilai VITM pada campuran beton aspal lebih tinggi dibandingkan penggunaan pasir kali Progo pada kadar aspal yang sama.

### **B. Saran**

1. Sebelum pasir kali Krasak digunakan sebagai campuran beton aspal dalam skala penuh di lapangan hendaknya dikaji lebih mendalam dalam pembuatan sampel yaitu dengan menambah jumlah sampel pada kadar aspal yang sama agar penelitian dianggap valid.
2. Walaupun pasir kali Krasak dapat digunakan sebagai campuran beton aspal hendaknya dipertimbangkan untung rugi antara penggunaan pasir tersebut dengan penggunaan aspal. Dan apabila lebih menguntungkan perlu dikaji kembali untuk variasi penambahan pasir agar potensi alam tersebut dapat dimaksimalkan.
3. Hendaknya dalam pelaksanaan di lapangan Tim Supervisi khususnya Quality Enginer/ Lab.Teknisi hendaknya berhati-hati. Karena sering terjadi antara pembuatan disain di laboratorim ( job mix formula ) lain dengan kenyataan di lapangan. Misalnya di dalam disain campuran menggunakan pasir kali Progo ternyata pelaksanaan di lapangan menggunakan pasir kali Krasak ( walaupun dari satu sumber ), dan seandainya optimasi aspal penggunaan pasir kali Progo disamakan dengan penggunaan pasir kali Krasak maka tentu saja kualitasnya akan lain.

## PENUTUP

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT serta salawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW karena hanya atas rahmat-Nyalah penyusun dapt menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sekali lagi penyusun mengucapkan terima kasih, terutama kepada Bapak Dosen Pembimbing I dan II yang telah membimbing penyusun dari awal hingga akhir secara baik, disamping telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran unruk memeriksa Tugas Akhir hingga selesai. Tidak lupa penyusun sampaikan terima kasih pula kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa disebabkan oleh keterbatasan ilmu dan kemampuan yang penyusun kuasai, maka isi dari Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari sempurna baik dari segi isi maupun cara penulisan, sehingga saran-saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan mahasiswa serta para pembaca akan sangat kami harapkan demi penyempurnaan laporan Tugas Akhir di kemudian hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dalimin BRE, Pengaspalan ( Surface Course ), 1982.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Buku III Spesifikasi Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga , Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983.
- Djoko Untung S, Konstruksi Jalan Raya, 1979.
- Wardhani S, 1994, Bahan Kuliah Jalan Raya IV.
- Kerb dan Walker, Highway Material, 1971.
- Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII.  
Panduan Pratikum Jalan Raya IV, Yogyakarta, 1992.
- Silvia Sukirman, 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung.
- Suprpto T.M, Diktat Kuliah Jalan Raya IV, FT-UII.  
The Asphalt Institute, 1983

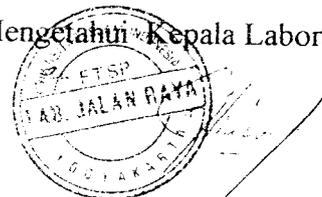
# LAMPIRAN

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km.14,4 ☎95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT**

| LOLOS SARINGAN  | TERTAHAN SARINGAN | BENDA UJI |
|---|-------------------|-----------|
| 72,2 mm   | 63,5 mm           |           |
| 63,5 mm   | 50,8 mm           |           |
| 50,8 mm   | 37,5 mm           |           |
| 37,5 mm   | 25,4 mm           |           |
| 25,4 mm   | 19,0 mm           |           |
| 19,0 mm   | 12,5 mm           | 2500      |
| 12,5 mm   | 9,5 mm            | 2500      |
| 9,5 mm  | 6,3 mm            |           |
| 6,3 mm  | 4,75 mm           |           |
| 6,75 mm   | 2,36 mm           |           |
| JUMLAH BENDA UJI (A)  |                   | 5000      |
| JUMLAH TERTAHAN DI<br>SIEVE 12 (B)                            |                   | 3165      |
| (A - B)<br>KEAUSAN = $\frac{\text{-----} \times}{100\%}$<br>A |                   | 36,7 %    |

Mengetahui Kepala Laboratorium



( IR. SUBARKAH, MS )

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km.14,4 ☎95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**  
**ASAL CLERENG KULONPROGO**

| KETERANGAN   | BENDA UJI |
|--|-----------|
| Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)             | 500       |
| Berat Vicnometer + Air (B)                               | 687       |
| Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)                  | 1000      |
| Berat benda uji kering oven (BK)                         | 496       |
| Berat jenis (Bulk) $(B + 500 - BT) / (500)$              | 2,653     |
| Berat jenis (SSD) $(B + 500 - BT) / (BK)$                | 2,674     |
| Berat jenis semu (Apparent) $(B + BK - BT) / (500 - BK)$ | 2,710     |
| Penyerapan (absorbtion) $(BK) \times 100\%$              | 0,810 %   |

Mengetahui Kepala Laboratorium



( IR. SUBARCAH, MS )

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km.14,4 ☎95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR KALI KRASAK**

| KETERANGAN   | BENDA UJI |
|--|-----------|
| Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)                   | 500       |
| Berat Vicnometer + Air (B)                                     | 687       |
| Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)                        | 1001      |
| Berat benda uji kering oven (BK)                               | 487       |
| Berat jenis (Bulk) $\frac{(B + 500 - BT)}{(500)}$              | 2,618     |
| Berat jenis (SSD) $\frac{(B + 500 - BT)}{(BK)}$                | 2,688     |
| Berat jenis semu (Apparent) $\frac{(B + BK - BT)}{(500 - BK)}$ | 2,815     |
| Penyerapan (absorbtion) $\frac{(BK)}{(500 - BK)} \times 100\%$ | 2,669 %   |

Mengetahui Kepala Laboratorium



( IR. SUBARCAH, MS )

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

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR KALI PROGO**

| KETERANGAN   | BENDA UJI |
|--|-----------|
| Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)                   | 500       |
| Berat Vicnometer + Air (B)                                     | 687       |
| Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)                        | 1001      |
| Berat benda uji kering oven (BK)                               | 497       |
| Berat jenis (Bulk) $\frac{(B + 500 - BT)}{(500)}$              | 2,672     |
| Berat jenis (SSD) $\frac{(B + 500 - BT)}{(BK)}$                | 2,688     |
| Berat jenis semu (Apparent) $\frac{(500 - BK)}{(B + BK - BT)}$ | 2,716     |
| Penyerapan (absorbtion) $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$ | 0,604 %   |

Mengetahui Kepala Laboratorium



(IR. SUBARKAH, MS)

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TENIK SIPIL DAN PERENCANAAN UH**  
**Jl. Kaliurang Km.14,4 ☎95330 Yogyakarta 55584**

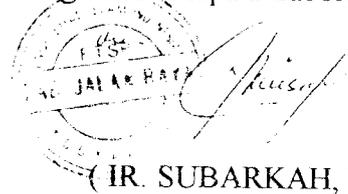
---

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

| Sket Hasil Pemeriksaan | No | Cawan I | Cawan II |
|------------------------|----|---------|----------|
|                        | 1  | 62      | 60       |
|                        | 2  | 84      | 76       |
|                        | 3  | 78      | 59       |
|                        | 4  | 71      | 57       |
|                        | 5  | 74      | 59       |
| Rata-rata              |    | 73,8    | 62,2     |

$$\text{Rata-rata Penetrasi} = \frac{I + II}{2} = \frac{73,8 + 62,2}{2} = 68$$

Mengetahui, Kepala Laboratorium

  
( IR. SUBARKAH, MS )

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UIH**  
**Jl. Kaliurang Km.14,4 95330 Yogyakarta 55584**

---

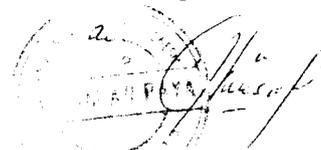
**PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

| Cawan     | Titik nyala | Titik bakar |
|-----------|-------------|-------------|
| I         | 338         | 358         |
| II        | 342         | 362         |
| Rata-rata | 340         | 360         |

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBЕК ASPAL**

| Suhu yang diamati (°C) | Waktu I (detik) | Waktu II (detik) |
|------------------------|-----------------|------------------|
| 5                      | 0               | 0                |
| 10                     | 68              | 68               |
| 15                     | 126             | 126              |
| 20                     | 210             | 210              |
| 25                     | 269             | 269              |
| 30                     | 315             | 315              |
| 35                     | 356             | 356              |
| 40                     | 389             | 389              |
| 45                     | 419             | 419              |
| 50                     | 458             | 458              |
| 55                     | 582             | 582              |
| Suhu titik lembek      | 52,5 °C         | 53,5 °C          |
| Suhu rata-rata         |                 | 53 °C            |

Mengetahui Kepala Laboratorium



(IR. SUBARCAH, MS)

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TENIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km.14,4 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN KELARUTAN ASPAL DALAM CCL4**

|  |           |
|--|-----------|
| 1. Berat botol erlemeyer kosong                  | 75 gram   |
| 2. Berat erlemeyer + aspal                       | 77 gram   |
| 3. Berat aspal (2 -1)                            | 2 gram    |
| 4. Berat kertas saring bersih                    | 0,60 gram |
| 5. Berat kertas saring + endapan                 | 0,62 gram |
| 6. Berat endapan saja                            | 0,02 gram |
| 7. Persentase endapan $\frac{6}{3} \times 100\%$ | 1 %       |
| 8. Bitumen yang larut (100% - 7)                 | 99 %      |

**PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT**

|  |         |
|--|---------|
| Clay reading   | 5,4     |
| Sand reading   | 3,7     |
| SE = $\frac{\text{Sand reading}}{\text{Clay reading}}$ | 68,52 % |

*Sumber* : Laporan Praktikum Jalan Raya IV

Mengetahui Kepala Laboratorium



(IR. SUBARKAH, MS)

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TENIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km.14,4 ☎95530 Yogyakarta 55584

**TABEL RENCANA GRADASI AGREGAT**

Berat total benda uji = 1200 gram

Kadar aspal = 5%

| Ukuran saringan (mm) | Prosentase lolos | Prosentase tertahan | Berat tertahan (gram) | Jumlah berat tertahan |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19,1                 | 100              | 0                   | 0                     | 0                     |
| 12,7                 | 90               | 10                  | 114                   | 114                   |
| 9,52                 | 80               | 20                  | 114                   | 228                   |
| 4,76                 | 60               | 40                  | 228                   | 456                   |
| 2,38                 | 42,5             | 57,5                | 199,5                 | 655,5                 |
| 0,59                 | 23,5             | 76,5                | 216,6                 | 872,1                 |
| 0,279                | 18               | 82                  | 62,7                  | 934,8                 |
| 0,149                | 12               | 88                  | 68,4                  | 1003,2                |
| 0,074                | 7                | 93                  | 57                    | 1060,2                |
| Pan                  | 0                | 100                 | 79,8                  | 1140                  |

Berat total benda uji = 1200 gram

Kadar aspal = 5,5%

| Ukuran saringan (mm) | Prosentase lolos | Prosentase tertahan | Berat tertahan (gram) | Jumlah berat tertahan |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19,1                 | 100              | 0                   | 0                     | 0                     |
| 12,7                 | 90               | 10                  | 113,4                 | 113,4                 |
| 9,52                 | 80               | 20                  | 113,4                 | 226,8                 |
| 4,76                 | 60               | 40                  | 226,8                 | 453,6                 |
| 2,38                 | 42,5             | 57,5                | 198,45                | 652,05                |
| 0,59                 | 23,5             | 76,5                | 215,46                | 867,51                |
| 0,279                | 18               | 82                  | 62,37                 | 929,88                |
| 0,149                | 12               | 88                  | 68,04                 | 997,92                |
| 0,074                | 7                | 93                  | 56,7                  | 1054,62               |
| Pan                  | 0                | 100                 | 79,38                 | 1134                  |

*(Signature)*  
 (Syarifuddin)

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TENIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km.14,4 ☎95330 Yogyakarta 55584

Berat total benda uji = 1200 gram

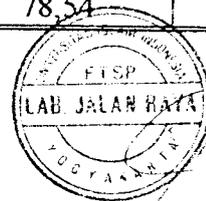
Kadar aspal = 6%

| Ukuran saringan (mm) | Prosentase lolos | Prosentase tertahan | Berat tertahan (gram) | Jumlah berat tertahan |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19,1                 | 100              | 0                   | 0                     | 0                     |
| 12,7                 | 90               | 10                  | 112,8                 | 112,8                 |
| 9,52                 | 80               | 20                  | 112,8                 | 225,6                 |
| 4,76                 | 60               | 40                  | 225,6                 | 451,2                 |
| 2,38                 | 42,5             | 57,5                | 197,4                 | 648,6                 |
| 0,59                 | 23,5             | 76,5                | 214,32                | 862,92                |
| 0,279                | 18               | 82                  | 62,04                 | 924,96                |
| 0,149                | 12               | 88                  | 67,68                 | 992,64                |
| 0,074                | 7                | 93                  | 56,4                  | 1049,04               |
| Pan                  | 0                | 100                 | 78,96                 | 1128                  |

Berat total benda uji = 1200 gram

Kadar aspal = 6,5%

| Ukuran saringan (mm) | Prosentase lolos | Prosentase tertahan | Berat tertahan (gram) | Jumlah berat tertahan |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19,1                 | 100              | 0                   | 0                     | 0                     |
| 12,7                 | 90               | 10                  | 112,2                 | 112,2                 |
| 9,52                 | 80               | 20                  | 112,2                 | 224,4                 |
| 4,76                 | 60               | 40                  | 224,4                 | 448,8                 |
| 2,38                 | 42,5             | 57,5                | 196,35                | 645,15                |
| 0,59                 | 23,5             | 76,5                | 213,18                | 858,33                |
| 0,279                | 18               | 82                  | 61,71                 | 920,04                |
| 0,149                | 12               | 88                  | 67,32                 | 987,36                |
| 0,074                | 7                | 93                  | 56,1                  | 1043,46               |
| Pan                  | 0                | 100                 | 78,54                 | 1122                  |



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TENIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
**Jl. Kaliurang Km.14,4 95330 Yogyakarta 55584**

Berat total benda uji = 1200 gram

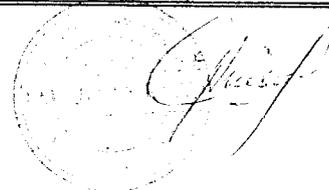
Kadar aspal = 7%

| Ukuran saringan (mm) | Prosentase lolos | Prosentase tertahan | Berat tertahan (gram) | Jumlah berat tertahan |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19,1                 | 100              | 0                   | 0                     | 0                     |
| 12,7                 | 90               | 10                  | 111,6                 | 111,6                 |
| 9,52                 | 80               | 20                  | 111,6                 | 223,2                 |
| 4,76                 | 60               | 40                  | 223,2                 | 446,4                 |
| 2,38                 | 42,5             | 57,5                | 195,3                 | 641,7                 |
| 0,59                 | 23,5             | 76,5                | 212,04                | 853,74                |
| 0,27 <sup>o</sup>    | 18               | 82                  | 61,38                 | 915,12                |
| 0,149                | 12               | 88                  | 66,96                 | 982,08                |
| 0,074                | 7                | 93                  | 55,8                  | 1037,88               |
| Pan                  | 0                | 100                 | 78,12                 | 1116                  |

Berat total benda uji = 1200 gram

Kadar aspal = 7,5%

| Ukuran saringan (mm) | Prosentase lolos | Prosentase tertahan | Berat tertahan (gram) | Jumlah berat tertahan |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19,1                 | 100              | 0                   | 0                     | 0                     |
| 12,7                 | 90               | 10                  | 111                   | 111                   |
| 9,52                 | 80               | 20                  | 111                   | 222                   |
| 4,76                 | 60               | 40                  | 222                   | 444                   |
| 2,38                 | 42,5             | 57,5                | 194,25                | 638,25                |
| 0,59                 | 23,5             | 76,5                | 210,9                 | 849,15                |
| 0,279                | 18               | 82                  | 61,05                 | 910,2                 |
| 0,149                | 12               | 88                  | 66,6                  | 976,8                 |
| 0,074                | 7                | 93                  | 55,5                  | 1032,3                |
| Pan                  | 0                | 100                 | 77,7                  | 1110                  |



PERHITUNGAN TEST MARSHALL PENGGUNAAN PASIR KALI PROGO

| No. | t      | a     | b   | c    | d    | e     | f     | g      | h     | i      | j      | k     | l      | m      | n     | o   | p       | q       | r      | s      |
|-----|--------|-------|-----|------|------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|---------|---------|--------|--------|
| P11 | 64,067 | 5,263 | 5   | 1187 | 1194 | 682   | 512   | 2,318  | 2,445 | 11,252 | 83,571 | 5,177 | 16,429 | 68,489 | 5,194 | 502 | 1784    | 1705,34 | 4,318  | 394,94 |
| P12 | 64,993 | 5,263 | 5   | 1182 | 1192 | 677   | 515   | 2,295  | 2,445 | 11,141 | 82,742 | 6,117 | 17,258 | 64,556 | 6,135 | 575 | 2040    | 1906,49 | 2,540  | 750,59 |
| P21 | 64,367 | 5,820 | 5,5 | 1176 | 1184 | 680   | 504   | 2,333  | 2,427 | 12,457 | 83,669 | 3,874 | 16,331 | 66,523 | 5,665 |     |         | 1805,2  | 3,429  | 526,66 |
| P22 | 64,683 | 5,820 | 5,5 | 1182 | 1192 | 677   | 515   | 2,318  | 2,427 | 12,377 | 83,131 | 4,492 | 16,869 | 73,371 | 4,491 | 540 | 1917    | 2004,48 | 2,794  | 717,42 |
| P31 | 63,567 | 6,383 | 6   | 1180 | 1184 | 680   | 504   | 2,341  | 2,410 | 13,636 | 83,512 | 2,852 | 16,488 | 82,703 | 2,863 | 592 | 2100    | 2088,74 | 2,794  | 652,02 |
| P32 | 62,850 | 6,383 | 6   | 1182 | 1185 | 684   | 501   | 2,359  | 2,410 | 13,742 | 84,154 | 2,104 | 15,846 | 86,722 | 2,116 | 653 | 2314    | 2351,60 | 2,794  | 747,58 |
| P41 | 63,500 | 6,952 | 6,5 | 1182 | 1185 | 682   | 503   | 2,349  | 2,393 | 14,823 | 83,352 | 1,825 | 16,648 | 84,713 | 2,490 | 464 | 1651    | 2220,17 | 2,794  | 794,62 |
| P42 | 62,717 | 6,952 | 6,5 | 1180 | 1183 | 686   | 497   | 2,374  | 2,393 | 14,981 | 84,239 | 0,780 | 15,761 | 89,038 | 1,839 | 533 | 1893    | 1930,06 | 3,048  | 590,91 |
| P51 | 61,783 | 7,527 | 7   | 1174 | 1176 | 681   | 495   | 2,372  | 2,376 | 16,120 | 83,718 | 0,162 | 16,282 | 92,045 | 1,317 | 409 | 1458    | 1790,53 | 2,921  | 633,22 |
| P52 | 61,350 | 7,527 | 7   | 1178 | 1180 | 683   | 497   | 2,370  | 2,376 | 16,107 | 83,647 | 0,246 | 16,353 | 99,005 | 0,168 | 409 | 1458    | 1521,65 | 3,556  | 612,98 |
| P61 | 62,633 | 8,108 | 7,5 | 1179 | 1180 | 680   | 500   | 2,3710 | 2,359 | 17,170 | 82,776 | 0,054 | 17,224 | 98,496 | 0,253 | 509 | 1809    | 1912,45 | 4,318  | 442,90 |
| P62 | 61,617 | 8,108 | 7,5 | 1173 | 1174 | 676,5 | 497,5 | 2,357  | 2,359 | 17,163 | 82,741 | 0,096 | 17,259 | 98,751 | 0,211 | 369 | 1318    | 1717,05 | 3,937  | 436,13 |
|     |        |       |     |      |      |       |       | 2,3575 |       |        |        |       |        | 99,686 | 0,042 | 490 | 1742    | 1346,57 | 4,064  | 331,34 |
|     |        |       |     |      |      |       |       |        |       |        |        |       |        | 99,443 | 0,085 | 490 | 1827,99 | 4,064   | 449,58 |        |
|     |        |       |     |      |      |       |       |        |       |        |        |       |        | 99,565 | 0,064 |     | 1586,83 | 4,064   | 390,39 |        |

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat didalam air (gr)

f = Vol. (isi) = d - e

g = berat isi sample =  $\frac{c}{f}$

h = B.J. maksimum (teoritis)

% aggr + % aspal

100 : (-----)

B.J. aggr B.J. aspal

b x g

i = -----

B.J. aspal

(100 - b) g

j = -----

B.J. agregat

k = (100 - i - j) jumlah kandungan rongga

l = (100 - j) rongga terhadap agregat

i

m = (100 x -----) rongga terisi aspal (VFWA)

i g

n = 100 - (100 x -----) rongga terhadap campuran (VITM)

h

o = pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving

q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)

s = q/r (Quotient Marshall)

\* suhu pencampuran : ± 160° C

\* suhu pematatan : ± 140° C

\* suhu waterbath : ± 60° C

\* B.J. agregat : 2,6350 gr/cm<sup>3</sup>

\* B.J. aspal : 1,0300 gr/cm<sup>3</sup>

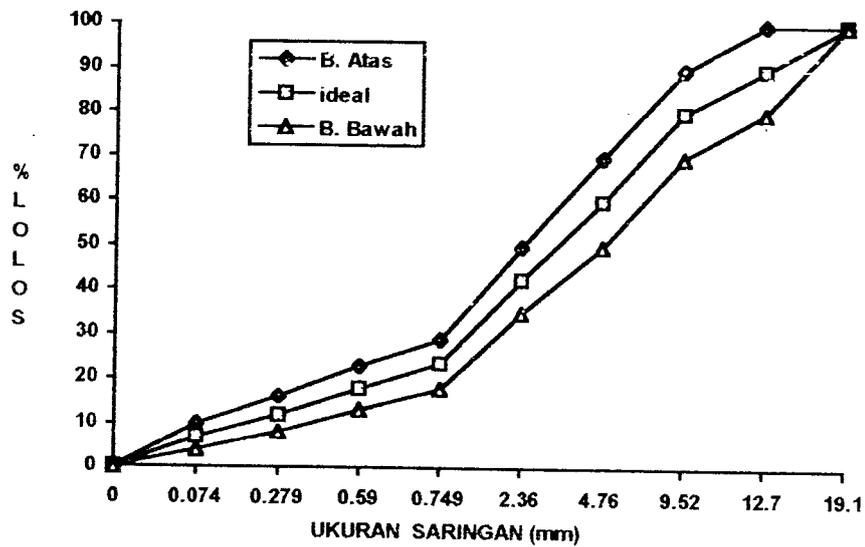
Mengetahui Kepala Laboratorium

(Ir. Subarkah, MS)

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

---

**GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR AGREGAT  
GRADASI IDEAL (LASTON)**



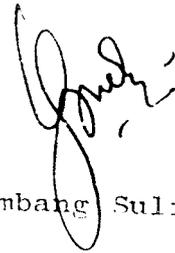
**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

| No. | Nama             | No. Mhs.   | N.I.R.M. | Bidang Studi |
|-----|------------------|------------|----------|--------------|
| 1.  | Agus Dwi Nugroho | 88 310 165 |          | Transportasi |
| 2.  | Adri Jond Hendri | 88 310 109 |          | Transportasi |

Dosen Pembimbing I : Ir. H. Wardhani S., MSc  
 Dosen Pembimbing II : Ir. H. Bachnas., MSc  
 1 2

Yogyakarta, 04 April 1996

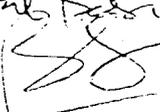
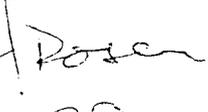
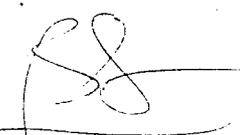
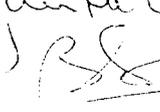
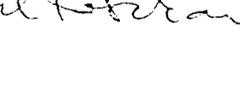
A/n Dekan.

(Ir. Bambang Sulistiono, MSCE.)

Subtle Selesai

**CATATAN - KONSULTASI**

| No.  | Tanggal | Konsultasi ke:                                      | KETERANGAN  | Paraf   |
|------|---------|---|---|---|
| 1-96 | 3-5-96  |   | Diperbaiki  |  |
|      | 6/5-96  | Acc untuk konsultasi dengan Dosen Pemb I.           |   |  |
|      | 12/6-96 | Bab I & II diperbaiki                               |  |  |
|      | 17/6-96 | Bab III dibetulkan                                  |  |  |
|      | 24/6-96 | Bab VII diperbaiki                                  |  |  |
|      | 11/7-96 | Bab I dan VI Acc                                    |  |  |
|      | 15/7-96 | Secara total Acc untuk konsultasi dengan Pak pemb I |   |  |