HADIAH
TGL. TER. 25 MAY 19
NO. URUT 106/TA/19
TGL. REG. 96

TUGAS AKHIR

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH KADAR SEMEN MERAH (BATU BATA) SEBAGAI FILLER TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA

Disusun Oleh :

1. Nama : *Ida Suryanti*
   No. Mhs. : 85310201
   Nirm : 855014330201

2. Nama : *Elfiar Arifin*
   No. Mhs. : 85310192
   Nirm : 855014330192

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

1996

TUGAS AKHIR

PENELITIAN LABORATORIUM PENGARUH KADAR SEMEN MERAH (BATU BATA) SEBAGAI FILLER TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh derajat Sarjana
Teknik Sipil

Nama	: Ida Suryanti
No. Mhs.	: 85 310 210
NIRM	: 855014330201
Nama	: Elfiar Arifin
No Mhs.	: 85 310 192
NIRM	: 855014330192

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

1996

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S. Alam Nasyrah : 6-8)

Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya (dikerjakannya). Dan bahwasannya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (Kepadanya). Kemudian akan diberi balasan kepadanya dengan balasan yang paling sempurna.

(Q.S. An-Najm : 39-41)

Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.

(Q.S. Al Qashash : 77)

Kupersembahkan kepada

- Ibunda dan Ayahanda tersayang
- Kakak tercinta
- Untuk kekasih tercinta

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Kadar Semen Merah (Batu Bata) Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa untuk memperoleh derajat kesarjanaan di bidang ilmu Teknik Sipil program strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penyusun sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua, kakak dan adik-adik tercinta yang telah terus menerus memberi dorongan moril sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Prof. H. Zaini Dahlan, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Susastrawan, Ms, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Bapak Ir. H. Wardhani Sartono, Msc, selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.

5. Bapak Ir. H. Balya Umar, Msc, selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.
6. Bapak Kepala Base Camp P.T. Perwita Karya, yang telah memberikan bantuan berupa material.
7. Bapak Karyawan Laboraturium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
8. Rekan-rekan serta pihak lain yang telah banyak membantu yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu, semoga amal kebajikan bapak dan rekan-rekan semua mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, semua ini karena keterbatasan ilmu dan kemampuan dari penyusun. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penyusun harapkan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun sendiri khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Mei 1995

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

INTISARI ix

BAB I. PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Keaslian Penelitian 3

C. Tujuan Penelitian 3

D. Faedah Penelitian 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 5

A. Aspal 5

B. Agregat 6

C. Filler 7

1. Filler Batu Bata 8

2. Filler Batu Pecah 8

D. Beton Aspal 9

1. Stability 10

2. Durability 11

3. Flexibility 11

4. Skid Resistance 12

5. Workability 12

BAB III. LANDASAN TEORI 13

A. Perkerasan Jalan 13

1. Perkerasan Lentur 13

2. Perkerasan Kaku 14

B. Bahan Perkerasan Lentur 14

1. Agregat 15

2. Aspal 20

3. Batu Bata 23

C. Kadar Aspal Dalam Campuran 25

BAB IV. HIPOTESIS 26

BAB V. CARA PENELITIAN 27

A. Bahan 27

1. Asal Bahan 27

2. Spesifikasi Bahan 27

B. Alat Yang Digunakan 27

C. Jalannya Penelitian 29

1. Persiapan 29

2. Cara Melakukan Test Benda Uji 30

D. Anggapan Dasar 32

1. Stabilitas 32

2. Flow 33

3. VITM 33

E. Tahap Analisis 33

1. Nilai VFWA 34

2. Nilai VITM 36

3. Nilai Stabilitas 35
4. Nilai Kelelahan 37
5. Nilai Marshall Quotient 37

BAB VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... 39
A. Hasil Penelitian..... 39
1. Hasil Penelitian Agregat 39
2. Hasil Penelitian Aspal..... 40
3. Hasil Penelitian Beton Aspal..... 41
B. Pembahasan 45
1. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VITM 45
2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VFWA..... 47
3. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Stabilitas 49
4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Flow 51
5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Marshall Quotient (MQ) 53
6. Penentuan Kadar Aspal Optimum.... 54

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN 56
A. Kesimpulan..... 56
B. Saran..... 57

BAB VIII. KATA PENUTUP 58
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

hal

2.1. Spesifikasi Bahan Pengisi (filler) Beton Aspal... 8

3.1. Spesifikasi Gradasi Agregat Untuk Beton Aspal.... 18

5.1. Angka Koreksi Stabilitas 38

6.1. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah 39

6.2. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Pecah 39

6.3. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Bata 40

6.4. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat CS dan BB 40

6.5. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70 41

6.6. Hasil Test Marshall dengan Variasi Bentuk Batuan Untuk Aspal AC 60-70 41

6.7. Persyaratan Marshall Test Untuk LASTON..... 44

6.8. Kadar Aspal Optimum Masing-masing Campuran 55

DAFTAR GAMBAR

hal

6.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VITM 47

6.2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VFWA 49

6.3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stabilitas 50

6.4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Flow 52

6.5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan QM 53

6.6. Penentuan Kadar Aspal Optimum CS 54

6.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum BB 55

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pemeriksaan Keausan Agregat Batu Pecah 60
2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Pecah .. 61
3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Batu Pecah .. 62
4. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Batu Bata ... 63
5. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal..... 64
6. Pemeriksaan Sand Equivalent Data 65
7. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus 66
8. Pemeriksaan Daktilitas 67
9. Pemeriksaan Penetrasi Aspal 68
10. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal 69
11. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal 70
12. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar 71
13. Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4 72
14. Data Tes Marshall Aspal AC 60-70, Batu Pecah 73
15. Data Tes Marshall Aspal AC 60-70, Batu Bata 74
16. Grafik Gradasi Agregat 75

INTISARI

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi lentur. Karakteristik beton aspal banyak dipengaruhi oleh bahan campuran dan cara penanganannya pada saat pencampuran *(mixing)*. Dalam tiap konstruksi lapis keras, selalu diinginkan pemakaian aspal sebanyak mungkin untuk mencapai durabilitas yang maksimum, tetapi tidak demikian dengan stabilitasnya, maka harus ditentukan kadar aspal yang optimum. Jumlah aspal yang diperlukan untuk konstruksi beton aspal antara lain dipengaruhi bentuk batuan dan jenis aspal.

Beton aspal merupakan campuran agregat dan aspal. Agregat yang umum digunakan di Indonesia adalah agregat batu pecah dan bahan pengisinya. Dalam penelitian ini digunakan agregat fraksi I dan II dari batu pecah dan fraksi III *(filler)* dari batu bata. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara pemeriksaan dengan alat Marshall (ASTM D-1559-62T) dan hasilnya dibandingkan dengan persyaratan Bina Marga.

Dari hasil penelitian untuk lalulintas sedang dengan jumlah tumbukan 2 x 50 diperoleh bahwa jumlah aspal yang diperlukan oleh batu pecah terhadap % berat agregat adalah 5,615 % dan terhadap % total campuran adalah 5,21 %. Jumlah aspal yang diperlukan oleh Batu Bata sebagai fraksi III tidak ada yang memenuhi spesifikasi Bina Marga.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada dasawarsa sekarang ini, pembangunan jalan sebagai prasarana transportasi banyak mengalami kemajuan, baik dalam perencanaan, pelaksanaan, jenis konstruksi maupun jenis bahan material yang digunakan.

Salah satu jenis konstruksi jalan yang banyak digunakan adalah konstruksi beton aspal, yaitu perkerasan yang lentur, dimana karakteristiknya banyak dipengaruhi oleh bahan campuran dan cara penanganannya, seperti saat pencampuran *(mixing)* bahan, penghamparan dan pemadatan dilapangan.

Bahan campuran beton aspal merupakan campuran merata antara agregat dan aspal. Agregat yang umum digunakan di Indonesia adalah agregat alam dan agregat pecah *(crushed stone)*. Agregat alam umumnya berbentuk bulat *(rounded)*, sedang agregat pecah bersudut-sudut *(angular)*. Agregat merupakan komponen utama lapisan perkerasan jalan yang mengandung 90 % - 95 % berdasarkan presentasi berat campuran, sehingga dapat memberikan daya dukung, keawetan dan mutu yang besar bagi beton aspal. Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Agregat yang lebih kecil mengisi ruang antara agregat

yang lebih besar dan membentuk susunan gradasi yang rapat dengan rongga pori antara agregat yang sangat kecil. Aspal menyelimuti permukaan butir-butir agregat sebagai lapisan tipis dan sebagian lagi mengisi rongga pori antar agregat. Sebagai bahan perekat, kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan *(fleksibelity)* dan *durabilitas* yang baik, tetapi tidak demikian dengan stabilitas dan kekesatannya *(skid resistance)*. Dengan demikian harus ditentukan campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga menghasilkan lapisan beton aspal dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan.

Faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas dari beton aspal adalah gaya gesek dalam dari agregat. Gaya gesek dalam merupakan gabungan dari bentuk partikel, tekstur permukaan partikel, ukuran partikel dan gradasi. Permukaan yang kasar serta bentuk agregat yang bersudut mempunyai ketahanan gesek lebih besar daripada permukaan agregat yang halus.

Nilai stabilitas juga dipengaruhi oleh kekuatan kohesi dari aspal sebagai bahan pengikat. Kekuatan kohesi akan bertambah sesuai dengan bertambahnya jumlah aspal, sehingga permukaan agregat terselimuti dengan rata oleh lapisan aspal, dan kekuatan kohesi juga bertambah pada permukaan partikel yang kasar. Setelah jumlah aspal mencapai nilai optimum,

penambahan jumlah aspal akan berakibat menurunnya kekuatan kohesi yang akhirnya akan menurunkan nilai stabilitas. Berdasarkan pernyataan diatas, agregat yang paling sesuai digunakan untuk bahan perkerasan jalan adalah agregat pecah. Akan tetapi pada daerah yang banyak terdapat agregat alam, pemilihan jenis agregat akan menjadi pertimbangan terutama dari segi ekonomi.

Dalam setiap konstruksi lapis keras lentur selalu diinginkan dapat memakai aspal sebanyak mungkin, agar mencapai nilai durabilitas (keawetan/daya tahan) yang maksimum. Bertitik tolak dari masalah ini, maka akan dilakukan penelitian tentang pengaruh bentukan agregat dan jenis aspal AC 60-70 terhadap campuran beton aspal. Dari sudut ini akan diamati toleransi yang dapat diambil dalam penggunaan kadar aspal terhadap campuran beton aspal dengan agregat semen merah (batu bata) sebagai *filler*.

B. Keaslian Penelitian

Sebelum menentukan judul, dari penelitian-penelitian terdahulu, judul yang kami ajukan ini belum pernah diteliti dalam penelitian sebelumnya, maka dari itu kami mengajukan judul **"Pengaruh Kadar Semen Merah (Batu Bata) Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal".**

C. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk :

1. Menentukan besar kadar aspal optimum yang digunakan pada lapis keras beton aspal dengan menggunakan semen merah (batu bata) sebagai *filler* dan jenis aspal AC 60 - 70.
2. Membandingkan hasil yang didapat antara penggunaan semen merah (batu bata) dan batu pecah sebagai *filler* dengan keduanya menggunakan bahan ikat aspal AC 60 - 70.

Dengan mengetahui besar nilai-nilai diatas untuk setiap benda uji, maka dapat diketahui pengaruh jenis agregat filler terhadap perilaku campuran beton aspal, yaitu agregat filler yang berasal dari batu bata ataupun batu pecah.

D. Faedah Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran penggunaan batu bata sebagai *filler*, merupakan alternatif lain dalam penggunaan agregat pada lapis perkerasan beton aspal. Manfaat lain yang diharapkan dari penelitian ini, bila disuatu daerah material batu bata tersedia cukup banyak, maka dengan memanfaatkannya diharapkan menghemat biaya yang cukup besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aspal

Aspal yang juga disebut bitumen di definisikan sebagai bahan padat atau semi padat yang berwarna coklat tua hingga hitam yang tersusun dari *asphaltenes* dan *maltenes*. *Asphaltenes* tidak larut dalam heptane, sedangkan *maltenes* larut dalam heptane yang merupakan cairan kental yang terdiri dari resins dan oil. Resins adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan, sedangkan oil yang berwarna lebih muda merupakan media dari *Asphaltenes* dan resins. Proporsi dari *Asphaltenes*, resins dan oil berbeda-beda tergantung dari banyak faktor, seperti kemungkinan beroksidasi, proses pembuatan dan ketebalan aspal dalam campuran. (Silvia Sukirman, 1992). Hal 57

Aspal merupakan bahan hidrokarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Aspal yang umum digunakan saat ini adalah aspal minyak yang merupakan residu dari proses destilasi minyak bumi. Aspal minyak ini dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Aspal keras/aspal semen (AC)

Aspal semen adalah jenis aspal minyak yang pada temperatur ruang (25°C - 30°C) berwujud padat. Karena

wujudnya yang padat tersebut maka untuk proses pencampuran dengan agregat, aspal semen harus dipanaskan terlebih dahulu sampai mencair. Aspal semen biasanya dikelompokkan berdasarkan tingkat kekerasannya yang ditunjukan oleh nilai penetrasi pada temperatur 25°C. Semakin rendah angka penetrasi menunjukkan semakin keras aspal tersebut dan sebaliknya.

2. Aspal cair/dingin (*cut back asphalt*)

Aspal cair adalah aspal keras yang dicampur dengan bahan pelarut sehingga pada temperatur ruang berbentuk cair. Aspal ini biasanya digunakan dalam keadaan dingin.

3. Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah jenis aspal yang diperoleh dengan mencampur aspal keras dengan air dan bahan pengemulsi.

B. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lain, baik berupa agregat hasil pengolahan maupun agregat alam. Pemilihan jenis agregat yang memenuhi persyaratan pada konstruksi perkerasan antara lain dipengaruhi oleh; tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan.

Agregat bentuk pecah memiliki gaya gesek dalam *(internal friction)* yang tinggi dan saling mengunci

(interlock) sehingga menambah kestabilan konstruksi lapis keras. Guna menghasilkan stabilitas yang tinggi disyaratkan bahwa minimum 40 % dari agregat tertahan saringan no.4 mempunyai paling sedikit satu bidang pecah *(Kerbs and Walker, 1971)*. Agregat bentuk pecah, yang butirannya sejauh mungkin harus mendekati bentuk kubus merupakan agregat hasil dari mesin pemecah batu *(crusher stone)* yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas, berbentuk bidang rata sehingga *interlocking* / saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap *deformasi* yang timbul. Agregat berbentuk pecah paling memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

Agregat berbentuk bulat kurang dapat saling mengunci dan mengisi, sedangkan agregat yang berbentuk pipih atau gepeng akan mudah patah dalam pemadatan dan butir yang lebih halus akan sukar untuk didorong masuk kebawah butir besar yang terletak pada sisi panjang butir tersebut.

C. *Filler*

Bahan pengisi *(filler)* adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan no. 30, dimana prosentase berat butir yang lolos saringan no. 200 minimum 70 %, tertahan PAN. (Laston no.13/PT/B/1983) (lihat tabel 2.1.). *Filler* akan mengisi rongga

diantara partikel agregat kasar untuk mengurangi besar rongga dan meningkatkan kerapatan serta stabilitas dari massa tersebut.

Mineral *filler* merupakan salah satu faktor penentu terhadap stabilitas, keawetan dan mudah dikerjakan dalam campuran perkerasan beton aspal.

Tabel 2.1. Spesifikasi Bahan Pengisi (filler) Beton Aspal

No. Saringan (mm)	% Lolos Saringan
0,590	100
0,279	95 - 100
0,149	90 - 100
0,074	70 - 100

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

1. *Filler* Batu Bata f.1 68 JTS FT UGM 1992. Kardiyono

Batu Bata adalah bahan konstruksi yang dibuat dari tanah liat dengan campuran bahan lain (misal pasir). Mula-mula tanah dibuat bersifat plastis dan dicetak dalam cetakan kayu atau logam, tanah hasil cetakan ini dikeringkan dan kemudian dibakar dalam suhu yang tinggi. Akibat pembakaran ini batu bata menjadi berubah bentuk.

Batu bata yang baik sebagian besar terdiri dari pasir dan tanah liat yang dicampur dalam perbandingan tertentu sehingga apabila tercampur dengan sedikit air akan bersifat plastis.

Batu bata yang digunakan sebagai filler adalah batu bata yang telah dihaluskan dengan cara ditumbuk

dengan alat penumbuk. Batu bata yang telah dihaluskan kemudian disaring, dimana gradasi agregat untuk beton aspalnya adalah yang lolos saringan # 30.

2. *Filler* Batu Pecah

Bahan pengisi batu pecah yaitu abu batu pecah yang merupakan hasil samping dari produksi pemecah batu *(stone crusher)*.

D. Beton Aspal

Menurut Bina Marga pada **Petunjuk Pelaksanaan Laston no. 13/pt/B/1983**, beton aspal adalah campuran antara agregat bergradasi menerus *(well graded)* dengan aspal keras yang sudah dicairkan, dihampar dan dipadatkan secara panas dalam suhu tertentu. Jenis agregat yang dipakai terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan butiran pengisi *(filler)*, sedang aspal yang digunakan biasanya dari jenis AC 60-70 atau AC 80-100.

Pembuatan lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara *(binder)* pada perkerasan jalan yang mampu memberikan daya dukung yang baik serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya.

Kriteria campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah :

1. Stabilitas *(stability)* Kerb & walker Hal 224.

Stabilitas adalah ketahanan suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk melawan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalulintas. Beberapa faktor yang mempengaruhi stabilitas adalah *friction, cohesion dan inertia*. Suatu lapis keras mempunyai stabilitas yang tinggi apabila ketiga faktor tersebut tinggi.

Friction dari kelompok batuan *(aggregate mass)* tergantung pada *interparticle friction* serta daya lekat *mass viscosity* dari aspalnya. *Interparticle friction* dari batuan merupakan gabungan dari faktor-faktor yang terdapat dalam batuan itu, yaitu *particle surface texture, particle shape, void ratio, particle gradation* dan mineralogінya.

Kohesi dipengaruhi 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 dalam jangka waktu pembebanan yang cepat, akan bersifat elastis, tetapi jika jangka waktu pembebanan lambat, akan bersifat *viscous*. Sedang adhesi antar aspal dan batuan dipengaruhi oleh faktor: *surface texture, surface coating, surface area*, porositas, reaktifitas kimia. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah mencapai nilai optimum, maka pertambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan

stabilitas (*Krebs and Walker, 1971*). Hal 224

Inersia merupakan daya tahan terhadap pemindahan tempat yang dipengaruhi oleh besarnya beban, jangka waktu pembebanan dan jenis campuran perkerasannya. Besarnya stabilitas dari suatu jenis perkerasan ditentukan dengan pengujian *Marshall*.

2. Durabilitas *(Durability)*

Durabilitas dari lapis keras adalah ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas. Durabilitas yang tinggi dipengaruhi oleh jumlah aspal, gradasi yang rapat, pemadatan yang baik, campuran aspal dan batuan rapat air dan kekerasan dari batuan penyusunnya.

3. Fleksibelitas *(Flexibility)* Hal 64 AI 1983

Fleksibelitas dari campuran perkerasan menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan lendutan atau tekukan, misalnya dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan kecil dari lapisan dibawahnya terutama tanah dasar *(subgrade)* tanpa mengalami keretakan. Untuk mempertinggi kelenturan, pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai, tetapi dengan pemakaian agregat bergradasi terbuka didapatkan stabilitas kurang baik dari pada gradasi rapat, sehingga dalam hal ini perlu diadakan penyesuaian. Sifat aspal, terutama daktilitasnya sangat menentukan kelenturan perkerasan. Aspal yang mempunyai nilai daktilitas rendah, akan menghasilkan perkerasan yang fleksibelitas rendah pula.

4. Kekesatan *(Skid Resistance)*

Kekesatan dalam perkerasan adalah kemampuan dari permukaan perkerasan untuk memperkecil kemungkinan roda kendaraan selip atau tergelincir terutama pada waktu permukaan basah. Permukaan perkerasan yang kasar mempunyai kekesatan yang lebih baik daripada permukaan yang halus. Tetapi permukaan yang terlalu kasar menimbulkan gangguan kenyamanan akibat bunyi yang timbul pada gesekan antara ban dengan permukaan jalan, sehingga ban cepat aus. Kekesatan yang baik diperoleh dengan *surface texture* yang kasar. Permukaan mengalami *bleeding*, kekesatannya menjadi rendah. Oleh karena itu kadar aspal yang cukup serta masih tersedianya rongga udara (3-5 %) untuk pemuaian aspal, akan membantu tercapainya nilai kekesatan yang optimum *(The Asphalt Institute, 1983)*. Hal 65

5. Kemudahan pekerjaan *(Workability)* Hal 63 AI 1983

Workability adalah mudahnya campuran perkerasan untuk dihamparkan dan dipadatkan sehingga memperoleh hasil yang sesuai kepadatan yang diharapkan. Kemudahan ini penting artinya, karena pada perkerasan penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Apabila pemilihan bahan dan pencampurannya sesuai dengan yang diinginkan, biasanya pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan dengan lancar.

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu struktur yang menerima beban lalulintas kemudian menyebarkan beban tersebut, baik ke arah horisontal maupun vertikal dan diteruskan ke tanah dasar, sehingga beban tersebut tidak melampaui daya dukung tanah dasar. Lapis perkerasan suatu jalan terdiri dari batuan dan bahan pengikat. Bahan batuan dapat terdiri dari berbagai fraksi yang direncanakan sedemikian rupa, sehingga memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Secara umum konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

1. Perkerasan lentur *(flexible pavement)*

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang mengalami lenturan/lendutan saat dilalui beban lalu-lintas dan akan kembali dalam keadaan semula setelah beban tersebut melewatinya. Perkerasan ini terdiri dari bahan batuan dari berbagai fraksi yang membentuk gradasi batuan sesuai dengan persyaratan dan diikat oleh bahan pengikat aspal. Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, yaitu lapis perkerasan bawah *(sub-base)*, terletak langsung diatas permukaan tanah dasar *(sub-grade)* yang telah dipersiapkan, kemudian diatasnya adalah lapis perkerasan atas *(base)*.

Lapisan yang berhubungan dengan roda kendaraan yang terletak paling atas adalah lapis permukaan *(surface)* yang berupa campuran aspal dan agregat dengan ketebalan yang relatif tipis.

2. Perkerasan tegar *(rigid pavement)*

Perkerasan tegar adalah perkerasan yang apabila menerima beban lalulintas, lapisan relatif tidak mengalami lendutan. Perkerasan tegar terdiri dari bahan batuan *(agregate)* yang diikat oleh bahan pengikat semen. Perkerasan ini terdiri dari satu lapis plat beton semen yang diletakkan langsung di tanah dasar yang telah dipersiapkan atau di atas lapis tipis beton semen dengan mutu beton yang lebih rendah dan berfungsi sebagai pondasi.

Perbedaan utama dari perkerasan lentur dan perkerasan tegar adalah cara melimpahkan beban lalulintas dari struktur tersebut ketanah dasar. Perkerasan tegar mampu menyebarkan beban pada tanah dasar dengan daerah penyebaran yang luas, sehingga beban lalulintas tidak langsung diterima tanah dasar. Kekakuan yang dimiliki oleh perkerasan tegar dapat ditingkatkan dengan memperbaiki mutu bahan penyusun-nya yang berarti menaikkan mutu beton semennya.

B. Bahan Perkerasan Lentur

Secara prinsip bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah agregat dan aspal. Keduanya dapat bercampur baik secara dingin maupun panas dengan batasan-batasan tertentu sesuai spesifikasinya.

1. Agregat

Berdasarkan proses pengolahannya agregat yang digunakan pada perkerasan lentur dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu : agregat alam *(natural agregate)*, agregat dengan proses pengolahan *(manufacture agregate)*, agregat buatan.

a. Agregat alam *(natural aggregate)*, yaitu agregat yang terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Bentuk partikel dari agregat alam ditentukan dari proses pembentukannya. Aliran air sungai membentuk partikel-partikel bulat dengan permukaan yang licin. Degradasi agregat dibukit-bukit membentuk partikel-partikel yang bersudut dengan permukaan yang kasar. Berdasarkan tempat asalnya agregat alam dapat dibedakan atas pitrun yaitu agregat yang diambil dari tempat terbuka di alam dan bankrun yaitu agregat yang berasal dari sungai atau endapan sungai.

b. Agregat dengan proses pengolahan *(manufacture aggregate)*, yaitu agregat yang melalui proses pemecahan terlebih dahulu supaya diperoleh bentuk partikel bersudut (diusahakan berbentuk kubus),

permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik, gradasi sesuai yang diinginkan.

c. Agregat buatan, yaitu agregat yang merupakan mineral filler atau pengisi, diperoleh dari hasil sampingan.

Pemilihan jenis agregat yang digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor, *(Krebs and Walker, 1971)*. Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan terhadap keausan, kelekatan terhadap aspal, bentuk, porositas, tekstur permukaan, kebersihan dan sifat kimia.

1. Ukuran dan gradasi

Menurut *The Asphalt Institute (ES-1, 1983)* pengelompokan agregat dibagi menjadi 4 fraksi yaitu :

a. Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm).

b. Agregat halus, batuan yang lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No.30 (0,60 mm).

c. Mineral pengisi *(filler)*, batuan yang lolos saringan No. 30.

d. Mineral debu *(dust)*, fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,075 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 prosentasi ukuran butiran batuan yang dipakai dalam suatu konstruksi. Gradasi batuan dapat dinyatakan dengan tabel atau grafik. Tabel gradasi sekurang-kurangnya harus memuat ukuran atau nomor saringan dan persen berat lolos saringan tersebut. Grafik gradasi mempunyai dua sumbu. Sumbu horisontal menyatakan ukuran saringan dalam skala logaritma, sumbu vertikal menyatakan persen berat lolos saringan tersebut. Pemakaian skala logaritma bertujuan agar diameter yang kecil masih dapat digambarkan. Gradasi dibedakan menjadi tiga macam *(Kerbs and Walker, 1971)*, yaitu :

a. *Well graded*, yaitu gradasi dengan ukuran butir terbesar sampai ukuran terkecil dengan tujuan menghasilkan suatu campuran perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang mempunyai stabilitas tinggi.

b. *Gap graded*, yaitu gradasi yang dalam distribusi ukuran butirannya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).

c. *Uniform* atau *one size*, yaitu gradasi yang ukuran butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Untuk beton aspal, gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus *(wel graded)*.

Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada **Petunjuk Pelaksanaan LASTON No.13/PT/B/1983**, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Dalam buku Petunjuk Pelaksanaan LASTON juga diterangkan bahan pengisi *(filler)* untuk beton aspal adalah agregat halus yang lolos saringan No. 200 minimal 70 %. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu.

Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi Agregat untuk Beton Aspal

No. Saringan (mm)	% Lolos Saringan
19,10	100
12,70	80 – 100
9,52	70 – 90
4,76	50 – 70
2,38	35 – 50
0,59	18 – 29
0,279	13 – 23
0,149	8 – 16
0,074	4 – 10

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

Dalam penelitian ini gradasi agregat untuk beton aspal dibagi menjadi :

Fraksi (F1) : lolos saringan 3/4",tertahan 1/2", 3/8", # 4.

Fraksi (F2) : lolos saringan # 4, tertahan # 8, # 30.

Fraksi (F3) : lolos saringan # 30, tertahan # 50, #100, # 200, PAN.

2. Kebersihan

Agregat yang mengandung partikel-partikel yang dapat mengurangi daya lekat terhadap batuan,

seperti lumpur, tumbuh-tumbuhan dan sebagainya harus ditiadakan. Kadar lempung agregat maksimum 0,25 %.

3. Kekuatan dan Kekerasan kerb hal 262

Agregat dalam campuran lapis keras memegang peranan utama dalam mendukung stabilitas, oleh karena itu agregat harus kuat dan keras sehingga tidak hancur atau pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia.

4. Bentuk dan Tekstur Permukaan kerb hal 264

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapis perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Kemampuan saling mengunci batuan yang tinggi akan menghasilkan kestabilan yang lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul.

Tekstur permukaan dari batuan dapat dibagi menjadi tiga bagian :

a. Batuan kasar *(rough)*, memberikan *internal friction, skid resistance* serta lekatan aspal yang baik pada campuran perkerasan. Biasanya batu pecah mempunyai *surface texture* yang kasar.

b. Batuan halus *(smooth)*, mudah dilapisi aspal, tetapi *internal friction* dan daya lekatnya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.

c. Batuan mengkilat *(polished)*, memberikan *internal friction* yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal.

2. Aspal

Aspal yang umum juga disebut bitumen didefinisikan sebagai material berwarna coklat tua hingga hitam, semi padat atau padat yang tersusun dari *asphaltenes* dan *maltenes* yang konsistensinya (viskositasnya) akan berubah dengan berubahnya temperatur. Karakteristik aspal yang dominan pengaruhnya terhadap perilaku lapis keras adalah sifat termoplastis dan sifat keawetan.

a. Pengaruh Temperatur

Aspal termasuk bahan yang termoplatis karena konsistensinya akan berubah-ubah sesuai dengan temperaturnya. Pada suhu tinggi viskositas aspal rendah sehingga mampu menyelimuti batuan secara merata pada campuran *hot mix*. Tetapi apabila pemanasan berlebihan akan membuat molekul-molekul yang ringan menguap, sehingga dapat merusak sifat aspal, yaitu aspal cepat mengeras. Sebaliknya dengan pemanasan yang kurang, viskositas aspal tinggi (kental), aspal tidak mampu menyelimuti batuan secara merata sehingga daya ikatnya dengan batuan menjadi kurang dan penyerapan oleh batuan juga kurang. Hal ini memudahkan *stripping process*. Untuk menghasilkan lapis keras yang memenuhi syarat, maka tahap-tahap pelaksanaan menurut Laston No.13/PT/B/1983 harus memperhatikan pengaruh masing-masing temperatur bahan campuran. Adapun masing-masing temperatur dari campuran adalah sebagai berikut :

1. Agregat dipanaskan maksimum 175°C. Aston Pdf 5
2. Temperatur aspal ± temperatur agregat, dengan perbedaan maksimum 15°C. Aston Pdf 19
3. Temperatur pencampuran ditentukan oleh jenis aspal. Untuk AC 60-70: 130°C - 165°C Aston Pdf 19
4. Temperatur pemadatan awal minimum 110°C Aston Pdf 21
5. Temperatur pemadatan akhir minimum 60°C
6. Temperatur penghamparan minimum 115°C

b. Daya tahan aspal (keawetan)

Durability aspal adalah daya tahan aspal untuk mempertahankan sifat aslinya terhadap perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca maupun pelaksanaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengerasan aspal antara lain :

1. Oksidasi

   Oksidasi adalah reaksi antara aspal dan oksigen. Pada suhu tinggi aspal tidak begitu terpengaruhi oksidasi tetapi pada temperatur biasa efek oksidasi akan memberi suatu lapis film yang keras pada permukaannya.

2. Daya penguapan *(volatility)*

   Proses penguapan pada aspal dipengaruhi oleh penambahan suhu dan pengadukan yang kuat saat pelaksanaan konstruksi. Penguapan terjadi pada bagian dari aspal yang berat molekulnya terendah sehingga aspal jadi mengeras.

3. Polimerisasi

   Polimerisasi adalah penggabungan dari molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang

lebih besar. Menurut penelitian didapatkan bahwa resin adalah bagian yang paling mudah berubah-ubah, baik berubah menjadi *asphaltenese* atau *oils*. Sifat polimerisasi ini menyebabkan aspal menjadi getas sehingga berakibat jalan mudah retak-retak.

4. *Thixotropy*

Thixotropy adalah kenaikan viskositas aspal seiring dengan bertambahnya umur aspal. Tetapi dengan suatu pembebanan yang cukup sifat ini dapat dikurangi pengaruhnya.

5. Separasi *(Separation)*

Separasi adalah pemindahan bagian-bagian *oils*, resin atau *asphaltenese* sebagai akibat proses *absorption* selektif atau pada bagian-bagian tertentu oleh batuan sehingga berakibat semakin keras atau lunaknya aspal. Jadi bila yang diserap resin atau minyaknya *(oils)* aspal yang tertinggal akan mengeras, sebaliknya apabila yang diserap *asphaltenese*, aspal akan bertambah lunak.

6. Synerisis *(Synerition)*

Synerisis adalah istilah yang menunjukkan adanya kenampakkan noda-noda pada permukaan aspal. Noda-noda ini disebabkan oleh terjadinya suatu pembentukan struktur baru dalam aspal, dan struktur baru tersebut di expose di permukaan aspal. Struktur yang baru itu umumnya

merupakan bagian yang memiliki berat molekul yang besar, dan bagian ini menyebabkan aspal yang dipermukaan menjadi keras. Synerisis terjadi ditandai dengan adanya noda-noda pada permukaan aspal dengan warna yang tidak homogen.

3. Batu Bata

Menurut Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983*, batu bata sebagai bahan pengisi (*filler*) adalah batu bata berbutir halus yang lolos saringan No.30, dimana prosentase berat butir yang lolos saringan No.200 minimum 70 %.

C. Kadar Aspal Dalam Campuran

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat. Pemberian kadar aspal yang tinggi akan menghasilkan ikatan yang baik dalam campuran. 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 yang berguna apabila konstruksi terkena gaya geser, sehingga susunan butir tidak akan mudah terlepas satu sama lain.
3. Keadaan ketiga, aspal mengisi penuh semua rongga, keadaan ini tidak menguntungkan karena jalan menjadi licin. Hal ini disebabkan karena naiknya sebagian aspal kepermukaan jalan apabila jalan tersebut menerima beban akibat roda kendaraan atau karena panasnya sinar matahari.
4. Keadaan keempat, kadar aspal melebihi kebutuhan, sehingga batuannya seolah-olah terapung dalam massa aspal. Keadaan ini menyebabkan kedudukan butiran menjadi tidak stabil dan mudah tergeser. Dan pada saat menerima gaya vertikal maupun gaya horisontal, konstruksi akan mudah bergelombang.

Kadar aspal yang berlebihan hingga diatas nilai optimal dapat menimbulkan kerusakan lapis perkerasan seperti; kegemukan *(bleeding)*, keriting *(corrugation)* dan sungkur. Hal ini merugikan, sehingga perlu dicari kadar aspal optimum. Selain berpengaruh terhadap kekedapan, kadar aspal berpengaruh juga terhadap kekakuan campuran *(stiffiness)*.

Menurut **D.U. Sudarsono 1984**, besarnya kandungan aspal pada suatu konstruksi beton aspal, sangat dipengaruhi oleh :

1. Luas permukaan butir Sukirman Hal 84
2. Kekasaran permukaan butir
3. Penyerapan *(absorbsi)* tiap-tiap butir
4. Keenceran atau sifat penetrasi dari bahan pengikat (aspalnya). Makin tinggi penetrasi (makin encer), kebutuhan aspal makin sedikit.
5. Cadangan aspal dalam rongga yang dibutuhkan.

Jumlah aspal yang dibutuhkan dalam campuran didapat dengan menggunakan metode Marshall dari hasil penelitian laboratorium.

BAB IV

HIPOTESIS

Bentuk dari suatu agregat mempengaruhi dalam campuran Beton Aspal. Karena abrasi, penyerapan dan berat jenis dari agregat sangat berpengaruh dalam konstruksi Beton Aspal.

Dalam penelitian ini menggunakan aggregat batu bata sebagai fraksi III dan fraksi I serta fraksi II dari batu Pecah. Dari penelitian ini akan diketahui apakah penggunaan Batu Bata akan menguntungkan atau tidak di tinjau dari standard Bina Marga berupa :

Stabilitas

VITM *(Void in the mix)*

Flow

MQ *(Marshall Quotient)*

VFWA *(Void Filled With Asphal)*

BAB V

CARA PENELITIAN

A. Bahan

1. Asal Bahan

Bahan agregat yang dipergunakan untuk penelitian ini berupa batu bata yang berasal dari daerah Wates, agregat pecah dari hasil produksi *stone crusher* milik PT. Perwita Karya Yogyakarta yang diambil dari *quarry* Clereng, Kulon Progo dan bahan aspal diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

2. Spesifikasi Bahan

Persyaratan bahan menggunakan spesifikasi seperti yang telah ditetapkan pada **Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983**, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.

Adapun jenis bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

a. Aspal keras jenis AC 60-70,

b. Agregat kasar,

c. Agregat halus,

d. Filler (batu bata).

B. Alat Yang Digunakan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

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) dilengkapi arloji penekan dengan ketelitian 0,0001",
   c. Arloji penunjuk kelelehan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01").
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder, diameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") dengan dilengkap dengan plat atas dan leher sambung.
3. Ejector, untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
4. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi bahan sampai (200 ± 3)°C.
5. Alat penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
6. Bak perendam *(Water batch)* dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C.
7. Perlengkapan-perlengkapan lain, seperti :
   a. Panci untuk memanaskan bahan dan campuran,
   b. Kompor pemanas dengan kapasitas 1000 watt,
   c. Termometer berkapasitas 400°C,
   d. Sendok pengaduk,
   e. Spatula,

f. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr,

g. Sarung tangan karet,

h. Kipas angin dan perlengkapan lainnya.

C. Jalan Penelitian

1. Persiapan

Bahan-bahan untuk penelitian yang terdiri dari agregat batu alam serta aspal, sebelum digunakan untuk campuran, dilakukan pengujian awal terlebih dahulu untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi syarat atau tidak. Pengujian ini dilakukan menurut metode AASHTO dan ASTM.

Untuk bahan agregat dilakukan pengujian sebagai berikut :

a. pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles,

b. pemeriksaan kelekatan terhadap aspal,

c. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat terhadap air,

d. untuk agregat halus dilakukan pemeriksaan nilai *sand equivalent*.

Pengujian awal untuk aspal dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

a. penetrasi pada suhu 25°C sebelum kehilangan berat,

b. titik lembek,

c. titik nyala,

d. kehilangan berat pada pemanasan selama 5 jam pada suhu 168°C,

e. daktilitas,

f. penetrasi setelah kehilangan berat,

g. berat jenis.

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan menggunakan saringan 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #30, #50, #100, #200, yang kemudian dipisahkan menurut ukuran saringan dan jenis agregat. Dari penyaringan ini, ditimbang berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai gradasi yang telah ditetapkan.

Pada penelitian ini aspal dibagi beberapa variasi. Aspal yang digunakan AC 60-70. Tiap-tiap variasi aspal ditambah dengan agregat, dengan kadar aspal 4,5 % - 6,5 %, interval 0,5 %. Tiap-tiap benda uji dibuat duplo, jadi untuk penelitian ini seluruhnya dibutuhkan (2x5x2) = 20 buah benda uji.

Setelah proses pencampuran selesai masing-masing campuran segera dituangkan dalam cetakkan untuk dipadatkan dengan hamer dan pedestol dengan tumbukan 2x50 kali dipakai karena standart jalan dengan lalu-lintas sedang kemudian briket dilepas dari mold dengan alat ejector dan didiamkan dalam suhu kamar selama 24 jam.

2. Cara Melakukan Test Benda Uji

Benda uji yang telah dibuat kemudian diuji dengan tes Marshall, dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel.

b. Benda uji diberi tanda pengenal.

c. Setiap benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.

d. Benda uji ditimbang untuk diketahui beratnya.

e. Direndam didalam air selama 16-24 jam agar benda uji menjadi jenuh.

f. Setelah benda uji menjadi jenuh, kemudian ditimbang dalam air agar mendapatkan berat di dalam air.

g. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dilap supaya kering permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

h. Benda uji direndam dalam *Water Batch* pada suhu 60°C selam 30 menit.

i. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaan diberi vaselin atau oli untuk memudahkan pelepasan benda uji.

j. Benda uji dikeluarkan dari *Water batch*, segera diletakkan pada segmen bawah kepala penekan. Segmen atas kepala penekan dimasukkan pada batang penuntun kemudian kepala penekan diletakkan diatas mesin penguji.

k. Arloji kelelehan (flow meter) dipasang pada kedudukan diatas salah satu batang penuntun.

l. Kepala penekan berserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur

kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.

m. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Pada saat itu pula dibaca arloji kelelehannya atau flow meter.

n. Setelah pembebanan selesai, segmen atas diangkat dan benda uji diambil dari kepala penekan. Benda uji selanjutnya siap dilakukan test.

D. Anggapan Dasar

Pada penelitian ini akan ditinjau pengaruh jenis agregat terhadap jumlah aspal yang dibutuhkan untuk lapis keras beton aspal. Karena batuan alam sangat bervariasi, dan untuk mengelompokkan bentuk batuan tersebut diperlukan alat khusus seperti *dialcaliper, saphometer* dan sebagainya, dan dibutuhkan waktu yang sangat lama, maka pengelompokkan bentuk batuan disini hanya berdasarkan *descriptive test* (hasil pengamatan langsung).

Dalam penelitian ini akan dilihat hasil perbandingan antara penggunaan batu pecah dan batu bata sebagai filler terhadap:

1. Stabilitas Hal 120 AI 1983

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas perkerasan yang terlalu ren-

dah, perkerasan akan mudah terjadi deformasi oleh beban lalu lintas, sebaliknya dengan stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan perkerasan kaku,

2. Flow

Flow menyatakan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji. Campuran yang mempunyai angka kelelehan rendah dengan stabilitas tinggi, cende-rung plastis dan mudah berubah bentuk bila menda-patkan beban lalulintas,

3. VITM

VITM adalah volume pori dalam campuran. VITM yang kecil memungkinkan terjadinya *bleeding*, lapis kedap air dan udara sulit masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh atau getas.

E. Tahap Analisis

Data yang akan digunakan dalam analisis, diperoleh dari hasil percobaan laboratorium, adalah sebagai berikut:

1. Titik lembek aspal (°C),
2. 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).

Dalam menentukan nilai-nilai VITM (*Void In The Mix* atau prosen rongga dalam campuran), VFWA (*Void Filled With Asphalt* atau prosen rongga terisi aspal), *Stability* (Stabilitas), *Flow* (Kelelehan), diperlukan data-data lain seperti:

a. Berat jenis aspal

Bj aspal = Berat/Volume

b. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat adalah merupakan gabungan dari Bj agregat kasar dan Bj agregat halus yang sesuai dengan prosentase fraksi-fraksi dalam campuran. Fraksi I merupakan agregat kasar, fraksi II merupakan agregat halus dan filler, sehingga Bj agregat dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{BJ Agregat} = \frac{X\ (\text{BJ F1}) + Y\ (\text{BJ F2})}{100}$$

Hal 5 JR-IV

dengan:

X = prosentase fraksi I dalam campuran,

Y = prosentase fraksi II dalam campuran,

F1 = berat jenis agregat kasar,

F2 = berat jenis agregat halus.

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*)

Didapatkan dengan terlebih dahulu menghitung nilai-nilai dari:

a. Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

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

dengan :

a = prosentase aspal terhadap batuan,

b = prosentase 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:

$$g = c/f$$

dengan:

c = berat benda uji (gram) sebelum direndam,

f = isi (ml),

g = berat isi benda uji.

d. Prosentase rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$l = 100 - j$$

dengan:

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

Dari data di atas maka didapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut:

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

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

l = prosentase rongga terhadap agregat

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

Dihitung berat jenis maksimum teoritis:

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

$$VITM = 100 - 100 \times g/h$$

dengan:

g = berat isi benda uji,

h = berat jenis maksimumteoritis

3. Nilai Stabilitas

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 dipergunakan bantuan tabel koreksi benda uji seperti pada tabel 5.1. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus:

$$q = p \times z$$

dengan:

q = harga stabilitas

z = koreksi tinggi atau tebal benda uji

p = koreksi pembacaan arloji stabilitas

4. Nilai Kelelehan *(Flow)*.

Nilai kelelehan didapat dari pembacaan arloji kelelehan (flow meter) dalam satuan 0,01 mm.

5. Nilai *(Marshall Quotient)*.

Nilai *Marshall Quotient* didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow.

Tabel 5.1. Angka Koreksi Stabilitas

Isi Benda Uji (cm^3)	Tebal benda uji	
	(mm)	Angka Koreksi
200 – 213	25,4	5,56
214 – 225	27,0	5,00
226 – 237	28,6	4,55
238 – 250	30,0	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 – 354	42,9	2,08
355 – 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 : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

Keterangan dari Marshall.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Penelitian Agregat

Spesifikasi **LASTON NO.13/PT/B/1983** dan hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dicantumkan pada tabel nomor 6.1 s/d 6.4.

Tabel 6.1. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah.

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	≤ 40 %	31,76 %
2	Kelekatan terhadap aspal	≥ 95 %	100 %
3	Peresapan agregat terhadap air	≤ 3 %	2,405 %
4	Berat jenis bulk	≥2,5 gr/cc	2,520 gr/cc

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII.

Tabel 6.2. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Pecah.

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Nilai Sand Equivalent	≥ 50 %	75,325 %
2	Peresapan agregat terhadap air	≤ 3 %	2,670 %
3	Berat jenis	≥2,5 gr/cc	2,770 gr/cc

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII.

Tabel 6.3. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Bata.

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Peresapan agregat terhadap air	≤ 3 %	4,682 %
2	Berat jenis	≥2,5 gr/cc	2,537 gr/cc

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII.

Tabel 6.4. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat CS dan BB.

KPTS/376/ Hal 6

Saringan	Min	Max	CS	BB
19,00 (3/4")	-	100	100	100
12,50 (1/2")	80	100	90	90
9,50 (3/8")	70	90	80	80
4,75 No 4	50	70	60	60
2,36 No 8	35	50	42,5	42,5
No 30	18	29	23,5	23,5
No 50	13	23	18	18
No 100	8	16	12	12
No 200	4	10	7	7
P A N	-	-	0	0

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII.

2. Hasil Penelitian Aspal

Spesifikasi LASTON NO.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian, dicantumkan pada tabel 6.5.

Tabel 6.5. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70.

378 / KPTS / 1993 / Hal 8

Jenis Pemeriksaan	Min	Max	Satuan	Hasil
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	0,1mm	72,7
2. Titik Lembek	48	58	°C	49
3. Titik Nyala	200	-	°C	336
4. Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	-	0,4	%berat	
5. Kelarutan (CCl_4 atau CS_2)	99	-	%berat	99,29
6. Daktilitas	100	-	cm	>100
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-	%semula	
8. Berat Jenis	1	-	gr/cc	1

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII.

3. Hasil Penelitian Beton Aspal

Dari hasil penelitian diperoleh nilai-nilai **VITM, VFWA, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient*,** seperti terdapat pada tabel 6.6. Hasil perhitungan Marshall dapat dilihat pada lampiran 14 dan 15.

Tabel 6.6. Hasil Test Marshall dengan variasi Bentuk Batuan untuk Aspal AC 60-70

Karakteristik	Kode	Kadar Aspal(gr,%)				
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1. VITM (v,%)	CS	8,30	3,59	3,49	3,15	1,31
	BB	11,75	8,87	9,53	7,12	6,06
2. VFWA (v,%)	CS	53,66	74,37	75,75	78,57	88,50
	BB	42,09	52,40	52,64	61,67	66,65
3. Stabilitas (kg)	CS	1691	2641	2431	2300	2207
	BB	1075	1334	1182	1287	1268
4. Flow (mm)	CS	2,54	2,72	3,30	3,56	4,06
	BB	3,17	2,98	3,49	3,68	3,94
5. MQ (kg/mm)	CS	702,4	904,2	736,2	646,9	547,6
	BB	377,7	448,1	343,9	354,2	321,7

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

Contoh hitungan Tes Marshall dengan Aspal 4,5 % : CS

a = % aspal terhadap batuan = 4,5 %

b = % aspal terhadap campuran

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100\ \% = 4,31\ \%$$

c = berat sebelum direndam = 1166 gr

d = berat dalam keadaan jenuh = 1168 gr

e = berat dalam air = 648 gr

f = isi = d − e = 1168 − 648 = 520 ml

g = berat isi benda uji= c/f

= 1166/520 = 2,242 gr/ml

h = berat jenis maksimum (teoritis)

$$h = \frac{100}{\frac{\%\ \text{agregat}}{\text{Bj agregat}} + \frac{\%\ \text{aspal}}{\text{Bj aspal}}} = \frac{100}{\frac{95,5}{2,670} + \frac{4,5}{1}}$$

= 2,403

$$i = \frac{b \times g}{\text{Bj aspal}} = \frac{4,31 \times 2,242}{1} = 9,663$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{\text{Bj agregat}} = \frac{(100 - 4,31)2,242}{2,670}$$

= 80,351

k = jumlah kandungan rongga (%)

= 100 − i − j = 100 − 9,663 − 80,351 = 9,986

l = % rongga terhadap agregat

l = 100 − j = 100 − 80,351 = 19,649

m = 100 x (i/l)

= 100 x (9,663/19,649) = 49,178 (VFWA)

n = 100 - 100 x (g/h) = 100 - 100 x (2,242/2,483)

= 9,706

o = pembacaan arloji stabilitas = 576

p = koreksi pembacaan arloji stabilitas = 2044

q = p x z

= 2044 x 0,8791 = 1796,80 (Stabilitas)

r = 2,032 (Flow)

s = q/r = 1796,80/2,032 = 884,291 (MM)

Untuk BB :

a = 4,5 %

b = 4,31 %

c = 1178 gr

d = 1190 gr

e = 625 gr

f = d - e = 1190 - 625 = 565 gr

g = c/f = 1178/565 = 2,048 gr

$$h = \frac{100}{\frac{\%\ agregat}{Bj\ agregat} + \frac{\%\ aspal}{Bj\ aspal}} = \frac{100}{\frac{95,5}{2,5302} + \frac{4,5}{1}} = 2,367$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj\ aspal} = \frac{4,31 \times 2,048}{1} = 8,902$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{Bj\ agregat} = \frac{(100 - 4,31)2,048}{2,5302} = 78,815$$

k = 100 - i - j = 100 - 8,902 - 78,815 = 12,283

l = 100 - j = 100 - 78,815 = 21,185

m = 100 x (i/l)

= 100 x (8,902/21,185) = 42,398 (VFWA)

n = 100 - 100 x (g/h)

= 100 - 100 x (2,040/2,367) = 11,956 (VITM)

o = 319

p = 1142

q = p x z

= 1142 x 0,8347 = 953,227 (Stabilitas)

r = 3,040 *(Flow)*

s = q/r = 953,227/3,040 = 312,739 (QM)

Keterangan :

CS : Campuran beton aspal yang menggunakan agregat 100 % batu pecah.

BD : Campuran beton aspal yang menggunakan agregat fraksi III (filler) batu bata.

Hasil penelitian yang terdapat pada tabel 6.6 dibandingkan dengan persyaratan yang harus dipenuhi untuk nilai VITM, VFWA, Stabilitas dan *Flow* menurut **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/B/1983**, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen PU, seperti tabel 6.7.

Tabel 6.7. Persyaratan Marshall Test untuk LASTON

Jenis Pemeriksaan	Kepadatan Lalu Lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
Stabilitas (kg)	750	650	400
Kelelahan (mm)	2 - 4	2 - 4,5	2 - 5
VITM	3 - 5	3 - 5	3 - 5
VFWA	75 - 85	75 - 85	75 - 85

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan LASTON NO. 13/PT/B/1983

Menurut **Petunjuk Pelaksanaan LASTON untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987**, kepadatan lalulintas terdiri dari tiga bagian, yaitu :

3FB/KPTS/1983 Hal 11

1. Berat = lebih besar 500 UE 18 KSAL/hari/jalur.
2. Sedang = 50 sampai 500 UE 18 KSAL/hari/jalur.
3. Ringan = lebih kecil 50 UE 18 KSAL/hari/jalur.

Keterangan :

UE 18 KSAL atau *Unit Equevalent 18 Kips Single Axle Load*, adalah satuan ekivalen beban as tunggal kendaraan 18000 pound atau setara dengan jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lbs) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana.

B. Pembahasan

Setelah mengetahui nilai-nilai **VITM**, **VFWA**, ***Flow*** dan **Stabilitas** dari hasil penelitian, maka akan dibahas mengenai pengaruh bentuk batuan terhadap jenis aspal AC 60-70. Untuk mendapatkan nilai VITM, VFWA, Flow dan Stabilitas pada lapis keras beton aspal, sehingga nantinya dapat menentukan jumlah aspal yang diperlukan untuk masing-masing variasi campuran, serta toleransi jumlah aspal yang dapat diambil.

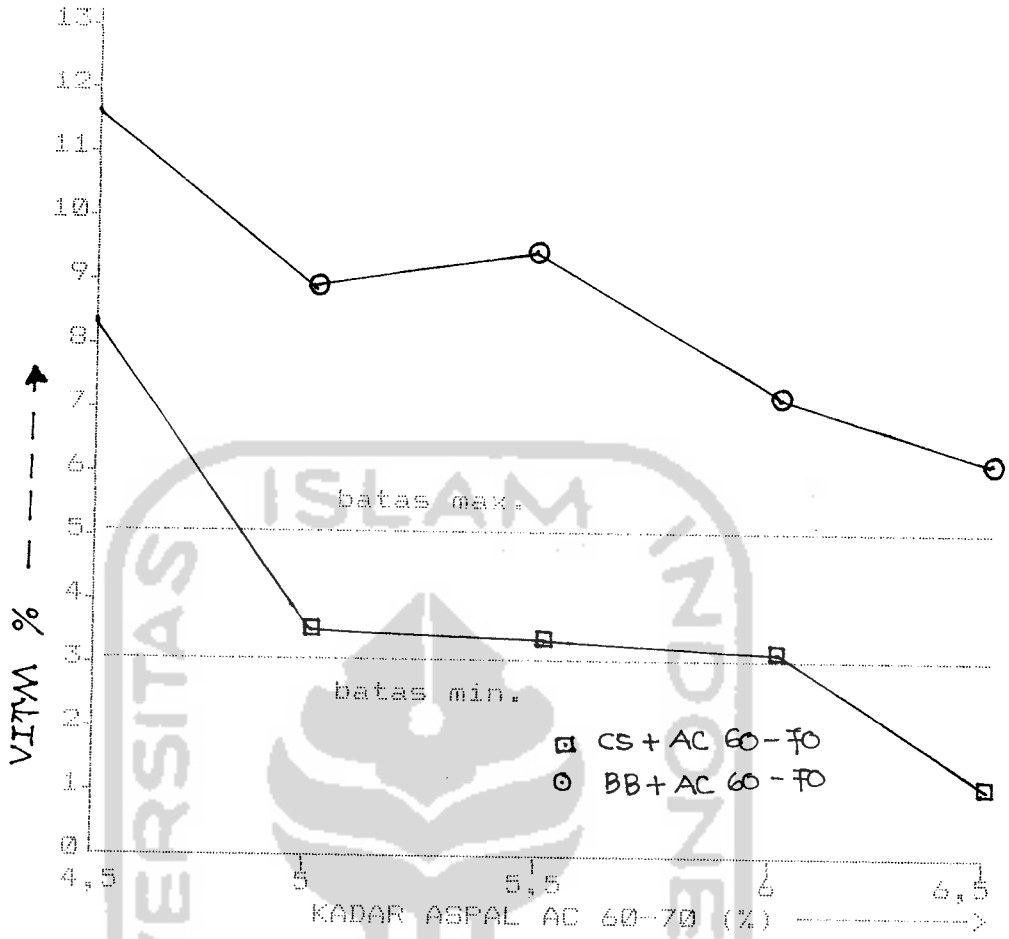
1. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VITM

VITM (*Void In The Mix* = volume % rongga dalam campuran), menunjukkan banyaknya rongga yang ada dalam campuran. Nilai VITM dari 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 dari pada gradasi terbuka *(open graded)* maupun gradasi seragam *(uniform)*. Dari hasil penelitian pada gambar 6.1. terlihat bahwa nilai VITM turun dengan naiknya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran beton aspal yang menggunakan batu bata VITM lebih tinggi dari pada batu pecah.

Nilai VITM sangat berpengaruh terhadap kekakuan campuran. Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga untuk beton aspal adalah 3 - 5 %. Lapis keras dengan VITM < 3 % (terlalu rapat), mempunyai kekakuan *(stiffness)* yang tinggi. Lapis keras yang demikian, jika mendapat beban lalulintas akan mudah mengalami retak-retak *(cracking)*, karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi. Deformasi selain disebabkan oleh beban lalulintas, dapat pula terjadi karena penurunan dasar perkerasan *(subgrade)*. VITM juga erat kaitannya dengan durability. Lapis keras dengan VITM > 5 % bersifat porus, mudah terjadi oksidasi karena mudah ditembus udara dan air. Proses oksidasi ini memberikan suatu lapis film aspal yang keras, yang menyebabkan aspal menjadi rapuh dan daya ikatnya kurang.

Pada lapis aspal yang teroksidasi, akan ada komponen yang larut dalam air. Bila oksidasi terjadi terus menerus dan kena air, maka kadar aspal akan berkurang, sehingga durabilitas menurun.



Gambar 6.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VITM.

Dari gambar 6.1. di atas dicari rentang kadar aspal agar nilai VITM memenuhi persyaratan yang diberikan oleh Bina Marga. Kadar aspal yang memenuhi syarat unntuk masing-masing campuran adalah sebagai berikut :

a. Kode CS dengan kadar aspal 4,02 % – 6,02 %

b. Kode BB tidak ada yang memenuhi syarat

2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VFWA

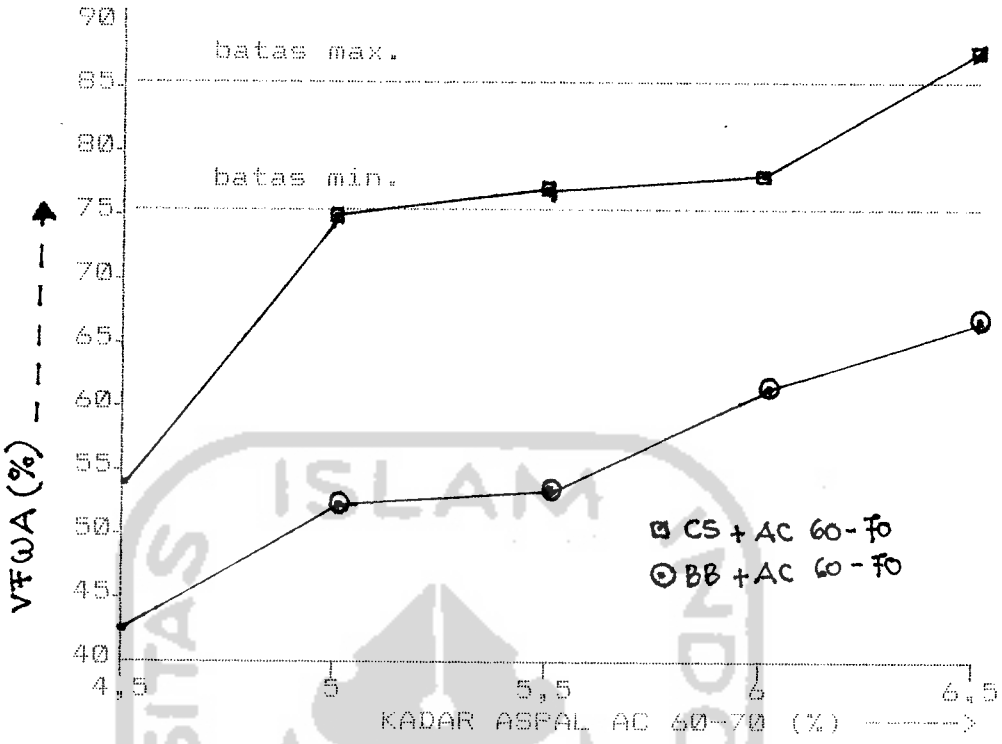
Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang ada pada campuran agregat yang terisi aspal. Faktor-faktor yang mempengaruhi VFWA antara lain gradasi,

jumlah dan jenis aspal, pemadatan dan daya serap batuan, Nilai VFWA tinggi apabila jumlah aspal banyak, gradasi rapat dan pemadatan sempurna. Disini yang ditinjau pengaruh dari bentuk batuan terhadap jenis aspal AC 60-70.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.2 terlihat bahwa nilai VFWA naik dengan bertambahnya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran beton aspal yang menggunakan 100 % batu pecah (CS) mempunyai VFWA lebih besar dari pada batu bata (BB).

Nilai VFWA erat kaitannya dengan kekuatan ikatan campuran (*adhesi*), kekedapan terhadap udara dan air serta plastisitas campuran. Dengan kata lain nilai VFWA menentukan stabilitas, durabilitas dan fleksibitas campuran. Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga sebesar 75 % - 85 %. Beton aspal dengan VFWA terlalu rendah (< 75 %), daya ikatnya kurang, sehingga stabilitasnya rendah.

Campuran beton aspal dengan nilai VFWA terlalu rendah bersifat porus terhadap udara dan air, sehingga mudah terjadi oksidasi dan durabilitasnya rendah. Sebaliknya apabila VFWA terlalu tinggi, fleksibilitas campuran menjadi tinggi dan menimbulkan deformasi pada saat menerima beban lalulintas. VFWA yang terlalu tinggi juga memudahkan terjadinya *bleeding*, yaitu lapisan aspal meleleh keluar.



Gambar 6.2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VFWA.

Dari gambar 6.2. dicari rentang kadar aspal agar memenuhi syarat masing-masing campuran adalah:

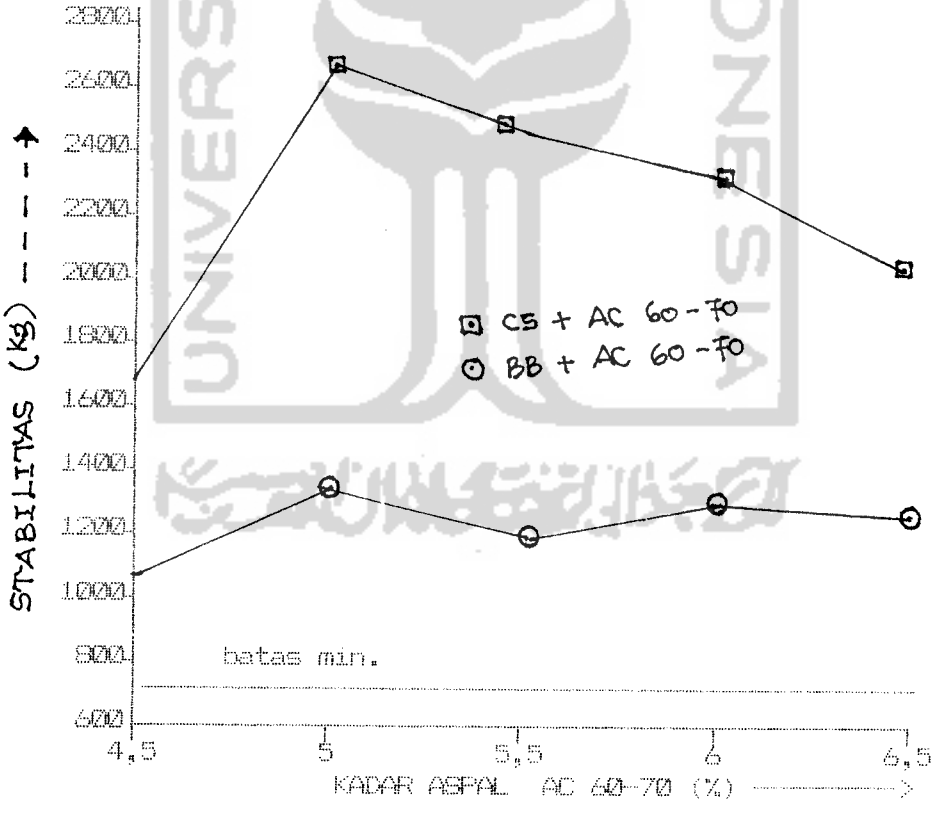
a. Kode CS dengan kadar aspal 5,21 % - 6,33 %

b. Kode BB tidak ada yang memenuhi syarat

3. Pengaruhi Kadar Aspal Terhadap Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya deformasi akibat beban lalulintas tanpa mengalami retak-retak. Stabilitas perkerasan yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga mudah retak waktu menerima beban. Sebaliknya jika stabilitas terlalu rendah, maka perkerasan akan mudah mengalami deformasi oleh beban lalulintas atau oleh perubahan bentuk *subgrade*.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.3. tampak bahwa nilai stabilitas semakin tinggi dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu, kemudian jika kadar aspal terus ditambah nilai stabilitas justru turun. Pada penelitian ini yang membedakan antara campuran yang satu dengan yang lain adalah bentuk batuan, sedang gradasi dan kadar aspal sama, campuran beton aspal dengan 100 % batu pecah (CS), nilai stabilitasnya lebih tinggi dibandingkan campuran beton aspal menggunakan batu bata (BB), sebagai *filler*.



Gambar 6.3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stabilitas

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga minimal sebesar 650 kg. Dari gambar 6.3 dapat

dilihat bahwa semua campuran beton aspal yang menggunakan 100 % batu pecah maupun agregat bahan pengisi *(filler)* batu bata memenuhi persyaratan.

Dari gambar 6.3 diatas, dicari rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan Dina Marga. Kadar aspal yang memenuhi syarat untuk masing-masing campuran adalah:

a. Kode CS dengan kadar aspal 4,5 % – 6,5 %

b. Kode BB dengan kadar aspal 4,5 % – 6,5 %

4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap FLOW

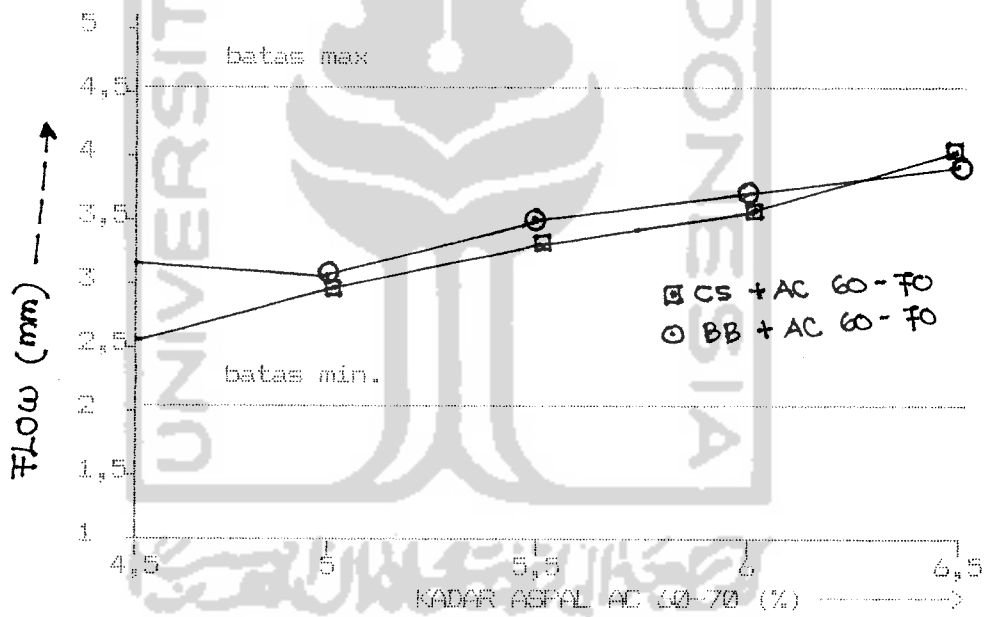
Tingkat kelelehan *(flow)* menyatakan besarnya deformasi benda uji. Campuran yang mempunyai angka kelelehan rendah dengan stabilitas tinggi, cenderung kaku, sehingga mudah mengalami retak-retak *(craking)* apabila dilalui beban lalulintas.

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

Dari hasil penelitian pada gambar 6.4, tampak bahwa dengan penambahan kadar aspal, nilai *flow* juga bertambah. Hal ini merupakan konsekuensi logis bahwa dengan bertambahnya kadar aspal, campuran semakin plastis.

Pada campuran beton aspal yang menggunakan batu pecah (CS), nilai *flow* lebih rendah daripada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu bata (BB). Perbedaan besar *flow* pada campuran beton aspal yang

jenis agregatnya berbeda ini disebabkan oleh kuat lekat aspal terhadap batuan. Kuat lekat pada batuan dipengaruhi oleh bentuk batuan dan *surface texture* batuan. Pada permukaan batuan yang kasar, daya lekat aspal lebih baik daripada permukaan yang halus. Sesuai sifat aspal sebagai bahan pengikat, semakin banyak aspal menyelimuti batuan, semakin baik aspal mengikat batuannya, maka campuran beton aspal yang menggunakan batu bata mempunyai kelelehan lebih tinggi.



Gambar 6.4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan *Flow*.

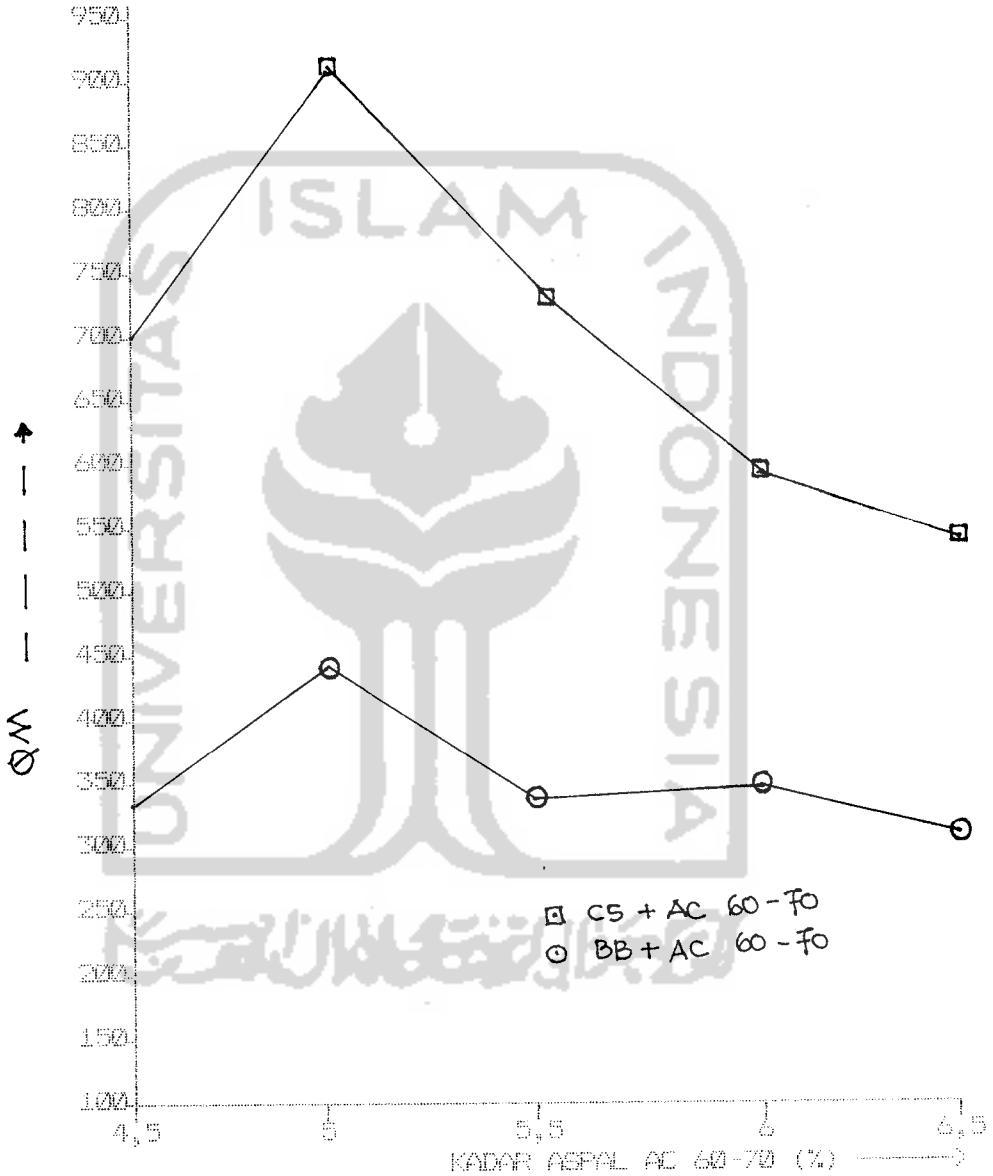
Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga sebesar 2 – 4,5 mm. Dari gambar 6.4, nilai *flow* yang memenuhi persyaratan adalah :

a. Kode CS dengan kadar aspal 4,5 % – 6,5 %

b. Kode BB dengan kadar aspal 4,5 % – 6,5 %

5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai "QM"

Nilai *Marshall Quotient* sangat tergantung dari stabilitas dan *flow*, karena nilai QM merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow*.



Gambar 6.5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan QM.

Pada gambar 6.5 terlihat bahwa nilai QM pada campuran yang menggunakan batu pecah (CS) lebih tinggi dari pada campuran yang menggunakan agregat

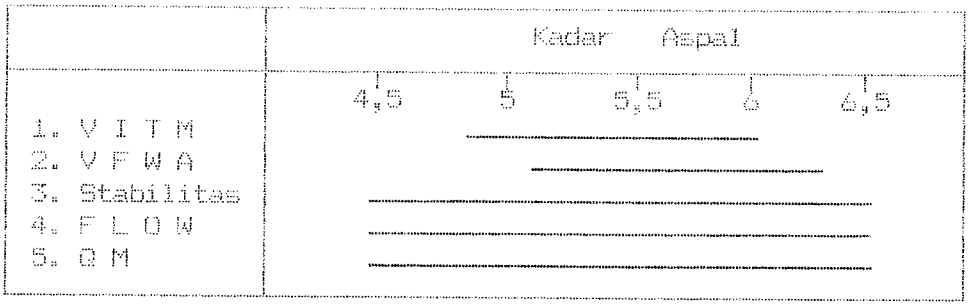
fraksi III batu bata (BB), karena beton aspal yang menggunakan batu pecah mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi.

Untuk nilai QM ini Dina Marga tidak memberikan syarat. Lapis keras beton aspal dengan QM rendah, fleksibelitas terlalu tinggi, sehingga mudah mengalami deformasi apabila menerima beban lalulintas, sebaliknya jika QM terlalu tinggi, campuran bersifat kaku sehingga mudah mengalami retak-retak *(craking)* apabila menerima beban lalulintas karena tidak cukup fleksibel.

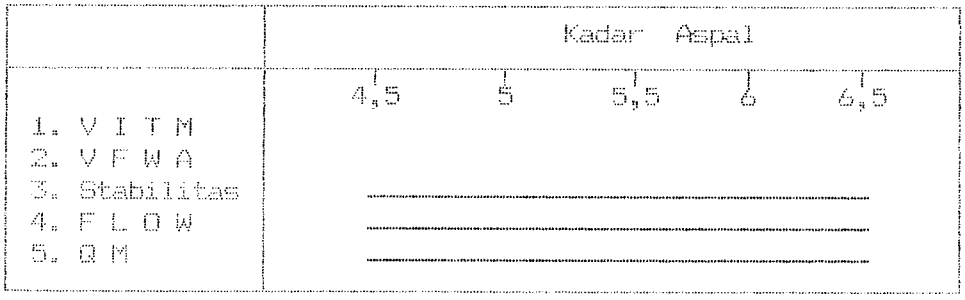
6. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari gambar grafik di atas, dapat ditentukan kadar aspal yang ditentukan (kadar aspal optimum) secara grafis, yaitu dengan cara rentang kadar aspal yang memenuhi syarat dari **VITM, VFWA, Stabilitas, QM dan *Flow*** tersebut diplotkan maka diperoleh kadar aspal yang memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada gambar 6.6. dan 6.7. berikut ini :



Gambar 6.6. Penentuan Kadar Aspal Optimum CS



Gambar 6.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum BB.

Kadar aspal optimum diperoleh dengan mengambil nilai tengah dari rentang yang memenuhi persyaratan. Kadar aspal optimum untuk masing-masing campuran terdapat pada tabel 6.8.

Tabel 6.8. Kadar Aspal Optimum Masing-masing Campuran

Bahan Aspal	Kadar Aspal (%)	
	Terhadap % berat agregat	Terhadap % total campuran
CS	5,615	5,21
BB	-	-

Sumber: Hasil Penelitian di laboratorium Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

Dari tabel 6.8. didapat bahwa kadar aspal optimum hanya terdapat pada batu pecah (CS). Sedangkan pada batu bata (BB) tidak memenuhi dalam spesifikasi Bina Marga sebagai agregat fraksi III (filler).

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada Beton Aspal maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai VITM menurun dengan naiknya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran beton aspal yang menggunakan batu pecah (CS) mempunyai nilai VITM yang lebih kecil daripada campuran yang menggunakan batu bata fraksi III (BB).
2. Nilai VFWA naik dengan bertambahnya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran beton aspal yang menggunakan batu pecah (CS) mempunyai VFWA lebih besar daripada batu bata agregat fraksi III (BB).
3. Nilai Stabilitas dengan menggunakan batu pecah (CS) dengan kadar aspal 4,5 % - 6,5 % akan menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton aspal yang menggunakan agregat fraksi III batu bata (BB) dengan kadar aspal yang sama.
4. Nilai *flow* dengan menggunakan batu pecah (CS) dengan kadar aspal 4,5 % - 6,5 % akan lebih rendah daripada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu bata (BB) dengan kadar aspal yang sama.

5. Nilai *Marshall Quotient* dengan menggunakan batu pecah (CS) lebih tinggi daripada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu bata (BB).

B. Saran

Dari pengalaman melakukan penelitian di Laboratorium, dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Hendaknya diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil penelitian, antara lain: penimbangan benda uji, pemeriksaan bahan, baik aspal maupun batuan, suhu pencampuran, pemadatan dan sebagainya.
2. Karena dalam pengujian bahannya baru dilaksanakan di Laboratorium, maka disarankan untuk pengkajian dalam skala penuh dilapangan.
3. Pada pemakaian alat timbangan kadang-kadang memberikan hasil yang tidak sesuai. Hal ini mungkin dikarenakan alat tersebut sudah kurang memenuhi syarat. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, maka penimbangan tidak hanya dilakukan hanya sekali, karena penelitian sangat dipengaruhi oleh ketelitian penimbangan.

BAB VIII

PENUTUP

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT serta salawat dan salam atas junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, karena atas rahmat-Nyalah penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sekali lagi penyusun mengucapkan terima kasih, terutama kepada Bapak Dosen Pembimbing I dan II yang telah membimbing penyusun dari awal sampai akhir secara baik, disamping telah meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikiran untuk memeriksa Tugas Akhir ini hingga selesai.

Juga terima kasih penyusun sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga bisa memperlancar proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang penyusun kuasai, maka isi dari Tugas Akhir ini tentu masih jauh dari sempurna, sehingga saran-saran dan semua kritik yang membangun dari rekan-rekan mahasiswa dan pembaca lainnya akan sangat penyusun hargai.

Akhir kata penyusun berharap mudah-mudahan semua yang terdapat dalam Tugas Akhir ini, paling tidak akan berguna bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan pembaca lain pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), No. 13/PT/B/1983, Jakarta.

2. Kardiono Tjokrodimuljo, ME, Bahan Bangunan, Teknik Sipil UGM, Yogyakarta, 1995

3. Kerb Robert, D., and Walker Richard, D., 1971, Highways Materials, Mc., Graw Hill Book Company, New York, USA.

4. Silvia Sukirman, Perkerasan lentur Jalan Raya, Penerbit Nova.

5. Sudarsono, D. U., 1984, Teori Gradasi dan Pengetrapannya, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit PU, Jakarta.

6. Sudarsono, D. U., 1977,"Teori Gradasi dan Umur Aspal Beton", Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jendaral Bina Marga, Badan Penerbit PU, Jakarta.

7. The Asphalt Institute, Asphalt Technology and Construction Practices, Instructor Guide, ES-1, Second Edition 1983, Maryland, USA.

8. The Asphalt Institute, Principles of Construction of Hot - Mix Asphalt Pavement, MS - 22, Januari 1983, Maryland, USA.

L A M P I R A N

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone Chrusher PT Perwita Karya)

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3") 63,5 mm (2,5") 50,8 mm (2") 37,5 mm (1,5") 25,4 mm (1") 19,0 mm (3/4") 12,5 mm (0,5") 09,5 mm (3/8") 06,3 mm (1/4") 4,75 mm (no4)	63,5 mm (2,5") 50,8 mm (2") 37,5 mm (1,5") 25,4 mm (1") 19,0 mm (3/4") 12,5 mm (0,5") 09,5 mm (3/8") 06,3 mm (1/4") 4,75 mm (no4) 2,36 mm (no8)	 2500 2500 	
JUMLAH BENDA UJI		5000	
JUMLAH TERTAHAN DISIEVE 12(B)		3412	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		31,76 %	

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone Chrusher PT Perwita Karya)

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) ----> (BJ)	1022	
Berat benda uji dalam air ----------> (BA)	626	
Berat sampel kering oven (BK)	998	
Berat jenis (Bluk) = $\frac{BK}{(BJ-BA)}$	2,520	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ-BA)}$	2,581	
BJ semu = $\frac{BK}{(BK-BA)}$	2,683	
Penyerapan = $\frac{(BJ-BK)}{BK}$ x 100 %	2,405 %	

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500	
Berat vicnometer + air (B)	727	
Berat vicnometer + air + benda uji (BT)	1051	
Berat sampel kering oven (BK)	487	
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,77	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,84	
BJ semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,98	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} x\ 100\%$	2,67 %	

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis contoh : Agregat Batu Bata

Contoh dari : Wates

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500	
Berat vicnometer + air (B)	717	
Berat vicnometer + air + benda uji (BT)	1029	
Berat sampel kering oven (BK)	477	
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,537	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,660	
BJ semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,891	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} x\ 100\%$	4,822 %	

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60-70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
PEMANASAN SAMPEL Mulai pemanasan Selesai pemanasan	 26°C 148°C	 12.30 Wib 12.50 Wib
PEMERIKSAAN Mulai Selesai	 26°C 26°C	 15.30 Wib 09.30 Wib

HASIL PEMERIKSAAN

Benda uji	Persen luas permukaan yang terselimuti aspal
Batu pecah	100 %

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT DATA

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone chrusher, PT Perwita Karya)

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

TRIAL NUMBER		1	2	3
Soaking (10,1 Min)	Start Stop	10.28 10.38		
Sendimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start Stop	10.43 11.03		
Clay Reading		3,85		
Sand Reading		0,95		
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		24,675		
Avarage Sand Equivalent		75,325		
Remark : Syarat Sand Equivalent min 50%				

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah dan Batu Bata

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone chrusher, PT Perwita Karya)

Semin, Wonosari

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

Saringan	berat tertahan	Jlh berat tertahan	% tertahan	% lolos	ideal
50,00 (2,5")					
37,50 (1,5")					
25,40 (1")					
19,00 (3/4")	0	0	0	100	100
12,50 (1/2")	120	120	10	80 - 100	90
9,50 (3/8")	120	240	20	70 - 90	80
4,75 No 4	240	480	40	50 - 70	60
2,36 No 8	210	690	57,5	35 - 50	42,5
No 30	228	918	76,5	18 - 29	23,5
No 50	66	984	82	13 - 23	18
No 100	72	1056	88	8 - 16	12
No 200	60	1116	93	4 - 10	7
P A N	84	1200	100	-	0

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN DAKTILITAS / RESIDUE

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembc. suhu ± 135°C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Waterbath pada suhu 25°C	60 menit	Pembac. suhu Waterbath ± 25°C
Pemeriksaan	Daktilitas 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembac. suhu alat ± 25°C

Daktilitas pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	> 100 cm
Pengamatan II	> 100 cm
Rata - rata (I + II)	> 100 cm

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

	Pembac. suhu	Pembac. waktu
PEMANASAN SAMPEL Mulai Pemanasan Selesai Pemanasan	 26°C 150°C	 10.28 Wib 10.58 Wib
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG Mulai Selesai	 150°C 26°C	 11.00 Wib 13.30 Wib
DIRENDAM DALAM AIR SUHU	25°C	
Mulai Selesai	26°C 25°C	13.35 Wib 14.05 Wib
DIPERIKSA Mulai Selesai	 25°C 25°C	 14.12 Wib 14.25 Wib

H A S I L P E N G A M A T A N

Sket Hasil Pemeriksaan	No	Cawan (I)	Cawan (II)
*2 *5 *1 *3 *4	1 2 3 4 5	69 73 75 72 75	71 74 72 74 72
rata-rata		72,8	72,6

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

No	Urutan Pemeriksaan	Berat (gram)
1	Berat vicnometer	29,12
2	Berat vicnometer + Aquades	78,94
3	Berat air (2 - 1)	49,82
4	Berat vicnometer + contoh aspal	31,18
5	Berat contoh Aspal (4 - 1)	2,06
6	Berat vicnometer + contoh + Aquades	78,94
7	Berat airnya saja (6 - 4)	47,76
8	Isi contoh / air yang dipindahkan (3 - 7)	2,06
9	Berat jenis Aspal (5 / 7)	1

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

	Pembac. suhu	Pembac. waktu
PEMANASAN SAMPEL Mulai Pemanasan Selesai Pemanasan	 26°C 150°C	 10.30 Wib 10.55 Wib
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG Mulai Selesai	 150°C 26°C	 10.58 Wib 13.00 Wib
DIRENDAM DALAM AIR SUHU Mulai Selesai	 5°C	 Wib Wib
DIPERIKSA Mulai Selesai	 5°C 50°C	 14.00 Wib 14.10 Wib

H A S I L P E N G A M A T A N

No	Suhu yang diamati	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5				
2	10	1'03"	1'03"		
3	15	2'45"	2'45"		
4	20	4'09"	4'09"		
5	25	5'12"	5'12"		
6	30	6'04"	6'04"		
7	35	6'52"	6'52"		
8	40	7'41"	7'41"		
9	45	8'48"	8'48"		
10	48	9'33"		48°C	
11	50		9'53"		50°C

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

	Pembac. suhu	Pembac. waktu
PEMANASAN SAMPEL Mulai Pemanasan Selesai Pemanasan	 26°C 150°C	 10.28 Wib 10.58 Wib
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG Mulai Selesai	 150°C 26°C	 11.00 Wib 13.30 Wib
DIPERIKSA Mulai Selesai	 26°C 336°C	 13.45 Wib 14.10 Wib

H A S I L P E N G A M A T A N		
CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	320° C	336° C

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH KADAR BATU BATA SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

==========

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL^4

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : April 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

Pembukaan contoh	Dipanas mulai selelai	Pembac. suhu	Pembac. waktu
Pemeriksaan			
1. Penimbangan	mulai		12.30 WIB
2. Pelarutan	mulai		12.40 WIB
3. Penyaringan	mulai		13.20 WIB
	selesai		13.30 WIB
4. Oven	mulai	70°C	13.50 WIB
5. Penimbangan	selesai		14.00 WIB

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 73,44 gram
2. Berat Erlenmeyer + aspal	= 75,51 gram
3. Berat aspal (2 - 1)	= 2,07 gram
4. Berat kertas saring bersih	= 0,63 gram
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,645 gram
6. Bera endapannya saja (5 - 4)	= 0,015 gram
7. Persentase endapan (6/3 x 100%)	= 0,72 %
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99,28 %

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan/ Proyek :TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir:PENELITIAN PENGARUH KADAR SEMEN MERAH (BATU BATA) SEBAGAI FILLER TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

PENELITI : 1. ELFIAR ARIFIN 85310192
2. IDA SURYANTI 85310201

HASIL TEST MARSHALL AGREGAT BATU PECAH ASPAL AC 60 - 70

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
														VFWA	VITM			STBL	FLOW	QM
1 - A	67,28	4,5	4,31	1166	1168	648	520	2,242	2,483	9,663	80,351	9,986	19,649	49,178	9,706	576	2044	1796,880	2,032	884,291
1 - B	66,37	4,5	4,31	1177	1179	670	509	2,312	2,483	9,965	82,860	7,175	17,140	58,139	6,887	498	1770	1586,274	3,048	520,431
Rata-rata	66,825	4,5	4,31	1171,5	1173,5	659	514,5	2,277	2,483	9,814	81,6055	8,5805	18,3945	53,6585	8,2985	537	1907	1691,577	2,540	702,361
2 - A	63,80	5	4,76	1178	1179	683	496	2,375	2,464	11,305	84,717	3,978	15,283	73,971	3,612	730	2584	2521,984	2,794	902,643
2 - B	63,83			1181	1184	687	497	2,376	2,464	11,400	84,752	3,848	15,248	74,764	3,571	800	2829	2761,104	3,048	905,874
Rata-rata	63,815			1179,5	1181,5	685	496,5	2,3755		11,3525	84,7345	3,913	15,2655	74,3675	3,5915	765	2706,5	2641,544	2,921	904,258
3 - A	62,96	5,5	5,21	1177	1182	687	495	2,377	2,445	12,384	84,387	3,229	15,613	79,318	2,781	735	2601	2636,114	3,302	798,339
3 - B	64,25			1174	1182	681	501	2,343		12,207	83,181	4,612	16,819	72,579	4,172	659	2335	2225,722	3,302	674,053
Rata-rata	63,605			1175,5	1182	684	498	2,360		12,2955	83,784	3,9205	16,216	75,9485	3,4765	697	2468	2430,918	3,302	736,196
4 - A	62,88	6	5,66	1173	1176	680	496	2,364	2,427	13,380	83,528	3,092	16,472	81,229	2,596	643	2279	2314,325	3,556	650,823
4 - B	63,77			1179	1186	682	504	2,337		13,227	82,574	4,199	17,426	75,904	3,708	659	2335	2286,432	3,556	642,979
Rata-rata	63,325			1175,5	1181	681	500	2,3505		13,3035	83,051	3,6455	16,949	78,5665	3,152	651	2307	2300,379	3,556	646,901
5 - A	62,80	6,5	6,10	1172	1176	683	493	2,377	2,409	14,499	83,598	1,905	16,404	88,387	1,328	568	2016	2051,280	4,318	475,053
5 - B	62,90			1170	1173	681	492	2,378		14,506	83,631	1,863	16,369	88,619	1,289	657	2328	2362,920	3,810	620,189
Rata-rata	62,85			1171	1174,5	682	492,5	2,3775		14,5025	83,6135	1,884	16,3865	88,503	1,3085	612,5	2172	2207,100	4,064	547,621

Keterangan :

t = Tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat (gram) sebelum diredam

d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml) = d - e

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum (teritorial)

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

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

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

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

l = % rongga terhadap agregat = 100 - j

m = % rongga terisi aspal = 100 x (i/l)

n = rongga terhadap campuran = 100 - 100 (g/h)

o = pembacaan arloji stabilitas

q = stabilitas (p x koreksi benda uji)

r = kelelehan (0,01 mm)

s = quantient marshall

-. Suhu pemadatan : + 140 C

-. Suhu waterbath : 60 C

-. B.J. Aspal : 1,00

-. B.J. Aggregat : 2,670

Tanda tangan

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan/ Proyek : TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir: PENELITIAN PENGARUH KADAR SEMEN MERAH (BATU BATA) SEBAGAI FILLER TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

PENELITI : 1. ELFIAR ARIFIN 85310192
2. IDA SURYANTI 85310201

HASIL TEST MARSHALL AGREGAT FRAKSI III (FILLER) BATU BATA

ASPAL AC 60 - 70

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
														VFWA	VITM			STBL	FLOW	MM
1 - A	71,02	4,5	4,31	1178	1190	625	565	2,084	2,367	8,982	78,815	12,203	21,185	42,398	11,956	319	1142	953,227	3,048	312,739
1 - B	71,45			1179	1190	627	563	2,094		9,025	79,193	11,782	20,807	43,375	11,534	405	1444	1197,654	3,302	362,706
Rata-rata	71,235			1178,5	1190	626	564	2,089		9,0035	79,004	11,9925	20,996	42,8865	11,745	362	1293	1075,441	3,175	337,723
2 - A	69,55	5	4,76	1176	1183	631	552	2,130	2,350	10,139	80,176	9,685	19,824	51,145	9,362	480	1707	1446,512	2,921	495,211
2 - B	69,65			1163	1165	625	540	2,153		10,248	81,042	8,710	18,958	54,056	8,383	405	1444	1222,346	3,048	401,032
Rata-rata	69,60			1169,5	1174	628	546	2,1415		10,1935	80,609	9,1975	19,391	52,6005	8,8725	442,5	1575,5	1334,429	2,9845	448,122
3 - A	70,62	5,5	5,21	1180	1192	635	557	2,118	2,334	11,035	79,348	9,617	20,652	53,433	9,254	369	1318	1103,957	2,921	377,938
3 - B	69,97			1177	1190	631	559	2,105		10,967	78,861	10,172	21,139	51,880	9,811	419	1493	1259,943	4,064	310,025
Rata-rata	70,295			1178,5	1191	633	558	2,1115		11,001	79,1045	9,8945	20,8955	52,6565	9,5325	394	1405,5	1181,950	3,493	343,982
4 - A	69,80	6	5,66	1190	1203	647	556	2,140	2,317	12,112	79,791	8,097	20,209	59,934	7,639	417	1486	1256,413	4,064	309,157
4 - B	68,63			1171	1178	637	541	2,164		12,248	80,686	7,066	19,314	63,415	6,603	432	1539	1318,615	3,302	399,338
Rata-rata	69,215			1180,5	1190,5	642	548,5	2,152		12,180	80,2385	7,5815	19,7615	61,6745	7,121	424,5	1512,5	1287,514	3,683	354,248
5 - A	69,28	6,5	6,10	1182	1192	645	547	2,160	2,301	13,176	80,161	6,663	19,839	66,415	6,128	465	1654	1406,396	4,318	325,705
5 - B	68,77			1175	1186	643	543	2,163		13,194	80,273	6,533	19,727	66,883	5,997	370	1321	1129,719	3,556	317,694
Rata-rata	69,025			1178,5	1189	644	545	2,1615		13,185	80,217	6,598	19,783	66,649	6,0625	417,5	1487,5	1268,058	3,937	321,699

Keterangan :

t = Tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat (gram) sebelum diredam

d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml) = d - e

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum (teritorial)

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

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

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

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

l = % rongga terhadap agregat = 100 - j

m = % rongga terisi aspal = 100 x (i/l)

n = rongga terhadap campuran = 100 - 100 (g/h)

o = pembacaan arloji stabilitas

q = stabilitas (p x koreksi benda uji)

r = kelelehan (0,01 mm)

s = quantient marshall

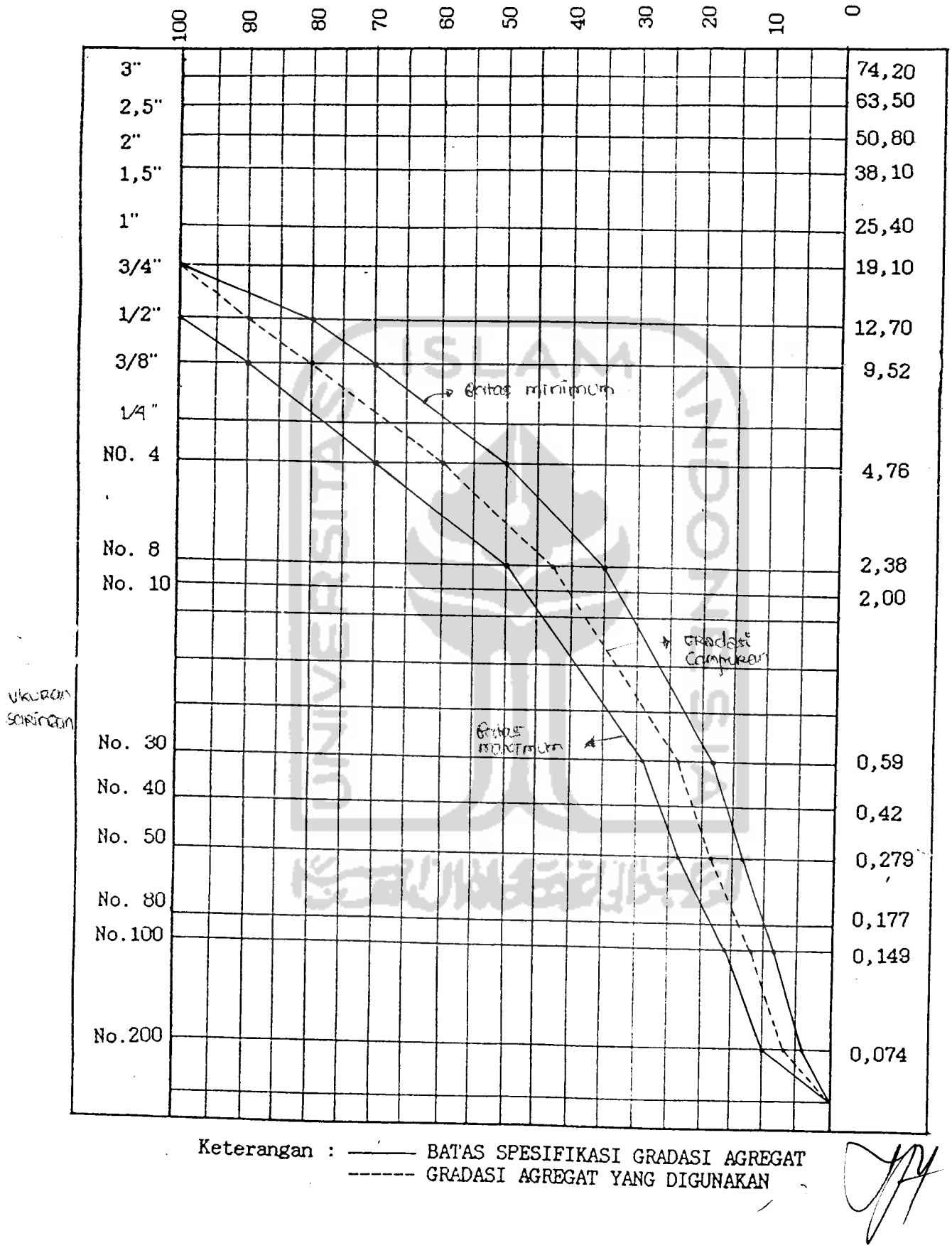
-. Suhu pemadatan : + 140 C

-. Suhu waterbath : 60 C

-. B.J. Aspal : 1,00

-. B.J. Aggregat : 2,5302

Tanda tangan



Keterangan : ——— BATAS SPESIFIKASI GRADASI AGREGAT
------ GRADASI AGREGAT YANG DIGUNAKAN