TUGAS AKHIR

PENELITIAN LABORATORIUM PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT DARI BATU PECAH DAN BATU BULAT TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA

DISUSUN OLEH :

1. AFDHILAN AKHYAR : 88 310 088
2. RULIA KUSWIDATI : 88 310 072

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1995

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

TUGAS AKHIR

PENELITIAN LABORATORIUM PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT DARI BATU PECAH DAN BATU BULAT TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

DISUSUN OLEH :

Afdhilan akhyar

No. Mhs. : 88 310 088

NIRM. : 88 5014330082

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYA

Diajukan Sebagai salah satu persyaratan
Untuk Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknil Sipil
dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

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

1995

PRAKATA

Assalammu'alaikum Wr.Wb.

Dengan mengucap syukur Alhamdullilah kehadirat Allah SWT atas segala bimbingan dan limpahan rahmatNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul " Pengaruh Penggunaan Agregat dari Batu Pecah dan Batu Bulat Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal" dengan lancar.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat bagi penyusun untuk memperoleh derajat Sarjana Tehnik Sipil pada Jurusan Tehnik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dengan adanya motivasi dan dukungan merupakan awa dari keberhasilan tersusunnya Tugas Akhir ini, tiada l karena tuntunanNya pula. Semua ini bukannya tiada kend namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai piha secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu r un mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pi ang telah mencurahkan pikiran, tenaga dan meluan vaktu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Melalui Kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS selaku Dekan Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE selaku Ketua Jurusan Tehnik Sipil, Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. H. Wardhani Sartono, MSc selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
5. Kepada staf pegawai Laboratorium Jalan Raya Jurusan Tehnik Sipil Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam indonesia.
6. Bapak, Ibu , kakak dan adik tercinta yang telah memberikan bimbingan, dorongan serta doa-doanya yang selalu dipanjatkan selama proses penyusunan.
7. Seseorang yang selalu kukasihi.

Akhir kata, Semoga Allah Swt memberikan pahala yang setimpal atas segala bantuan serta bimbingannya.

Wabillahi taufiq walhidayah.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, April 1995

Penyusun

DAFTAR ISI

		halaman
PRAKATA		i
DAFTAR ISI		iii
DAFTAR TABEL		v
DAFTAR GAMBAR		vi
DAFTAR LAMPIRAN		vii
HALAMAN PERSEMBAHAN		ix
INTISARI		x
BAB I.	PENDAHULUAN	
	1.1. Latar belakang	1
	1.2. Tujuan Penelitian	3
	1.3. Faedah Penelitian	4
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1. Konstruksi Perkerasan Jalan	5
	2.2. Bahan Konstruksi Perkerasan Jalan	7
	1. Aspal	7
	2. Agregat	11
	2.3. Karakteristik Konstruksi Perkerasan jalan	17
BAB III.	LANDASAN TEORI	
	3.1. Beton Aspal	20
	3.2. Kadar Aspal dalam Campuran	21
	3.3. Agregat Batu Pecah	22
	3.4. Agregat Batu Bulat	23
BAB IV.	HIPOTESIS	25
BAB V.	METODE PENELITIAN	
	5.1. Bahan	26
	5.1.1. Asal Bahan	26
	5.1.2. Persyaratan dan Pengujian Bahan	27

5.2. Peralatan 32
5.3. Jalannya Penelitian 33
5.3.1. Persiapan dan Pembuatan Benda Uji 33
5.3.2. Pengujian Benda Uji..... 37
5.4. Anggapan Dasar..... 39

5.5. Cara Analisis..... 40
5.6. Kesulitan-kesulitan dan Cara Penyelesaiannya 43

BAB VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
6.1. Hasil Penelitian 44
6.1.1. Agregat..... 44
6.1.2. Aspal..... 47
6.1.3. Beton aspal..... 48
6.2. Pembahasan 56
A. Perbandingan Perilaku Campuran Beton Aspal dengan Agregat dari Batu Pecah dan Agregat dari Batu Bulat..... 58
B. Tinjauan terhadap Specifikasi Bina Marga..... 62

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN
7.1. Kesimpulan 65
7.2. Saran 67

BAB VIII. PENUTUP 68
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 5.1. Spesifikasi gradasi agregat campuran.... 33

Tabel 5.2. Kebutuhan agregat untuk satu benda uji.. 34

Tabel 6.1. Spesifikasi agregat kasar dari batu pecah dan hasil pengujian laboratorium..... 42

Tabel 6.2. Spesifikasi agregat kasar dari batu bulat dan hasil pengujian laboratorium..... 43

Tabel 6.3. Spesifikasi agregat halus dari batu pecah dan hasil pengujian laboratorium..... 43

Tabel 6.4. Spesifikasi agregat halus dari batu bulat dan hasil pengujian laboratorium..... 44

Tabel 6.5. Spesifikasi aspal AC 60-70 dan hasil pengujian laboratorium..... 45

Tabel 6.6. Persyaratan campuran beton aspal..... 47

Tabel 6.7. Hasil pengujian Marshall campuran beton aspal 48

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 6.1. Grafik hubungan kadar aspal dan stabilitas 49

Gambar 6.2. Grafik hubungan kadar aspal dan kelelehan (flow)..... 50

Gambar 6.3. Grafik hubungan kadar aspal dan % rongga dalam campuran (VIM)..... 51

Gambar 6.4. Grafik hubungan kadar aspal dan % rongga terisi aspal (VFB)..... 52

Gambar 6.5. Koridor campuran dengan agregat dari batu pecah 53

Gambar 6.6. Koridor campuran dengan agregat dari batu bulat 53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu peserta Tugas Akhir

Lampiran 2. Surat keterangan selesai penelitian dari Lab.Jalan Raya JTS Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan UII

Lampiran 3. Hasil pemeriksaan agregat kasar batu pecah

Lampiran 4. Hasil pemeriksaan agregat kasar batu bulat

Lampiran 5. Hasil pemeriksaan agregat halus batu pecah

Lampiran 6. Hasil pemeriksaan agregat halus batu bulat

Lampiran 7. Tabel Prosentase lolos saringan

Lampiran 8. Hasil analisa saringan agregat kasar dan halus

Lampiran 9. Hasil pemeriksaan aspal AC 60-70

Lampiran 10. Pemeriksaan Marshall benda uji batu pecah

Lampiran 11. Pemeriksaan Marshall benda uji batu bulat

Lampiran 12. Hasil pemeriksaan Marshall untuk agregat batu pecah

Lampiran 13. Hasil pemeriksaan Marshall untuk agregat batu bulat

Lampiran 14. Pemeriksaan Marshall kadar aspal optimum batu pecah

Lampiran 15. Pemeriksaan Marshall kadar aspal optimum batu bulat

Lampiran 16. Hasil pemeriksaan Marshall kadar aspal optimum agregat batu pecah

Lampiran 17. Hasil pemeriksaan Marshall kadar aspal optimum agregat batu bulat

INTISARI

Konstruksi perkerasan beton aspal yang sudah dibangun dewasa ini biasanya menggunakan agregat dari batu pecah sebagai bahan susunnya. Kenyataan bahwa di sungai sungai tertentu banyak dijumpai agregat batu bulat dengan kwalitas yang baik dan dengan ukuran partikel yang relatif sesuai untuk bahan susun beton aspal, karena itu perlu dipikirkan kemungkinan penggunaanya sebagai bahan alternatif selain batu pecah.

Penelitian ini bermaksud meneliti kemungkinan tersebut dengan cara menganalisa perilaku campuran beton aspal apabila menggunakan agregat dari batu bulat. Sebagai pembanding maka dilakukan juga penelitian terhadap campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah. Perilaku beton aspal tersebut diukur dari nilai-nilai stabilitas, kelelehan, rongga dalam campuran (VIM), dan persentase rongga terisi aspal (VFB) yang diketahui dengan melakukan pengujian marshall ("Marshall Test") terhadap benda uji campuran beton aspal tersebut.

Dari hasil penelitian yang kami peroleh diketahui bahwa campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah mempunyai nilai stabilitas, kelelehan dan VIM yang lebih tinggi daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat dan sebaliknya untuk nilai VFB. Walaupun demikian penggunaan agregat dari batu bulat ternyata dapat menghasilkan campuran beton aspal yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga yaitu pada kadar aspal 5.258 % s/d 5.605 % , sedangkan agregat dari batu pecah menghasilkan campuran beton aspal yang memenuhi persyaratan pada kadar aspal 5.480 % s/d 5.689 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Untuk menunjang Pembangunan Nasional secara keseluruhan, sangat diperlukan adanya sarana dan prasarana transportasi yang baik dan memadai, baik transportasi darat, laut maupun udara.

Dalam hal transportasi darat, moda transportasi jalan raya merupakan moda transportasi yang sangat penting karena dibutuhkan hampir oleh semua orang dalam aktivitas kesehariannya,baik aktivitas dalam bidang ekonomi, sosial, politik dan sebagainya. Oleh karena itu pemerintah banyak sekali melakukan pembangunan jalan raya, baik pembangunan jalan baru maupun peningkatan dan perbaikan jalan-jalan yang sudah ada.

Ditinjau dari tipe konstruksi perkerasannya, jalan-jalan yang dibangun dewasa ini kebanyakan merupakan tipe perkerasan lentur (" fleksible pavement") yakni jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikatnya. Salah satu jenis perkerasan lentur yang banyak digunakan di Indonesia terutama untuk jalan dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi sampai dengan volume lalu lintas yang tinggi adalah perkerasan beton aspal.

Karakteristik beton aspal dipengaruhi oleh karakteristik bahan susunnya (aspal dan agregat), komposisi

campuran dan pelaksanaan pencampuran, penghamparan serta pemadatannya. Di Indonesia, beton aspal biasanya menggunakan aspal keras/aspal cement, AC 60-70 dan AC 80-100 dengan agregat dari batu pecah.

Aspal keras atau aspal cement merupakan jenis aspal yang diperoleh melalui proses destilasi minyak bumi yang pada temperatur ruang $(25^{o}-30^{o})C$ berwujud padat. Angka 60-70 dan 80-100 merupakan nilai penetrasi aspal keras tersebut yang menunjukkan tingkat kekerasan aspal yang bersangkutan. Tingkat kekerasan aspal tersebut akan berpengaruh terhadap karakteristik beton aspal terutama terhadap nilai stabilitas dan kelelehan (flow) yang merupakan indikator kekuatan dan kelenturan campuran beton aspal tersebut.

Agregat batu pecah merupakan hasil pemecahan batuan yang lebih besar dengan menggunakan suatu instlasi pemecah batu) yang disebut APP (Agregat Processing Plant) yang terdiri dari beberapa unit mesin pemecah batu ("Stone Crusher") yang diatur sedemikian rupa sehingga agregat yang dihasilkan terdiri dari beberapa kelompok ukuran (fraksi) tertentu, yakni agregat kasar("course agregate"), agregat sedang ("medium agregate"), agregat halus ("Fine agregate") serta bahan pengisi ("filler") yang berupa debu batu. Dengan adanya fraksi-fraksi tersebut, maka akan lebih mudah untuk membentuk suatu campuran agregat dengan gradasi tertentu sesuai yang diinginkan dibandingkan

dengan agregat dari batu bulat, yakni agregat hasil pemecahan secara alami seperti akibat aliran sungai. Disamping itu, agregat pecah juga mempunyai kelebihan yang lain dibandingkan agregat batu bulat (batu alam) seperti, bentuk butirnya yang "cubical" akan menghasilkan sifat saling mengunci ("interlocking") yang lebih kuat, kekasaran permukaannya yang lebih tinggi akan menghasilkan kekesatan ("skid resistance") dan gesekan dalam ("Internal friction") yang lebih tinggi serta daya lekat terhadap aspal yang lebih tinggi pula.

Namun demikian, untuk kasus-kasus tertentu dimana di satu sisi banyak terdapat batu bulat dengan kualitas baik, sementara di sisi lain biaya yang tersedia untuk pembangunan jalan tersebut relatif terbatas maka perlu dipikirkan kemungkinan penggunaan batu bulat sebagai bahan alternatif selain batu pecah untuk material beton aspal.

Bertitik tolak dari hal-hal tersebut diatas dan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir, kami tertarik untuk membandingkan karakteristik beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah dan yang menggunakan agregat dari batu bulat dengan menggunakan jenis aspal keras yang sama yaitu AC 60-70.

1.2.Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki dan membandingkan karakteristik beton aspal yang menggunakan

agregat dari batu pecah dan yang menggunakan agregat dari batu bulat.

Karakteristik beton aspal dapat diketahui dengan mencari nilai/harga daripada :

a. Stabilitas
b. Kelelehan (flow)
c. Marshall Quatient
d. Rongga dalam campuran (VIM = Void In Mix)
e. Rongga terisi aspal (VFB = Void Filled with Bitumen)

Nilai dari karakteristik beton aspal di atas dapat diketahui dengan melakukan pemeriksaan Marshall (Marshall Test). Baik cara pelaksanaannya maupun hasil penelitian mengacu pada persyaratan dari Bina Marga.

1.3. Faedah Penelitian

Faedah atau manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran tentang kemungkinan penggunaan batu bulat sebagai bahan susun beton aspal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Suatu Jalan Raya yang hanya terdiri dari lapisan tanah saja tidak akan kuat dan tahan dalam mendukung beban lalulintas serta pengaruh-pengaruh cuaca. Karena itu maka perlu adanya suatu lapisan tambahan yang dibuat khusus dan dengan bahan yang terpilih, yang disebut sebagai konstruksi perkerasan jalan.

Ada beberapa tipe konstruksi perkerasan jalan yang biasa digunakan, akan tetapi berdasarkan bahan pengikat yang digunakan konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

a). Konstruksi perkerasan lentur ("flexible pavement") yaitu perkerasan jalan yang menggunakan bahan ikat aspal.

b). Konstruksi perkerasan kaku ("rigid pavement") yaitu perkerasan jalan yang menggunakan bahan ikat semen portland.

c). Konstruksi perkerasan komposit ("composite pavement"), kombinasi dari perkerasan lentur dan kaku. Dapat berupa perkerasan kaku diatas perkerasan lentur atau sebaliknya.

Sesuai dengan topik yang dibahas yaitu mengenai perkerasan beton aspal yang merupakan salah satu jenis perkerasan lentur, maka untuk selanjutnya pembahasan akan dibatasi mengenai perkerasan lentur saja.

Konstruksi perkerasan lentur biasanya terdiri dari beberapa lapis, dengan kualitas bahan semakin kebawah semakin rendah. Hal ini dimungkinkan karena adanya sifat penyebaran gaya, sehingga gaya persatuan luas yang dipikul semakin kebawah akan semakin kecil. Lapisan-lapisan tersebut biasanya terdiri dari lapis tanah dasar (sub grade), lapis pondasi bawah (sub base course),lapis pondasi (base course) dan lapis permukaan (surface course). Masing-masing lapisan mempunyai fungsi tersendiri, karena itu persyaratan untuk setiap lapisan juga berlainan.

Lapisan permukaan merupakan lapisan paling atas yang langsung menerima beban lalulintas serta pengaruh cuaca dan iklim, sehingga menuntut persyaratan yang paling tinggi. Selain harus mampu mendukung dan menyebarkan beban lalulintas, juga harus mempunyai sifat kedap air untuk melindungi lapisan dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air, harus mempunyai kekesatan tertentu untuk mencegah selipnya roda kendaraan tapi juga harus mempunyai kerataan tertentu agar tercipta keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan. Sehubungan dengan hal-hal diatas tersebut maka lapis permukaan inilah yang biasanya menggunakan aspal sebagai bahan ikat. Selain sebagai

pengikat butir-butir agregat, aspal tersebut juga akan mengisi rongga-rongga kecil antar butir agregat sehingga menghasilkan sifat kedap air. Salah satu jenis lapis permukaan yang banyak digunakan di Indonesia adalah lapis permukaan dengan beton aspal, terutama digunakan untuk jalan dengan volume lalulintas yang tinggi.

2.2. Bahan Konstruksi Perkerasan Jalan

Bahan susun konstruksi perkerasan lentur dapat berupa agregat saja atau campuran dari agregat dan aspal. Untuk lapis permukaan yang dituntut mempunyai sifat kedap air dan udara serta mampu mendukung beban lalulintas yang besar dengan sifat gaya yang bervariasi seperti gaya vertikal, gaya horisontal, gaya getaran dan lain-lain biasanya terdiri dari campuran agregat dan aspal.

1. Aspal

Aspal merupakan bahan yang tersusun atas bitumen dan mineral. Bitumen adalah bahan yang berwarna coklat hingga hitam, pada temperatur ruang berwujud padat hingga cair, mempunyai sifat lekat baik dan berlemak, larut dalam CS_2 dan CCl_4 serta tidak larut dalam air.

Pada konstruksi perkerasan jalan, aspal berfungsi sebagai berikut :

a). bahan pengikat agregat

b). bahan pengisi dan penutup rongga antar agregat maupun pori-pori pada agregat itu sendiri.

A. Jenis Aspal

Aspal dibedakan dalam 2 kelompok, yaitu :

1). Aspal Alam

Aspal jenis ini langsung diambil dari alam sebagai bahan tambang. Aspal alam ini dibedakan atas dua jenis yaitu aspal danau (lake asphalt) dan aspal gunung (Rock asphalt). Aspal alam tidak begitu banyak digunakan sebagai bahan konstruksi jalan. Di Indonesia aspal alam terdapat di Pulau Buton yang dikenal dengan sebutan Butas (Buton aspal).

2). Aspal Buatan

Aspal buatan merupakan residu dari proses destilasi minyak bumi yang diolah lebih lanjut. Aspal jenis ini disebut juga aspal minyak, merupakan jenis aspal yang paling banyak dipakai sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan . Aspal minyak ini dibedakan menjadi tiga, yaitu :

a. Aspal Keras/Aspal semen (AC)

Aspal semen adalah jenis aspal minyak yang pada temperatur ruang (25^{o}-30^{o})C berwujud padat. Karena wujud-nya 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 ditunjukkan oleh nilai/angka penetrasi pada temperatur 25^{o}C. Semakin rendah angka penetrasi menunjukkan semakin keras aspal tersebut dan sebaliknya. Di Indonesia aspal keras biasa dikelompokkan sebagai berikut :

1). AC 40-50

2). AC 60-70

3). AC 80-100

4). AC 120-150

5). AC 200-300

Angka-angka tersebut menunjukkan nilai penetrasi aspal yang bersangkutan (dalam satuan 0,1 mm) pada temperatur 25^{o}C.

b. 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. Aspal cair dibedakan atas tiga jenis berdasarkan bahan pelarutnya, yaitu :

1). RC (rapid curing) yaitu aspal cair yang menggunakan gasoline (bensin) sebagai bahan pelarut, merupakan jenis aspal cair yang paling cepat menguap.

2). MC (Medium curing), yaitu aspal cair dengan bahan pelarut kerosene (minyak tanah) mempunyai kecepatan penguapan menengah.

3). SC (slow curing), yaitu aspal cair dengan bahan pelarut diesel oil (solar) sehingga mempunyai kecepatan penguapan yang rendah.

Masing-masing jenis aspal cair tersebut masih dibedakan lagi berdasarkan nilai viskositasnya pada temperatur 60^{o}C.

c. Aspal Emulsi

Aspal emulsi adalah jenis aspal yang diperoleh dengan mencampur aspal keras dengan air dan bahan pengemulsi. Aspal emulsi yang dipergunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas muatan listrik yang dikandungnya, yaitu :

1). Aspal emulsi anionik, yaitu aspal emulsi yang bermuatan listrik negatif yang diperoleh bila bahan pelarutnya berupa larutan asam.

2). Aspal emulsi kationik, yaitu aspal emulsi dengan muatan listrik positif, diperoleh dengan bahan pengemulsi berupa larutan basa.

Masing-masing jenis aspal emulsi tersebut diatas masih dibagi lagi berdasarkan kecepatan pengikatan yang terjadi yaitu rapid setting, medium setting dan slow setting yang dipengaruhi oleh jumlah bahan pengemulsi yang digunakan.

B. Sifat Aspal

Sifat-sifat aspal yang penting yang perlu diketahui dalam hubungannya sebagai bahan konstruksi perkerasan adalah sebagai berikut :

1. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal merupakan bahan yang termoplastis yaitu konsistensinya akan berubah seiring dengan perubahan temperatur. Pada temperatur rendah, konsistensinya tinggi dan sebaliknya pada temperatur yang lebih tinggi konsis-

tensinya akan berkurang. Sifat kepekaan terhadap temperatur dari setiap produksi aspal berbeda-beda tergantung dari sumbernya, hal ini perlu diketahui agar dapat ditentukan suhu pencampuran dan pemadatan yang ideal sehingga diperoleh mutu konstruksi perkerasan yang baik.

2. Adhesi dan kohesi

Sifat adhesi adalah sifat aspal yang dapat melekat dengan baik ke agregat, sedangkan kohesi adalah lekatan antara aspal itu sendiri. Kedua sifat ini memungkinkan terjadinya ikatan yang kuat pada campuran agregat tersebut.

3. Daya tahan (durability)

Daya tahan aspal yaitu kemampuan aspal dalam mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca. Sifat ini diperkirakan dari pemeriksaan Thin Film Oven Test.

2. Agregat

Agregat/batuan merupakan bahan penyusun utama konstruksi perkerasan jalan yakni mencapai (90-95) % terhadap berat total komponen penyusun perkerasan atau (75-85) % dari volume total, sehingga sifat dan kualitas agregat akan sangat mempengaruhi sifat dan kualitas konstruksi perkerasan jalan tersebut. Oleh karena itu, agregat yang akan digunakan sebagai bahan penyusun perkerasan harus memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu sesuai dengan spesifikasi.

A. Klasifikasi Agregat

Agregat dapat dikelompokkan berdasarkan asal kejadiannya, proses pengelolaannya dan besar / ukuran partikel-partikelnya.

1. Berdasarkan asal kejadiannya agregat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu :

a). batuan beku, yakni batuan yang terbentuk dari magma yang membeku.

b). batuan sedimen, yaitu batuan yang terbentuk dari pengendapan partikel-partikel mineral,sisa-sisa hewan dan tumbuhan.

c). batuan metamorf, yaitu batuan beku yang telah mengalami perubahan bentuk secara kimiawi maupun fisis.

2. Berdasarkan proses pengolahannya, agregat sebagai bahan susun konstruksi perkerasan jelas dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

a). Agregat alam

Agregat alam adalah agregat yang terbentuk oleh proses alam seperti akibat aliran sungai, jatuhan batuan dari atas bukit dan lain-lain. Karena proses pemecahannya yang terjadi secara alami maka ukuran partikel-partikelnya sering kali tidak sesuai dengan yang diinginkan untuk bahan konstruksi perkerasan. Disamping itu, bentuk butir agregat alam yang terbentuk oleh aliran sungai cenderung berbentuk bulat dengan permukaan yang licin.

b). Agregat hasil proses pengolahan (agregat pecah)

Agregate jenis ini diperoleh dengan memecah batu yang lebih besar dari ukuran yang di inginkan. Untuk konstruksi perkerasan jalan sebaiknya pemecahan dilakukan dengan mesin pemecah batu (stone crusher), karena ukuran butir-butir agregat yang dihasilkan akan lebih terkontrol sehingga gradasi yang diinginkan akan lebih mudah tercapai.Disamping kelebihan dalam hal ukuran butirnya, agregat hasil pemecahan ini juga memiliki bentuk butir yang cenderung berbentuk kubus (cubical) yang akan menghasilkan sifat saling mengunci yang lebih baik dibandingkan bentuk butir yang bulat serta permukaannya yang kasar akan memberikan tahanan gesek yang lebih besar pula dibandingkan permukaan yang licin.

c). Agregat buatan

Agregat buatan biasanya berupa bahan pengisi atau filler (partikel dengan ukuran < 0.075 mm) yang diperoleh dari hasil sampingan pabrik semen dan mesin pemecah batu.

3). Berdasarkan ukuran butirnya, Bina Marga menggolongkan agregat menjadi tiga jenis yaitu :

a). agregat kasar, yaitu agregat yang tertahan saringan no.8 atau 2,38 mm.

b). agregat halus , yaitu agregat yang lolos saringan no 8 atau 2,38 mm.

c). bahan pengisi (filler), yaitu bahan berbutir halus yang lolos saringan # 30 dimana prosentase berat butir yang lolos saringan # 200 minimum 65 %.

B. Persyaratan Agregat

Seperti telah diuraikan dimuka bahwa agregat sebagai bahan susun perkerasan harus memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu agar menghasilkan konstruksi perkerasan jalan yang juga memenuhi syarat. Secara umum persyaratan yang harus dipenuhi oleh agregat sebagai bahan konstruksi lapis keras adalah sebagai berikut :

1. Gradasi (Gradation)

Gradasi adalah distribusi ukuran butir agregat, yang dapat diketahui dengan melakukan tes saringan. Gradasi agregat akan berpengaruh terhadap volume rongga antar butir sehingga mempengaruhi nilai stabilitas dan sifat dapat dikerjakan (workability). Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu :

a). Gradasi menerus (continuous graded), yaitu bila ukuran butir dari yang kasar sampai halus mempunyai proporsi yang berimbang. Gradasi menerus akan menghasilkan susunan yang rapat (volume rongga antar agregat kecil) karena itulah agregat bergradasi menerus disebut juga agregat gradasi rapat (dense graded) atau sering pula disebut agregat bergradasi baik (well graded). Agregat bergradasi menerus akan menghasilkan perkerasan dengan stabilitas tinggi.

b). Gradasi Seragam (Uniformly graded), yaitu apabila ukuran butir-butir agregat tersebut hampir sama. Gradasi seragam akan membentuk susunan dengan volume rongga yang besar, sehingga disebut juga agregat bergradasi terbuka.

Konstruksi perkerasan yang dibentuknya akan mempunyai stabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan gradasi rapat dengan nilai permeabilitas yang lebih tinggi.

c). gradasi timpang/celah (gap graded), yaitu campuran agregat dimana satu fraksi tidak terdapat atau terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit.

2. Daya tahan terhadap abrasi

Agregat harus mempunyai nilai kekerasan tertentu agar tidak terjadi degradasi (pecahnya agregat menjadi butir-butir yang lebih kecil) pada saat pencampuran dan pemadatan maupun akibat beban lalulintas selama masa pelayanan. Derajat kekerasan agregat dapat diketahui dengan melakukan tes abrasi Los angeles, berdasarkan PB-0206-76. Nilai abrasi agregat yang diijinkan untuk bahan perkerasan jalan maksimum 40 %.

3. Keawetan (Soundness).

Selain harus tahan terhadap pengaruh-pengaruh mekanis, agregat juga harus awet dan tidak mudah mengalami disintergrasi oleh pengaruh cuaca. Hal ini diketahui dengan melakukan tes soundness dengan larutan natrium sulfat atau sodium sulfat. Agregat untuk lapis permukaan hendaknya mempunyai nilai soundness < 12 %.

4. Bentuk Butir (particle shape)

Butiran agregat yang bersudut dengan bentuk menyeru-

pai kubus (cubical) akan mempunyai angka gesek dalam (internal friction) yang tinggi dan sifat saling mengunci yang lebih besar sehingga menghasilkan kestabilan konstruksi perkerasan yang lebih besar pula.

Untuk itu disyaratkan minimum 40 % dari agregat tertahan saringan no. 4 mempunyai paling sedikit satu bidang pecah. Agregat berbentuk pipih juga harus dibatasi karena mudah pecah sewaktu proses pencampuran, pemadatan, maupun akibat beban lalu lintas serta menimbulkan segregasi selama proses pencampuran. Karena itu nilai indek kepipihan (flakinnes index) yang diijinkan maximum 25 %.

5. Porositas (Porosity)

Nilai porositas yang tinggi akan menyebabkan jumlah aspal yang diserap oleh agregat menjadi banyak, akan tetapi nilai porositas tertentu harus dimiliki agregat agar terdapat ikatan yang kuat antara agregat dengan aspal. Nilai porositas biasanya di perkirakan dari jumlah air yang terabsorbsi oleh agregat.

6. Tekstur permukaan (surface texture)

Agregat dengan permukaan yang halus/licin akan lebih mudah diselimuti aspal akan tetapi sulit untuk mempertahankan film aspal agar tetap melekat. Sedangkan agregat dengan permukaan yang kasar akan memberikan ikatan yang kuat sehingga akan menghasilkan stabilitas dan keawetan yang lebih baik.

Selain tekstur permukaannya, jenis batuan itu sendiri akan berpengaruh terhadap daya lekat aspal terhadap agregat. Agregat yang tidak mudah terikat dengan air akan memberikan ikatan yang kuat dengan aspal, agregat jenis ini disebut hydrophobic, misalnya agregat jenis basalt, limstone dan dolomit. Sedangkan agregat yang mudah terikat dengan air akan memberikan ikatan yang lemah antara agregat dengan aspal sehingga mudah terjadi stripping, agregat jenis ini disebut hydrophobic, misalnya agregat jenis quartzite.

Persyaratan kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95 % yang dapat diketahui dengan percobaan stripping berdasarkan PB 0205-76.

7. Kebersihan permukaan

Agregat tidak boleh mengandung bahan-bahan yang tidak mudah lepas seperti lempung, lanau, kalsium karbonat dan lain-lain melebihi suatu batas tertentu, karena bahan-bahan tersebut akan mengurangi daya lekat aspal dengan agregat. Gumpalan-gumpaln lempung pada agregat maksimum 0,25 %. Khusus untuk agregat halus, kadar bahan yang menyerupai lempung harus diperiksa dengan melakukan sand equivalent test, untuk bahan konstruksi perkerasan jalan nilai sand equivalent minimum adalah 50 %.

2.3. Karakteristik Konstruksi Perkerasan Jalan.

Agar dapat memenuhi fungsinya sebagai konstruksi perkerasan jalan yaitu melewatkan lalu lintas kendaraan

dengan aman dan nyaman serta dapat bertahan sesuai dengan umur rencana maka konstruksi perkerasan jalan harus memenuhi karakteristik-karakteristik tertentu. Karakteristik yang harus dipunyai oleh konstruksi perkerasan jalan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Stabilitas ("Stability")

Stabilitas adalah kemampuan konstruksi perkerasan jalan dalam mendukung beban lalu lintas sehinggga tidak terjadi deformasi permanen yang berarti. Stabilitass lapis perkerasan lentur dihasilkan dari penguncian antar butir agregat, gesekan antar butir dan lekatan yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas akan dipengaruhi oleh gradasi agregat yang digunakan, bentuk dan tekstur permukaan partikel agregat serta jenis dan kadar aspal yang digunakan.

b. Kelenturan ("Fleksibility")

Kelenturan adalah kemampuan lapis perkerasan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas tanpa menimbulkan retak-retak ("crack") dan perubahaan volume. Penggunaan aspal dengan penetrasi tinggi (aspal lunak) dengan kadar yang cukup tinggi akan meningkat kelenturan lapis perkerasan. Selain itu penggunaan agregat bergradasi senjang ("VMA besar") juga akan meningkatkan kelenturan lapis perkerasan.

c. Keawetan ("Durability")

Keawetan lapis perkerasan merupakan ketahanan lapis perkerasan tersebut terhadap keausan akibat pengaruh

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton Aspal

Beton aspal merupakan salah satu jenis konstruksi perkerasan lentur, yang merupakan campuran antara aspal keras (AC) dengan agregat bergradasi menerus yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Beton aspal dapat digunakan sebagai lapis permukaan (surface course), perata (leveling) dan sebagai lapis antara (binder). Untuk masing-masing fungsi tersebut terdapat perbedaan sifat yang harus dipenuhi, oleh karena itu terdapat sedikit perbedaan dalam persyaratan campuran-nya. Perbedaan itu diantaranya dalam hal gradasi agregat yang digunakan serta kadar aspal dalam campuran.

Beton aspal yang digunakan sebagai lapis permukaan harus memenuhi syarat-syarat kekuatan (Struktural) dan juga syarat-syarat non Struktural. Sebagai lapisan yang mempunyai fungsi struktural, beton aspal harus mempunyai daya dukung tertentu dalam mendukung beban lalulintas, yang biasanya dinyatakan dalam nilai stabilitas Marshall. Selain fungsi struktural , beton aspal juga mempunyai fungsi non struktural seperti sebagai lapis kedap air yang berfungsi melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh air serta sebagai lapis aus.

Untuk dapat memenuhi fungsinya tersebut, beton aspal harus memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu seperti stabilitas, kelelehan, volume rongga dan lain-lain dengan nilai tertentu. Agar persyaratan-persyaratan yang ditentukan tersebut dapat dipenuhi maka campuran beton aspal harus tersusun atas bahan-bahan yang memenuhi persyaratan serta direncanakan sesuai dengan prosedure yang telah ditentukan. Hal yang pokok dalam perencanaan beton aspal adalah menentukan proporsi campuran agregat sehingga memenuhi persyaratan gradasi yang ditentukan dan menentukan kadar aspal yang tepat yang akan menghasilkan campuran beton aspal dengan kualitas optimal.

3.2. Kadar Aspal Dalam Campuran

Aspal pada campuran beton aspal mempunyai fungsi untuk mengikat butir-butir agregat satu sama lain sehingga membentuk susunan yang kompak dan padat. Selain itu aspal tersebut juga akan mengisi rongga-rongga antar butir agregat serta rongga-rongga pada butir agregat itu sendiri.

Kadar aspal yang digunakan pada campuran beton aspal akan berpengaruh terhadap stabilitas, keawetan (durabilitas), kelenturan (fleksibilitas) serta kekesatan ("skid resistance") lapisan beton aspal. Kadar aspal yang terlalu rendah akan menghasilkan campuran dengan film aspal yang tipis dan daya ikat antar butir akan lemah sehingga keawetan, kelenturan dan kekuatan (stabilitas) beton aspal

tersebut akan rendah. Kenaikan kadar aspal sampai batas tertentu akan menaikkan nilai stabilitas campuran beton aspal. Sedangkan pemakaian kadar aspal yang terlalu tinggi selain akan mengurangi nilai stabilitas juga akan mengakibatkan rongga udara yang kecil sehingga tidak memungkinkan terjadinya pemadatan tambahan akibat beban lalulintas sehingga perkerasan menjadi kaku (fleksibilitas rendah) dan pada temperatur tinggi dapat terjadi bleeding yang akan mengurangi kekesatan lapis perkerasan .

Agar diperoleh kualitas beton aspal yang optimal maka kadar aspal dalam campuran harus ditentukan secara tepat. Kadar aspal yang tepat tersebut akan dipengaruhi oleh gradasi agregat dan penyerapannya terhadap aspal. Untuk menentukan kadar aspal yang akan memberikan campuran yang optimal. dilakukan pengujian campuran dengan cara Marshall.

3.3. Agregat Batu Pecah

Agregat batu pecah adalah agregat yang didapat dari pemecahan batu yang lebih besar. Untuk bahan penyusun beton aspal, pemecahan tersebut biasanya menggunakan mesin pemecah batu yang disebut "Stone Crusher". Dengan menggunakan mesin pemecah batu maka ukuran partikel agregat yang dihasilkan akan lebih terkontrol, sehingga gradasi agregat yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi akan lebih mudah dipenuhi.

Agregat dari hasil pemecahan akan mempunyai bentuk partikel bersudut yang cenderung berbentuk kubus ("cubical") sehingga mempunyai bidang kontak yang luas. Bentuk partikel seperti ini akan memberikan interlocking (saling mengunci) yang lebih besar pada campuran beton aspal dan lebih tahan terhadap penghancuran selama proses pencampuran, penghamparan dan pemadatan. Dengan demikian, partikel berbentuk kubus tersebut akan meningkatkan kekuatan campuran beton aspal dibandingkan dengan bentuk-bentuk partikel lainnya.

Selain itu, agregat hasil pemecahan akan mempunyai tekstur permukaaan yang kasar. Tekstur permukaan yang kasar akan menyebabkan gesekan antar partikel (internal friction) dan daya lekat agregat terhadap aspal menjadi lebih besar, sehingga hal ini juga akan meningkatkan stabilitas campuran aspal tersebut. Selain menimbulkan "internal friction" yang besar, tekstur permukaan yang kasar juga akan memberikan kekesatan ("skid resistance") yang besar sehingga meningkatkan keamanan bagi kendaraan yang melalui lapis perkerasan.

3.4. Agregat Batu Bulat

Agregat batu bulat adalah agregat hasil pembentukan alam, terutama oleh aliran sungai. Akibat benturan dan gesekan antar butir ketika terbawa aliran sungai serta akibat pengikisan oleh air itu sendiri maka butir-butir

agregat tersebut berbentuk bulat dengan permukaan yang agak licin atau halus.

Butir-butir agregat bulat apabila dicampur akan bersentuhan dengan luas bidang kontak yang kecil sehingga daya saling mengunci antar butir agregat juga kecil. Tekstur permukaannya yang halus (licin) juga mengakibatkan gaya gesek antar partikel agregat menjadi kecil dan hal ini menyebabkan butir-butir agregat menjadi lebih mudah tergelincir satu sama lain. Pada campuran beton aspal, sifat-sifat agregat bulat seperti diuraikan diatas akan mengurangi stabilitas beton aspal serta memberikan kekesatan yang relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan agregat dari batu pecah.

BAB IV

HIPOTESIS

Dengan menggunakan jenis aspal yang sama serta kondisi campuran dalam keadaan yang sama pula, campuran beton aspal yang menggunakan agregat batu pecah akan mempunyai kekuatan (stabilitas) yang lebih besar daripada batu bulat. Hal ini disebabkan oleh bentuk butir pada batu pecah yang menyerupai kubus (cubical) sehingga menghasilkan sifat saling mengunci yang lebih kuat, permukaannya yang lebih kasar akan menyebabkan gaya gesek antar partikel yang lebih besar dan lekatan dengan aspal yang lebih baik. Namun demikian, campuran beton aspal dengan menggunakan batu bulat yang memenuhi persyaratan gradasi, kekerasan dan syarat-syarat lain kemungkinan masih dapat menghasilkan campuran beton aspal yang memenuhi persyaratan, sebagaimana ditentukan dalam spesifikasi Bina Marga, namun hal ini masih harus dibuktikan dengan penelitian.

BAB V

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Penelitian yang akan dilakukan tersebut intinya adalah pengujian benda uji beton aspal dengan cara Marshall. Pengujian Marshall ini dilakukan dalam dua tahap, yakni pengujian tahap pertama untuk mencari kadar aspal optimum, untuk itu dibuat beberapa benda uji dengan kadar aspal yang bervariasi. Dari beberapa variasi kadar aspal tersebut dapat ditentukan kadar aspal optimumnya. Sedangkan pada pengujian Marshall tahap kedua, kadar aspal benda uji adalah kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian Marshall tahap pertama tersebut.

Sebelum pengujian benda uji dengan cara Marshall tersebut, terlebih dahulu dilakukan pengujian/pemeriksaan sifat-sifat bahan. Hal ini dilakukan selain agar diperoleh bahan-bahan yang memenuhi persyaratan, beberapa jenis pengujian/pemeriksaan tersebut juga diperlukan dalam perhitungan-perhitungan serta pembahasan hasil penelitian.

5.1. Bahan

5.1.1. Asal Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini

terdiri dari aspal, agregat pecah dan agregat bulat.

Aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60-70 produksi Pertamina, yang diperoleh dari "Base camp" PT.Perwita Karya yang berada di desa Piyungan, Bantul. Agregat pecah merupakan hasil dari mesin pemecah batu ("Stone Crusher"), juga diperoleh dari "Base camp" PT. Perwita Karya tersebut. Sedangkan agregat bulat merupakan agregat hasil pembentukan alam (sungai), berasal dari Sungai Progo yang diperoleh dari pedagang bahan bangunan.

5.1.2. Persyaratan dan Pengujian Bahan

Sebelum digunakan dalam penelitian, bahan-bahan tersebut terlebih dahulu diuji di Laboratorium agar diperoleh bahan-bahan yang memenuhi persyaratan yang ditentukan (spesifikasi). Dalam penelitian ini spesifikasi yang digunakan adalah spesifikasi dari buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Aston) untuk Jalan Raya (Laston no.13/PT/B/1983) yang diterbitkan oleh Dit.Jend Bina Marga, Dept. PU. Pengujian bahan yang dilakukan dan persyaratan yang ditentukan adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Aspal

1. Pemeriksaan Penetrasi

Pemeriksaan penetrasi bertujuan untuk menentukan tingkat kekerasan aspal. Hal ini dilakukan dengan memasukkan jarum dengan ukuran tertentu, beban tertentu, selama interval waktu tertentu, kedalam bitumen pada suhu

tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA. 0301-76 (MPBJ). Untuk aspal keras AC 60-70, angka penetrasi yang diijinkan adalah 60-79 (0,1 mm).

2. Titik Lembek

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik lembek aspal, yaitu suhu pada saat bola baja dengan berat dan ukuran tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horisontal didalam larutan air atau gliserin, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak 1 inchi dibawah cincin tersebut akibat kecepatan pemanasan tersebut. Pemeriksaan ini dilakukan mengikuti prosedur PA. 0302-76 (MPBJ) atau AASHTO 753-81. Nilai titik lembek yang diijinkan adalah 48^{o}C sampai dengan 58^{o}C.

3. Titik Nyala

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala aspal, yaitu suhu pada saat terlihat nyala singkat pada permukaan aspal yang terletak didalam cleveland open cup yang dipanaskan pada kecepatan pemanasan tertentu. Prosedur pemeriksaan yang diikuti adalah PA. 0303-76 atau AASHTO T48-81. Untuk aspal AC 60-70 titik nyala minimum 200^{o}C.

4. Kelarutan dalam CCL4 ("Solubility Test")

Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA. 0306-76 atau AASHTO T44-81, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kemurnian aspal. Bitumen akan larut dalam CCL4 (Karbon tetraklorida) sehingga makin tinggi tingkat kelarutan

semakin murni aspal tersebut. Aspal keras AC 60-70 disyaratkan mempunyai kelarutan terhadap CCL4 minimal 99 % berat.

5. Daktilitas

Pemeriksaan daktilitas dilakukan mengikuti prosedure PA. 0306-76 atau AASHTO T51-74. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi aspal itu sendiri, yang ditunjukkan oleh jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Aspal keras AC 60-70 yang akan digunakan sebagai bahan ikat beton aspal disyaratkan mempunyai nilai daktilitas minimal 100 cm.

6. Berat Jenis Aspal

Berat Jenis Aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu ($25^{o}C$). Pemeriksaan ini mengikuti prosedure PA.0307-76 atau AASHTO T228-79. Nilai berat jenis aspal disyaratkan minimal 1 gr/cc.

b. Pengujian Agregat

Pada penelitian ini digunakan dua macam agregat yaitu agregat dari batu pecah dan agregat dari batu bulat. Baik agregat dari batu pecah maupun batu bulat, sebelum digunakan sebagai campuran benda uji terlebih dahulu diperiksa sifat-sifatnya. Hal ini dilakukan selain agar diperoleh agregat yang memenuhi spesifikasi, juga data-data tertentu diperlukan dalam perhitungan-perhitungan

benda uji serta dalam pembahasan hasil penelitian. Agregat tersebut juga dibedakan lagi atas agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan no.8 dan agregat halus yaitu agregat yang lolos saringan no 8. Prosedur pemeriksaan maupun persyaratan-persyaratan yang diikuti sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal beton (ASTON) untuk Jalan Raya, 1987 yang dikeluarkan oleh Dit.Jend. Bina Marga, Dept. PU. pemeriksaan dan persyaratan-persyaratan agregat adalah sebagai berikut :

1). Pemeriksaan Abrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran (degradasi). Hal ini dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles, dengan mengikuti prosedur PB.0206-76 (MPBJ). Nilai abrasi yang tinggi menunjukkan agregat yang tidak tahan terhadap penghancuran, karena itu untuk bahan beton aspal Bina Marga mensyaratkan nilai abrasi maximum 40 %.

2. Kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kelekatan agregat terhadap aspal, yang dinyatakan dalam prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PB.0205-76 (MPBJ) yang menentukan kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95 %.

3. Penyerapan terhadap air

Tujuan pemeriksaan ini adalah mengetahui besarnya

penyerapan agregat terhadap air, yaitu prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat agregat kering. Prosedur pemeriksaannya mengikuti PB. 0202-76 (MPBJ), dengan ketentuan penyerapan terhadap air maksimum 3 %.

4. Berat Jenis ("Specifik Gravity")

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat terhadap berat volume air. Berat Jenis ini penting dalam perhitungan campuran benda uji beton aspal. Pemeriksaannya mengikuti AASHTO T-85-81 atau ASTM C-127-77, yang dapat menentukan tiga macam berat jenis yaitu :

a). Berat Jenis Curah (bulk), yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

b). Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), yaitu perbandingan antara berat agregat dalam keadaan SSD dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

c). Berat jenis semu, yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

5. Ekivalen Pasir ("Sand Equivalent")

Khusus untuk agregat halus dilakukan pemeriksaan ekivalen pasir, yang bertujuan untuk menentukan kandungan lempung pada agregat halus tersebut. Kandungan lempung

pada agregat harus dibatasi karena lempung akan mengurangi ikatan antara agregat dan aspal yang dapat menyebabkan terlepasnya lapisan aspal yang menyelimuti agregat. Pemeriksaan ekivalen pasir mengikuti prosedure AASHTO T-176 dengan nilai ekivalen pasir minimum 50 %.

5.2. Peralatan

Yang dimaksud peralatan disini adalah peralatan untuk persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji, sedangkan peralatan untuk pengujian sifat-sifat bahan tidak akan diuraikan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1). Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm (4"), tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan plat dan leher sambung.

2). Penumbuk berbentuk silinder dengan permukaan yang rata, mempunyai berat 4,536 kg (10 lbs) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.

3). Landasan pemadat terbuat dari balok kayu (jati atau sejenis) dengan ukuran 20x20x45 cm yang dilapisi dengan plat baja ukuran 30x30x2,5 cm yang diikatkan pada lantai beton dengan 4 batang siku.

4). "Ejector"

Yaitu alat untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari cetakan.

5). Bak perendam (water bath) yang dilengkapi dengan pengatur suhu.

6). Mesin tekan Marshall lengkap dengan :

a. kepala penekan berbentuk lengkung ("Breaking Head")

b. cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001")

c. arloji penunjuk kelelehan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01").

7). perlengkapan lainnya

a. panci untuk memanaskan agregat,aspal dan campuran beton aspal.

b. pengukur suhu dari logam "(Metal thermometer") berkapasitas 250^{o}C dan 100^{o}C.

c. timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.

d. kompor

e. spatula

f. sendok pengaduk

g. sarung tangan dari karet, dan lain-lain.

5.3. Jalannya Penelitian

5.3.1. Persiapan dan pembuatan benda uji

Penelitian ini menggunakan 2 jenis agregat yaitu batu pecah dan batu bulat, persiapan serta pembuatan benda uji untuk dua jenis agregat tersebut adalah sama. Karena itu dalam uraian berikut hanya akan dipaparkan satu kali yang berlaku untuk agregat pecah maupun agregat bulat.

Proses penyiapan benda uji dimulai dari pemilihan gradasi agregat yang bersumber dari buku petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya, 1983. Berdasarkan spesifikasi yang dipilih tersebut kemudian ditentukan gradasi ideal agregat, yaitu nilai tengah dari spesifikasi yang dibutuhkan. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh hasil penelitian sebaik mungkin. Berdasarkan gradasi ideal tersebut kemudian dihitung berat tertahan agregat yang dibutuhkan pada setiap saringan untuk satu sample benda uji dengan berat agregat 1200 gr. Gradasi agregat campuran yang dipakai tersebut dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini. Sedangkan banyaknya agregat yang dibutuhkan setiap nomor saringan untuk satu benda uji dengan berat agregat 1200 gr dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.1 Spesifikasi gradasi agregat campuran

Ukuran saringan		Spec.(% lolos)		Gradasi ideal	
mm	inch	min	max	%lolos	%tertahan
19,1	3/4	100	-	100	0
12,7	1/2	80	100	90	10
9,52	3/8	70	90	80	20
4,76	no.4	50	70	60	40
2,38	no.8	35	50	42	58
0,59	no.30	18	29	23	77
0,279	no.50	13	23	18	82
0,149	no.100	8	16	12	88
0,074	no.200	4	10	7	93
PAN		-	-	0	100

Sumber : Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (ASTON) untuk Jalan Raya, 1987

Tabel 5.2. Kebutuhan agregat untuk satu benda uji

Ukuran saringan		Gradasi ideal	Berat tertahan (gr)	
mm	inch	% tertahan	tertahan	jumlah
19,1	3/4	0	0	0
12,7	1/2	10	120	120
9.52	3/8	20	120	240
4,76	no.4	40	240	480
2.38	no.8	58	216	696
0,59	no.30	77	228	924
0,279	no.50	82	60	984
0,149	no.100	88	72	1056
0,074	no.200	93	60	1111
PAN	-	100	84	1200

Kemudian dilakukan penyaringan agregat kasar maupun halus untuk kedua jenis agregat tersebut dan agregat yang tertahan pada masing-masing saringan dipisahkan satu sama lainnya sampai mencukupi untuk membuat benda uji. Untuk pengujian tahap pertama dibuat 5 variasi kadar aspal dengan masing-masing 2 benda uji (duplo), sehingga untuk 2 jenis agregat tersebut dibuat benda uji sebanyak 5x2x2= 20 benda uji. Pada tahap kedua, benda uji dibuat dengan kadar aspal optimum yang diperoleh dari hasil pengujian tahap pertama, masing-masing jenis agregat dibuat dua buah benda uji.

Setelah dilakukan penyaringan dengan saringan seperti pada tabel di atas, ternyata untuk agregat dari batu bulat sangat sulit memperoleh butir-butir agregat yang tertahan pada saringan # 100, # 200 dan pan, sehingga kebutuhan agregat untuk ukuran butir tersebut diambil dari agregat batu pecah.

Setelah hasil penyaringan tersebut mencukupi, kemudian dilakukan pencampuran agregat dari setiap saringan tersebut dengan berat setiap saringan sesuai dengan tabel 5.2 diatas, sebanyak 10 campuran untuk agregat pecah dan 10 campuran untuk agregat bulat. Kemudian kadar aspal juga divariasi menjadi 5 variasi yaitu 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 %, 7 % terhadap berat agregat. Sehingga berat aspal yang diperlukan untuk setiap persentase kadar aspal adalah sebagai berikut :

a. Kadar aspal 5 % = 0.05 x 1200 = 60 gr
b. Kadar aspal 5,5 % = 0.055 x 1200 = 66 gr
c. Kadar aspal 6 % = 0.06 x 1200 = 72 gr
d. Kadar aspal 6,5 % = 0.065 x 1200 = 78 gr
e. Kadar aspal 7 % = 0.07 x 1200 = 84 gr

Setelah semua bahan-bahan tersebut dipersiapkan, maka dapat dilakukan pembuatan benda uji yang dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1). Agregat sebanyak 1200 gr dipanaskan dengan kompor pemanas sampai mencapai suhu + 170^{o}C, bersamaan dengan itu aspal juga dipanaskan sampai mencapai suhu 150^{o}C.

2). Setelah mencapai suhu yang dikehendaki, aspal dituangkan kedalam panci yang berisi agregat sebanyak yang dibutuhkan sesuai dengan persentasenya.

3). Aspal dan agregat tersebut kemudian diaduk terus menerus sambil dipanasi dengan suhu tetap +160^{o}C sampai campuran tersebut homogen.

4).Cetakan benda uji beserta plat alas dan leher sambung dibersihkan, diolesi paselin dan dipanaskan di oven

5). Campuran panas dengan suhu 160^{o}C yang telah homogen dituangkan ke dalam cetakan yang pada bagian bawahnya diberi alas dari kertas. Campuran tersebut dituangkan dalam tiga lapis, masing-masing lapisan ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 10 kali pada bagian tengah dan 15 kali pada bagian tepi untuk menghindari adanya rongga-ronga yang besar pada benda uji. Setelah itu pada bagian permukaan dibuat berbentuk cembung dan diberi lapisan kertas diatasnya.

6). Kemudian cetakan benda uji yang telah berisi campuran diletakkan diatas landasan pemadat pada kedudukan pemegang cetakan dan siap untuk dipadatkan. Pada waktu akan dipadatkan tersebut, suhu campuran harus + 140^{o}C.

7). Setelah itu dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk dengan tinggi jatuh 45 cm sebanyak 75 kali. Selanjutnya cetakan dibalik dan dilakukan lagi penumbukan sebanyak 75 kali.

8). Setelah selesai pemadatan, cetakan yang berisi benda uji tersebut didinginkan dengan cara didiamkan pada suhu ruang atau dengan bantuan kipas angin. Setelah dingin, benda uji tersebut kemudian dikeluarkan dari cetakan dengan bantuan ejector.

5.3.2. Pengujian Benda Uji

Yang dimaksud dengan pengujian disini adalah pengujian benda uji dengan alat tekan Marshall untuk

mendapatkan harga ketahanan (stabilitas) terhadap kelele-han plastis (flow) dari campuran beton aspal.

Sebelum pengujian tersebut dilaksanakan terlebih dahulu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1). benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.

2). setiap benda uji diberi tanda pengenal.

3). masing-masing benda uji diukur tingginya 3 kali pada tempat yang berbeda lalu dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.

4). masing-masing benda uji ditimbang dalam keadaan kering untuk mengetahui beratnya.

5). benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh air.

6). setelah jenuh, benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi benda uji.

7). setelah ditimbang dalam air, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan di lap sehingga menjadi kering per-mukaan jenuh (SSD) dan setelah itu ditimbang lagi.

8). selanjutnya benda uji direndam dalam bak perendam ("Water bath") dengan suhu konstan sebesar 60 ^{o}C selama 30 menit.

Sebelum dilakukan pengujian permukaan bagian dalam dari kepala penekan harus dibersihkan dan dilumasi paselin untuk memudahkan melepas benda uji.

Setelah direndam selama 30 menit, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan pada segmen

bawah kepala penekan, kemudian segmen atas kepala penekan diletakkan diatasnya. Kemudian kepala penekan yang berisi benda uji tersebut diletakkan diatas mesin penguji Marshall dan arloji kelelehan ("flow meter") dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun. Sebelum pembebanan terhadap benda uji dilakukan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji tekan dan arloji kelelehan pada angka nol. Setelah itu berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maximum, yaitu pada saat jarum arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Catat besar beban maximum tersebut dan pada saat yang sama juga dicatat nilai kelelehannya yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelehan.

5.4. Anggapan dasar

Penelitian ini bermaksud meneliti pengaruh penggunaan agregat dari batu pecah dan agregat dari batu bulat terhadap perilaku campuran beton aspal. Perilaku beton aspal tersebut ditunjukkan oleh nilai-nilai dari VFB, VIM, stabilitas, kelelehan. Karena yang diteliti adalah pengaruh dari batu pecah dan batu bulat, maka digunakan agregat dengam kualitas yang relatif sama, yang ditandai dengan nilai tes abrasi, berat jenis dan penyerapan terhadap air yang tidak jauh berbeda.

Semua peralatan yang digunakan selama penelitian ini, dianggap dalam keadaan baik (standar) dan penyimpangan-penyimpangan dalam pengujian bahan, pembuatan dan pengujian benda uji dianggap kecil sehingga dapat diabaikan.

Semua bahan yang digunakan sebagai bahan susun benda uji, dianggap mempunyai sifat-sifat dan kualitas yang sama dengan hasil pengujian yang telah dilakukan.

5.5. Cara analisis

Dari hasil pengujian Marshall di laboratorium akan didapatkan data-data sebagai berikut :

a). tebal benda uji (mm).

b). berat benda uji sebelum direndam dalam air (gr)

c). berat benda uji didalam air (gr)

d). berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gr).

e). pembacaan arloji stabilitas (tanpa satuan).

f). pembacaan arloji kelelehan (0,01 inch).

Dari data-data diatas kemudian dapat dihitung nilai-nilai dari VIM, VFB, stabilitas, dan kelelehan yang dihitung dengan cara sebagai berikut :

1). BJ maximum teoritis (h)

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

BJ agregat pada rumus diatas merupakan berat agregat campuran, yang dihitung dengan rumus

$$\text{BJ agregat} = \frac{(A \times G1) \times (B \times G2)}{100}$$

A = % berat agregat kasar terhadap berat agregat total

B = % berat agregat halus terhadap berat agregat total

G1 = BJ agregat kasar

G2 = BJ agregat halus

2). Density (g)

"Density" benda uji dihitung dengan rumus :

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

dimana, f = isi benda uji (ml) = d - e

c = berat benda uji sebelum direndam (gr)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = berat benda uji dalm air (gr)

g = density (gr/ml)

3). VFB (Void Filled with Bitumen)

Untuk menghitung nilai VFB atau persentase rongga terisi aspal, dihitung terlebih dahulu nilai-nilai dari pada :

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

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

$$l = 100 - j$$

dimana, b = persentase aspal terhadap campuran (%)

g = berat isi (density) benda uji (gr/ml)

i dan j = rumus substitusi

l = persen rongga terhadap agregat (%)

Dengan data dari rumus-rumus diatas maka dapat dihitung harga dari VFB :

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

4). VIM (Void In the Mix)

VIM atau persentase rongga dalam campuran, dihitung dengan rumus :

$$VIM = 100 - i - j$$

i dan j = rumus substitusi

5). Stabilitas

Angka stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada alat tekan Marshall. Angka ini belum mempunyai satuan. untuk merubahnya kedalam satuan kg dipergunakan tabel seperti terdapat pada lampiran. Setelah itu hasilnya masih harus dikalikan dengan angka koreksi ketebalan benda uji yang juga dapat dilihat pada lampiran.

6). Kelelehan atau "flow"

Nilai kelelehan dipeoleh dari pembacaan pada arloji kelelehan dalam satuan 0,01 inch. Angka tersebut kemudian

dikalikan 0,254 untuk mendapatkan angka kelelehan dalam satuan mm.

5.6. Kesulitan-kesulitan dan cara penyelesaiannya.

Kesulitan-kesulitan yang ada selama penelitian ini diantaranya adalah sulitnya memperoleh agregat dari batu bulat yang tertahan pada saringan #100, #200 dan pan. Karena dari hasil analisa saringan yang dilakukan, agregat bulat dengan ukuran-ukuran tersebut jumlahnya sangat sedikit, maka untuk benda uji dengan agregat dari batu bulat, khusus untuk butir-butir agregat yang tertahan pada saringan #100, #200 dan pan, digunakan agregat dari batu pecah.

Kesulitan lainnya adalah dalam mengatur suhu pencampuran. Hal ini karena alat pencampur yang digunakan masih manual yakni dengan panci dan kompor, sehingga timbul kesulitan dalam mempertahankan suhu pencampuran agar tetap konstan. Untuk mengatasi hal ini, maka kompor pemanas dimatikan sementara bila suhu campuran sudah melampaui suhu pencampuran dan dihidupkan kembali setelah mencapai suhu tertentu.

Kesulitan juga timbul dari alat penumbuk yang masih manual sehingga dapat terjadi kesalahan dalam penghitungan jumlah tumbukan dan tinggi jatuh yang kadang-kadang kurang dari yang ditentukan akibat kelelahan. Untuk mengatasi hal tersebut maka penumbukan tersebut dilakukan bergantian dengan dibantu pekerja.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

6.1.1. Agregat

Seperti telah diuraikan pada sub bab 5.1. diatas bahwa agregat yang akan digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu diteliti sifat-sifatnya di Laboratorium. Hasil pengujian sifat-sifat agregat tersebut dapat dilihat pada tabel 6.1. untuk agregat kasar dari batu pecah dan tabel 6.2. untuk agregat kasar dari batu bulat. Sedangkan hasil pengujian sifat-sifat agregat halus dapat dilihat pada tabel 6.3 untuk agregat halus dari batu pecah dan tabel 6.4. untuk agregat halus dari batu bulat.

Tabel 6.1. Spesifikasi agregat kasar dari batu pecah dan hasil pengujian laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Abrasi	max. 40 %	34,56 %
2. Kelekatan thd aspal	> 95 %	99 %
3. Penyerapan thd air	max. 3 %	2,7200 %
4. Berat jenis semu	min. 2,5 %	2,7487 %

Sumber : Laston no.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di lab. Jalan Raya JTS-FT UII

Tabel 6.2. Specifikasi agregat kasar dari batu bulat dan hasil pengujian laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Abrasi	max. 40 %	33.73 %
2. Kelekatan thd aspal	>95 %	98 %
3. Penyerapan thd air	max. 3 %	2.4132 %
4. Berat jenis semu	min. 2.5 %	2.5942 %

Sumber : Laston no. 13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya JTS-FT UII

Tabel 6.3. Specifikasi agregat halus dari batu pecah dan hasil pemeriksaan laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Berat jenis semu	min. 2.5 %	2.9721 %
2. Penyerapan thd air	max. 3 %	3.2117 %

Sumber : Laston no.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya JTS-FT UII

Tabel 6.4. Specifikasi agregat halus dari batu bulat dan hasil pemeriksaan laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Berat jenis semu	min 2.5 %	3.0037 %
2. Penyerapan thd air	max. 3 %	1.8122 %
3. Sand equivalent	min. 50 %	102.69 %

Sumber : Laston no. 13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Lab. Jalan raya JTS-FT UII

Dari pengujian bahan diatas terlihat bahwa agregat pecah dan bulat yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan.

6.1.2. Aspal

Seperti halnya agregat, aspal yang akan digunakan dalam penelitian ini juga diteliti sifat-sifatnya di Laboratorium. Hasil penelitian sifat-sifat aspal tersebut dapat dilihat pada tabel 6.5 dibawah ini.

Tabel 6.5. Spesifikasi aspal AC 60-70 dan hasil pengujian laboratorium

Jenis pemeriksaan	syarat		hasil	satuan
	min	max		
1. Penetrasi	60	70	65	0,1 mm
2. Titik lembek	48	58	51	°C
3. Titik nyala	200	-	326	°C
4. Kelarutan dalam CCl_4	99	-	99	% berat
5. Daktilitas	100	-	>100	cm
6. Berat jenis	1,0	-	1,02	gr/cc

Sumber : Laston no. 13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya JTS-FT UII

Dari pengujian bahan diatas terlihat bahwa aspal AC 60-70 yang digunakan dalam penelitan ini telah memenuhi persyaratan.

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK UII YOGYAKARTA

6.1.3. Beton Aspal

Seperti telah dijelaskan pada bab pendahuluan bahwa penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah dan agregat dari batu bulat. Karakteristik beton aspal tersebut diketahui dari nilai-nilai stabilitas, kelelehan, rongga dalam campuran (VIM), dan persentase rongga terisi aspal (VFB).

Untuk masing-masing jenis agregat (pecah dan bulat), dibuat 5 variasi kadar aspal yaitu 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 %, dan 7 %. Agar didapatkan hasil penelitian yang relatif baik, masing-masing kadar aspal dibuat 2 buah benda uji (duplo). Harga rata-rata dari dua benda uji tersebut merupakan hasil penelitian. Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang diperoleh serta persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi oleh campuran beton aspal sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, kemudian dapat ditentukan koridor kadar aspal yang memenuhi persyaratan-persyaratan tersebut. Setelah pemakaian aspal optimum diketahui maka dibuat sample benda uji dengan % bitumen sesuai dengan % optimum aspal untuk masing-masing bentuk agregat (pecah dan bulat). Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi oleh campuran beton aspal berdasarkan specifikasi Bina Marga adalah seperti pada tabel 6.6. dibawah ini :

Tabel 6.6. Persyaratan campuran beton aspal

Jenis pemeriksaan	Kepadatan lalu lintas		
	Berat	sedang	ringan
- Stabilitas (kg)	750	650	460
- Kelelehan (mm)	2 - 4	2 - 4.5	2 - 5
- % rongga dalam campuran (VIM)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
- % rongga terisi aspal (VFB)	75 - 82	75 - 85	75 - 85
- jumlah tumbukan	2 x 75	2 x 50	2 x 35

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal (LASTON), no. 13/PT/B/1983

Hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.7 dibawah ini. Untuk mencari koridor kadar aspal yang akan menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan serta untuk memudahkan dalam pembahasan maka hasil penelitian tersebut juga disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 6.1 sampai dengan gambar 6.6 dibawah ini.

Tabel 6.7. Hasil pengujian marshall campuran beton aspal

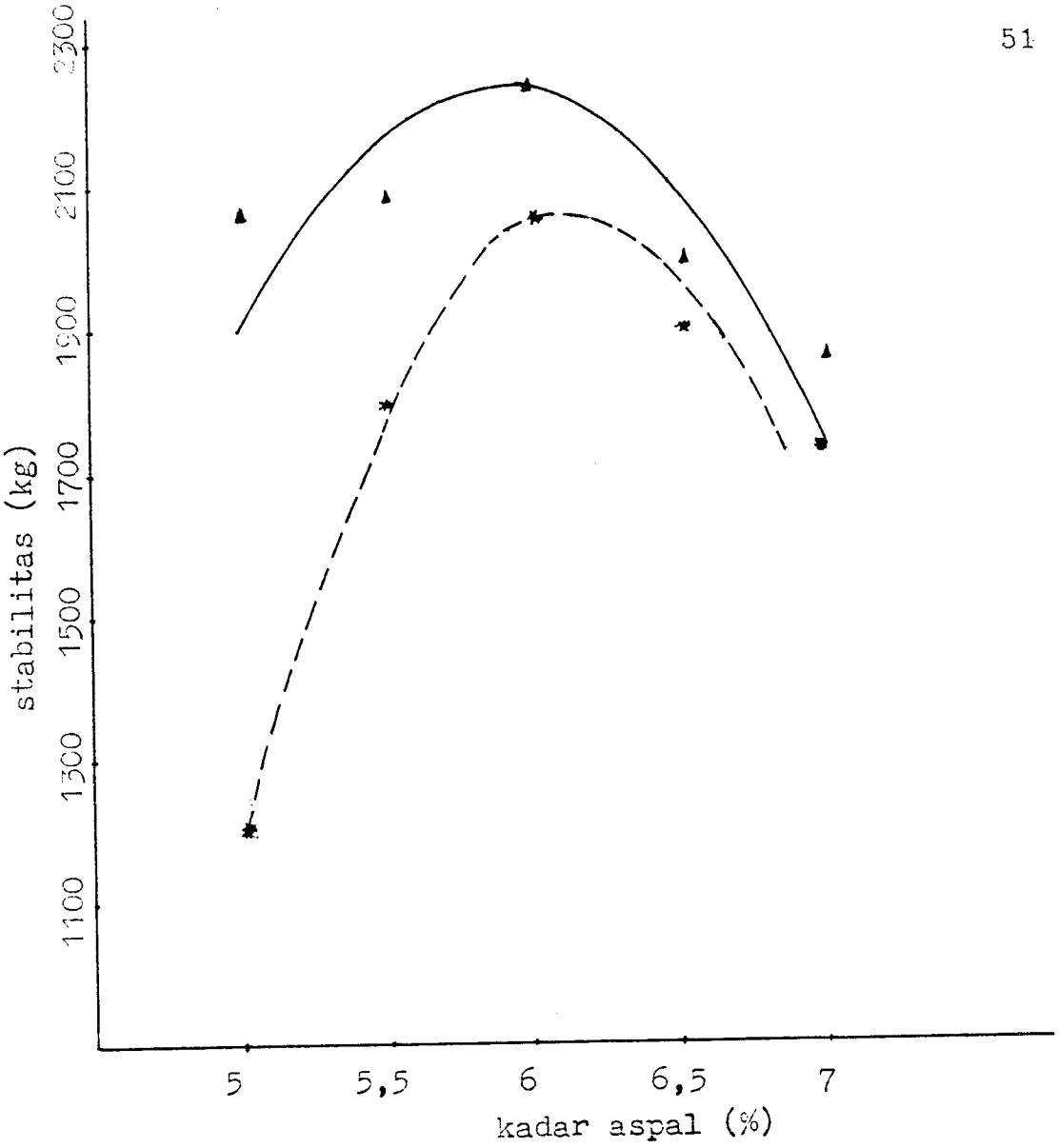
Karakt	Kadar aspal (%)									
	5		5.5		6		6.5		7	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Sta. (kg)	2053	1219	2074	1786	2239	2054	1990	1895	1860	1738
Flow (mm)	2.540	2.108	2.921	2.413	3.048	2.667	3.175	2.794	3.429	3.175
VIM (%)	6.651	6.322	4.865	4.478	3.145	2.404	1.814	1.279	0.323	0.743
VFB (%)	60.20	62.81	71.12	72.55	80.47	84.41	88.64	91.72	97.93	95.33

Keterangan :

A = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah

B = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat

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

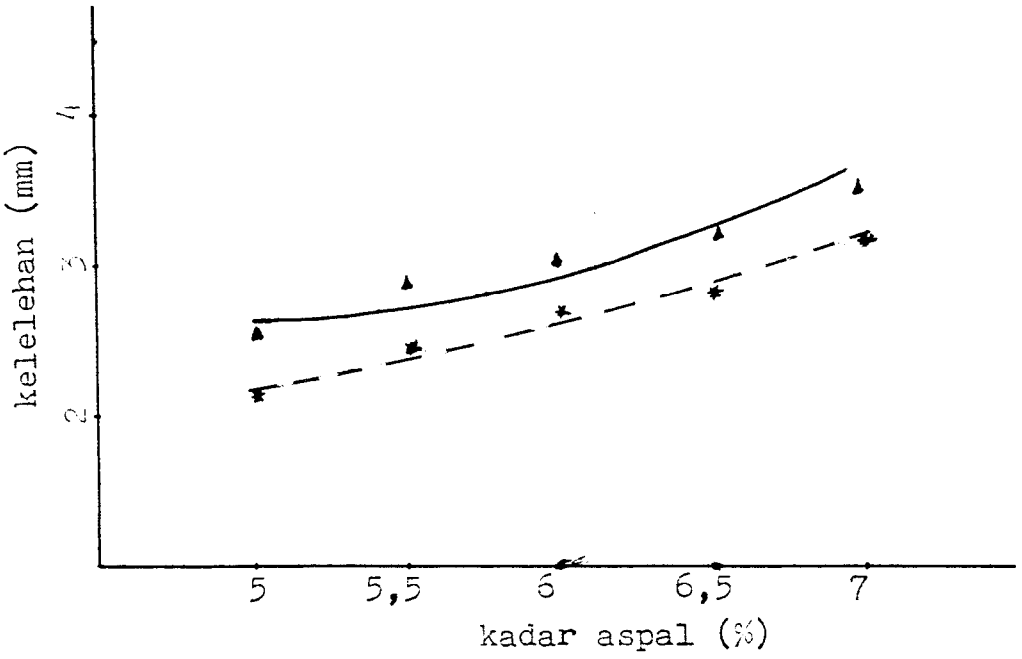


Gambar 6.1. Grafik hubungan kadar aspal dan stabilitas

Keterangan :

———————— = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah

- - - - - - - - - - - - - - - = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat

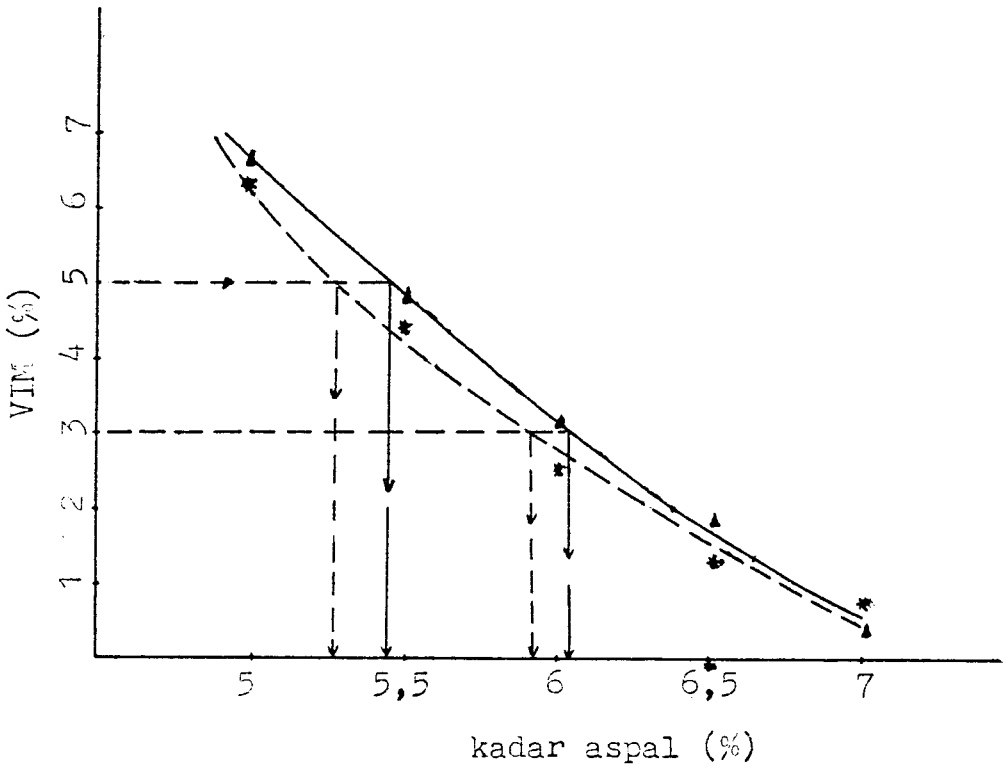


Gambar 6.2. Grafik hubungan kadar aspal dan kelelehan (flow)

Keterangan :

——————— = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah

- - - - - - - - - - - - - - - - = campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat

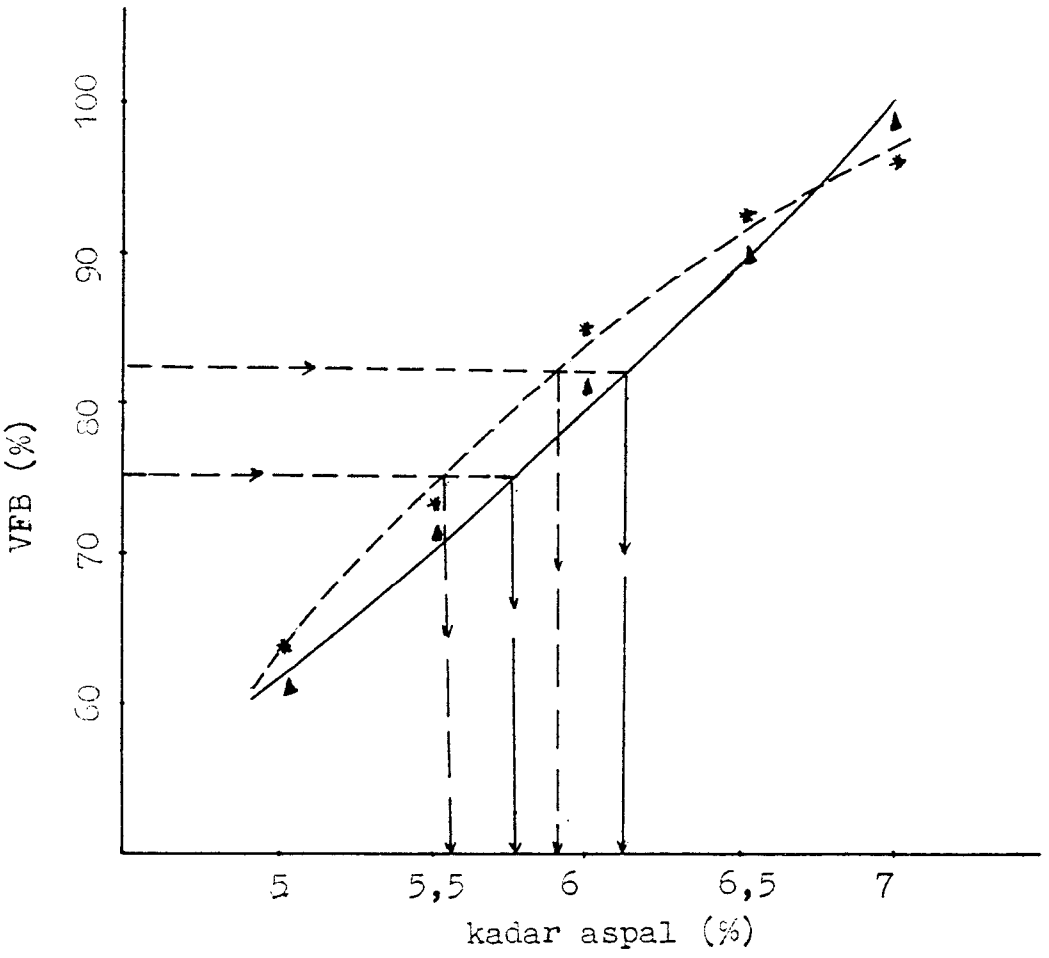


Gambar 6.3. Grafik hubungan kadar aspal dan % rongga dalam campuran (VIM)

Keterangan :

——————— = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah

- - - - - - - - - - - - - - - = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat



Gambar 6.4. Grafik hubungan kadar aspal dan % rongga terisi aspal (VFB)

Keterangan :

——————— = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah

- - - - - - - - - - - - - - - = Campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat

No	Kadar aspal Syarat (%)	5	5.5	6	6.5	7
1	Stabilitas					
2	Kelelehan (flow)					
3	VIM					
4	VFB = VFWA					
5	VMA					

Gambar 6.5. Koridor campuran dengan agregat dari batu pecah

No	Kadar aspal Syarat (%)	5	5.5	6	6.5	7
1	Stabilitas					
2	Kelelehan (flow)					
3	VIM					
4	VFB = VFWA					
5	VMA					

Gambar 6.6. Koridor campuran dengan agregat dari batu bulat

6.2. Pembahasan

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti perilaku campuran beton aspal apabila menggunakan agregat dari batu pecah dan agregat dari batu bulat. Perilaku campuran beton aspal tersebut diukur dari nilai-nilai stabilitas, kelelehan, persentase rongga dalam campuran (VIM) dan persentase rongga terisi aspal (VFB).

Stabilitas adalah besarnya beban maximum yang dapat dicapai oleh benda uji campuran beton aspal yang dinyatakan dalam satuan beban. Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalulintas. Jalan dengan volume lalulintas tinggi dan dilalui kendaraan berat menuntut stabilitas yang tinggi pula, oleh karena itu stabilitas harus diusahakan setinggi mungkin. Untuk lapis aspal beton yang dilalui kendaraan berat, Bina Marga menetapkan stabilitas minimum sebesar 550 kg. Lapis aspal beton dengan stabilitas yang kurang dari 550 kg akan mudah terjadi alur ("rutting") bila dilalui oleh kendaraan berat.

Kelelehan (flow) adalah besarnya penurunan campuran benda uji akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan mm atau inch. Kelelehan merupakan indikator kelenturan campuran aspal beton tersebut dalam menahan beban lalulintas. Campuran dengan kelelehan yang terlalu rendah akan menghasilkan lapis perkerasan yang kaku dan getas ("brittle") sehingga mudah terjadi retak

("crack"), sedang campuran beton aspal dengan kelelehan terlalu tinggi akan bersifat terlalu plastis sehingga mudah berubah bentuk akibat beban lalulintas. Karena itu campuran lapis beton aspal harus mempunyai nilai kelelehan tertentu disesuaikan dengan beban lalulintas yang akan melaluinya. Untuk jalan dengan lalulintas berat, Bina Marga menetapkan nilai kelelehan sebesar 2-4 mm.

Nilai VIM (Void In the Mix) menunjukkan besarnya persentase rongga yang terdapat pada campuran beton aspal yang telah dipadatkan. Besarnya persentase rongga yang terdapat pada lapis aspal beton akan berpengaruh terhadap durabilitas atau keawetan dan kemungkinan terjadinya bleeding pada lapis perkerasan beton aspal tersebut. Campuran dengan nilai VIM yang tinggi berarti mempunyai volume rongga yang lebih besar, hal ini akan menyebabkan masuknya air dan udara ke dalam lapis aspal beton tersebut yang mengakibatkan berkurangnya sifat lekat (adhesi) dari aspal sehingga lapis perkerasan menjadi lebih cepat rusak. Sebaliknya nilai VIM yang rendah berarti rongga udara dalam campuran tersebut kecil, rongga udara yang terlalu kecil tidak memungkinkan terjadinya pemadatan tambahan akibat beban lalulintas sehingga perkerasan bersifat kaku dan pada suhu tinggi aspal dapat terdesak ke permukaan yang disebut bleeding. Bleeding tersebut selain menyebabkan timbulnya bahaya selip bagi kendaraan, juga akan mempercepat kerusakan lapis perkerasan tersebut. Karena itu lapis perkerasan beton aspal harus mempunyai

nilai VIM tertentu agar hal-hal yang diuraikan diatas dapat dihindari. Untuk lapis beton aspal Bina Marga mensyaratkan nilai VIM sebesar 3 - 5 % .

VFB atau Void Filled with Bitumene adalah persentase rongga diantara butir-butir agregat yang terisi aspal effektif. Nilai VFB tersebut menunjukkan jumlah kandungan aspal dan juga kandungan rongga dalam campuran. Nilai VFB yang rendah berarti jumlah aspal effektif yang mengisi rongga-rongga antar butir agregat sedikit, berarti volume rongga udaranya besar. Hal ini akan mengurangi keawetan lapis perkerasan tersebut, sebaliknya nilai VFB yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya bleeding seperti telah dijelaskan diatas.

Pada pembahasan ini data-data yang diperoleh selama penelitian yang berupa nilai-nilai stabilitas, kelelehan, VIM, dan VFB tersebut akan dibandingkan dan dianalisis antara yang mengunakan agregat dari batu pecah dan yang menggunakan agregat dari batu bulat serta dibandingkan dengan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi sesuai dengan spesifikasi dari Bina Marga.

A. Perbandingan Perilaku Campuran Beton Aspal dengan Agregat dari Batu Pecah dan Agregat dari Batu Bulat

1. Stabilitas

Dari tabel 6.7 terlihat bahwa stabilitas campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah lebih tinggi daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat.

Hal ini disebabkan oleh keunggulan dari batu pecah yaitu dalam hal bentuk butir dan tekstur permukaannya. Seperti telah dijelaskan pada bab landasan teori bahwa bentuk butir dari agregat batu pecah yang bersudut dan cenderung berbentuk kubus menghasilkan sifat saling mengunci yang lebih baik serta tekstur permukaan yang kasar memberikan gesekan antar butiran yang lebih baik pula. Dua faktor tersebut mengakibatkan stabilitas campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah menjadi lebih tinggi daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat.

Stabilitas campuran beton aspal juga dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran. Kadar aspal yang terlalu rendah menyebabkan ikatan antar butir agregat menjadi lemah sehingga stabilitas campuran juga menjadi rendah. Penambahan kadar aspal sampai batas tertentu akan meningkatkan nilai stabilitas campuran beton aspal, akan tetapi penambahan kadar aspal melebihi batas tersebut justru akan menurunkan stabilitas karena terlalu tebalnya film aspal yang menyelimuti butir-butir agregat. Dari grafik hubungan kadar aspal dan stabilitas pada gambar 6.1 terlihat bahwa stabilitas maksimum untuk dua jenis campuran tersebut terjadi pada kadar aspal yang sama yaitu pada kadar aspal 6 % terhadap berat agregat atau 5.66 % terhadap berat total campuran. Hal ini berarti, baik untuk campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah maupun dengan agregat dari batu bulat membutuhkan jumlah aspal yang sama untuk menghasilkan kekuatan yang maksimum.

2. Kelelehan

Besarnya nilai kelelehan campuran beton aspal sangat dipengaruhi oleh besarnya kadar aspal pada campuran tersebut. Semakin tinggi kadar aspalnya maka kelelehan campuran beton aspal tersebut semakin tinggi pula (lihat gambar 6.2). Pada penelitian ini benda uji terdiri atas lima variasi kadar aspal yaitu 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,6 %, 7 %.

Dari tabel 6.7 terlihat bahwa pada kadar aspal yang sama maka campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah mempunyai nilai kelelehan yang lebih tinggi dari pada yang menggunakan agregat dari batu bulat. Begitu pula pada nilai stabilitasnya yang juga lebih tinggi daripada campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu bulat, maka dapat dikatakan bahwa dua jenis campuran beton aspal tersebut mempunyai tingkat kelenturan yang relatif sama karena nilai banding stabilitas dengan kelelehan yang relatif sama.

3. VIM (Void In the Mix)

Nilai rongga dalam campuran (VIM) dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran tersebut. Dengan bertambahnya kadar aspal maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga-rongga antar butir-butir agregat juga bertambah sehingga volume rongga dalam campuran akan berkurang. Dari penelitian yang kami lakukan terlihat bahwa untuk campuran beton aspal dengan kadar aspal yang sama, campuran beton aspal

dengan agregat dari batu pecah mempunyai kandungan rongga udara (nilai VIM) yang lebih tinggi daripada campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu bulat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 6.7 serta grafik hubungan kadar aspal dengan nilai VIM pada gambar 6.3.

Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penyerapan agregat pecah terhadap aspal yang lebih tinggi daripada agregat bulat. Penyerapan agregat terhadap aspal tersebut diperkirakan dari penyerapan terhadap air yaitu sebesar 2,95 % untuk agregat batu pecah dan 2.26 % untuk agregat dari batu bulat. Dengan demikian jumlah aspal effektif pada campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah menjadi lebih sedikit. Hal ini berarti campuran yang menggunakan agregat dari batu pecah membutuhkan kadar aspal yang lebih tinggi untuk menghasilkan campuran beton aspal dengan nilai VIM yang sama. Dari gambar 6.3 terlihat bahwa campuran yang menggunakan agregat dari batu pecah akan menghasilkan nilai VIM yang memenuhi persyaratan pada kadar aspal 5,46 % s/d 6,05 %. sedangkan campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat membutuhkan kadar aspal 5,30 % s/d 5.94 %.

4. VFB (Void Filled with Bitumen)

Seperti halnya VIM, persentase rongga terisi aspal (VFB) juga dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran tersebut. Semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka persentase rongga antar agregat yang terisi aspal akan

semakin tinggi pula. Karena itu untuk membandingkan pengaruh penggunaan agregat dari batu pecah dan agregat dari batu bulat terhadap nilai VFB maka harus dibandingkan pada kadar aspal yang sama. Dari tabel 6.7 terlihat bahwa pada kadar aspal yang sama, nilai VFB campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah lebih rendah daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat. Seperti halnya dengan nilai VIM, hal ini akibat dari terserapnya aspal pada agregat pecah yang lebih tinggi daripada agregat bulat sehingga jumlah aspal untuk mengisi rongga-rongga antar butir agregat menjadi berkurang, selain itu volume rongga antar butir agregat (VMA) dari batu pecah relatif lebih besar daripada batu bulat (lihat hasil test Marshall pada lampiran). Karena faktor-faktor di atas maka agregat dari batu pecah membutuhkan kadar aspal yang lebih tinggi daripada campuran dengan agregat dari batu bulat. Dari gambar 6.4 terlihat bahwa campuran dengan agregat dari batu pecah akan menghasilkan nilai VFB yang memenuhi syarat bila kadar aspal pada campuran sebesar 5,46 % s/d 6,05 %. Sedangkan campuran yang menggunakan agregat dari batu bulat membutuhkan kadar aspal 5,80 % s/d 6,15 % terhadap berat agregat.

B. Tinjauan terhadap spesifikasi Bina Marga

Dari hasil pengujian Marshall tahap pertama yang terdiri dari lima variasi kadar aspal tersebut kemudian ditentukan kadar aspal yang akan menghasilkan campuran

yang memenuhi persyaratan-persyaratan Bina Marga. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan grafik-grafik yang memuat hubungan kadar aspal dengan nilai-nilai dari stabilitas, kelelehan, VIM dan VFB. Dari grafik tersebut kemudian dapat ditentukan kadar aspal yang akan menghasilkan campuran beton aspal yang memenuhi persyaratan dari Bina Marga.

Untuk campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah, kadar aspal yang akan menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan adalah 5,80 % s/d 6,15 % terhadap berat agregat (lihat gambar 6.5).

Sedangkan untuk campuran beton aspal dengan agregat dari batu bulat interval kadar aspal yang memenuhi syarat adalah 5,55 % s/d 5,95 % (lihat gambar 6.6). Untuk menguji hal tersebut maka dilakukan lagi pengujian Marshall tahap kedua dengan mengambil kadar aspal optimum yaitu nilai tengah dari interval kadar aspal yang disebutkan diatas. Hasil pengujian Marshall tahap kedua ini dapat dilihat pada tabel 6.8 dibawah ini.

Tabel 6.8. Hasil pengujian Marshall dengan menggunakan kadar aspal optimum

Karakteristik	Syarat	Hasil Pemeriksaan		Sat.
		Batu pecah	Batu bulat	
- Stabilitas	min 550	2111.65	1835.05	kg
- Flow	2 - 4	2.9845	2.540	mm
- VIM	3 - 5	3.8873	3.6195	%
- VFB	75-82	76.6026	77.3783	%

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya JTS FT UII

Keterangan :

- Kadar aspal optimum campuran dengan batu pecah
  - = 5,925 % terhadap berat agregat
  - = 5,5936 % terhadap berat total
- Kadar aspal optimum campuran dengan batu bulat
  - = 5,75 % terhadap berat agregat
  - = 5,4374 % terhadap berat total

Dari hasil pengujian pada tabel diatas terlihat bahwa pada kadar aspal optimum tersebut, campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah maupun bulat menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti yang telah kami jelaskan dimuka maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Agregat dari batu pecah akan menghasilkan campuran beton aspal yang lebih kuat daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat, hal ini ditandai dengan nilai stabilitas Marshall yang lebih tinggi daripada campuran dengan agregat dari batu bulat . Pada kadar aspal optimum, campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah mempunyai nilai stabilitas sebesar batu pecah 2111,65 kg, sedangkan campuran yang menggunakan agregat dari batu bulat sebesar 1835,05 kg. Hal ini berarti campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah mempunyai kekuatan sebesar 1,1507 kali kekuatan campuran dengan agregat dari batu bulat atau lebih tinggi sebesar 15,07 %.
2. Campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah memiliki nilai kelelehan (flow) yang lebih tinggi daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat. Karena campuran dengan agregat dari batu pecah tersebut juga mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi maka nilai banding stabilitas dan kelelehan

atau yang biasa disebut Marshall Quotient (QM) dari dua jenis campuran beton aspal tersebut mempunyai harga yang tidak jauh berbeda. Pada kadar aspal optimum, campuran beton aspal dengan agregat dari pecah mempunyai nilai QM sebesar 707,54 kg/mm, sedangkan yang menggunakan agregat dari batu bulat mempunyai nilai QM sebesar 722,46 kg/mm. Hal ini berarti campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah dan agregat dari batu bulat mempunyai tingkat kelenturan yang tidak jauh berbeda.

3. Campuran beton aspal yang menggunakan agregat dari batu pecah membutuhkan kadar aspal yang sedikit lebih tinggi daripada yang menggunakan agregat dari batu bulat. Hal ini karena agregat dari batu pecah yang digunakan tersebut lebih berongga daripada agregat dari batu pecah sehingga jumlah aspal yang terserap lebih banyak serta akibat volume antar butir agregat yang relatif lebih besar.

   Campuran beton aspal dengan agregat dari batu pecah mencapai keadaan optimum pada kadar aspal 5,5936 % sedangkan campuran yang menggunakan agregat dari batu bulat pada kadar aspal 5,4374 %.

4. Agregat dari batu pecah maupun dari batu bulat yang memenuhi persyaratan dapat digunakan sebagai bahan susun campuran beton aspal.

7.2. Saran

Setelah melakukan penelitian dapat kami kemukakan saran-saran berikut :

1). Pada penelitian ini tidak diteliti nilai indek perendaman, karena itu pada penelitian-penelitian selanjutnya nilai indek perendaman hendaknya diteliti.

2). Pada penelitian ini beberapa sifat bahan juga tidak diteliti seperti soundness untuk agregat serta test kehilangan berat, penetrasi setelah kehilangan berat dan daktilitas setelah kehilangan berat untuk aspal. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya jenis-jenis pemeriksaan tersebut juga diteliti.

3). Pada penelitian ini setiap variasi kadar aspal hanya dibuat 2 buah benda uji (duplo). Untuk memperoleh akurasi hasil yang lebih baik lagi sebaiknya jumlah benda uji dibuat lebih dari dua.

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

PENUTUP

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT penyusun telah menyelesaikan Tugas akhir dengan judul " Pengaruh Penggunaan agregat dari Batu Pecah dan Batu Bulat terhadap Perilaku Campuran Beton aspal".

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penyusun telah berusaha menyampaikan hasil penelitian secara ringkas, sistematis dan mudah untuk dimengerti, namun karena keterbatasan waktu dan kemampuan, penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun selalu terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun guna perbaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya Tugas Akhir ini, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun dan pembaca semua.

DAFTAR PUSTAKA

1. Clarkson H Oglesby, 1975, Highway Engineering, John Wiley and Sons, Third Edition.
2. Cox. B.J.,1982 , "Hot-mix Aspalt Pavement for Tropical Countries", Bina Marga, Jakarta.
3. Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal (LASTON), No. 13/PT/B/1983.
4. Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), 1987.
5. Laboratorium Jalan Raya Jurusan Tehnik Sipil,FTSP UII, Paduan Pratikum Jalan Raya IV.
7. Soedarsono, DU, Ir,1979, Konstruksi Jalan Raya , Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
8. Soedarsono, DU, Ir, Cara Menentukan Persentasi Aspal BP, PU.
9. Sukirman, Silvia,1993, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova Bandung.
10. Suprapto, Tm, Ir, Jalan Raya Bagian II, Catatan Kuliah Jurusan Tehnik Sipil, FT UGM.

LAMPIRAN

Lampiran 3

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
##

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

1. AGREGAT KASAR BATU PECAH

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Hasil Pemeriksaan	Sat.
			min	max		
1	Keausan (abrasi dengan mesin Los Angeles	PB.0206.76	-	40	34.56	%
2	Kelekatan thd aspal	PB.0205.76	95	-	99	%
3	Peresapan agre-gat thd aspal	PB.0202.76	-	3	2.7200	%
4	Berat jenis semu	PB.0202.76	2.5	-	2.7487	gr/cm

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
##

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

2. AGREGAT KASAR BATU BULAT

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Hasil Pemeriksaan	Sat.
			min	max		
1	Keausan (abrasi dengan mesin Los Angeles	PB.0206.76	-	40	33.78	%
2	Kelekatan thd aspal	PB.0205.76	95	-	98	%
3	Peresapan agregat thd air	PB.0202.76	-	3	2.4132	%
4	Berat jenis semu	PB.0202.76	2.5	-	2.5942	gr/cm

Lampiran 5

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
##

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

3. AGREGAT HALUS BATU PECAH

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Hasil Pemeriksaan	Sat.
			min	max		
1	Sand Equivalent	AASTHO T-76	50	-	102.69	%
2	Berat Jenis Semu	PB.0109.76	2.5	-	2.9721	gr/cm
3	Peresapan agre-gat thd air	PB.0202.76	-	3	3.2117	%

Lampiran 6

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
##

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

4. AGREGAT HALUS BATU BULAT

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Hasil Pemeriksaan	Sat.
			min	max		
1	Sand Equivalent	AASTHO T-76	50	-	102.69	%
2	Berat Jenis Semu	PB.0109.76	2.5	-	3.0037	gr/cm
3	Peresapan agre-gat thd air	PB.0202.76	-	3	1.8122	%

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
##

PROSENTASE LOLOS SARINGAN

Gradasi Ideal Berdasarkan Specifikasi Bina Marga

No. saringan	Prosentase Lolos Saringan	
	Specifikasi	Gradasi Ideal
3/4 (19.1 mm)	100	100.0
1/2 (12.7 mm)	80 - 100	90.0
3/8 (9.52 mm	70 - 90	80.0
# 4 (4.76 mm)	50 - 70	60.0
# 8 (2.38 mm)	35 - 50	42.5
# 30 (0.59 mm)	18 - 29	23.5
# 50 (0.279 mm)	13 - 23	18.0
# 100 (0.149 mm)	8 - 16	12.0
# 200 (0.074 mm)	4 - 10	7.0

Lampiran 8

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
##

HASIL ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Saringan	Berat (gr)		Tertahan (%)	Saringan (%)
	Tertahan	jml tertahan		
3/4	0	0	0	100
1/2	120	120	10	90
3/8	120	240	20	80
No. 4	240	480	40	60
No. 8	216	696	58	42
No. 30	228	924	77	23
No. 50	60	984	82	18
No. 100	72	1056	88	12
No. 200	60	1116	93	7
PAN	84	1200	100	0

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Tehnik Sipil
Fakultas Tehnik sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
##

HASIL PEMERIKSAAN ASPAL

AC 60 - 70

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Hasil Pemeriksaan	sat.
			min	max		
1	Penetrasi	PA.0301.76	60	70	65	0.1mm
2	Titik Lembek (ring & ball)	PA.0302.76	48	58	51	°C
3	Titik Nyala	PA.0303.76	200	-	326	°C
4	Kelarutan (CCl_4)	PA.0305.76	99	-	99	%berat
5	Daktilitas	PA.0306.76	100		>100	cm
6	Berat jenis	PA.0307.76	1	-	1,02	gr/cc

LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PEMERIKSAAN MARSHALL BENDA UJI BATU PECAH

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Ia	67.40	5%	4.762	1198.4	1210.10	690.85	519.25	2.3079	2.4403	10.0959	83.8003	6.1038	16.1997	62.3215		725	2566	2250.125	2.794
Ib	67.00	5%	4.762	1194.0	1205.50	682.05	523.45	2.2810	2.4403	9.9783	82.8235	7.1892	17.1765	58.0927		592	2100	1857.187	2.286
IIa	66.13	5.5%	5.213	1204.5	1212.40	696.65	515.75	2.3354	2.4243	11.9357	84.3973	3.6670	15.6027	76.4977		778	2752	2488.496	2.896
IIb	67.90	5.5%	5.213	1222.9	1242.85	705.85	537.00	2.2773	2.4243	11.6388	82.2976	6.0636	17.7024	65.7470		539	1914	1660.345	2.956
IIIa	65.63	6%	5.660	1212.0	1220.90	703.05	517.90	2.3402	2.4087	12.9858	84.1719	2.8423	15.8281	82.0427		754	2668	2445.889	2.921
IIIb	66.30	6%	5.660	1219.0	1228.00	703.85	524.15	2.3256	2.4087	12.9048	83.6468	3.4484	16.3532	78.9130		632	2240	2016.000	3.175
IVa	66.63	6.5%	6.103	1239.0	1245.70	721.05	524.65	3.3616	2.3934	14.1302	84.5427	1.3271	15.4573	91.4144		665	2356	2100.963	3.302
IVb	65.00	6.5%	6.103	1200.0	1205.60	692.60	513.20	2.3383	2.3934	13.9908	83.7086	2.3006	16.2914	85.8784		568	2016	1880.378	3.048
Va	65.92	7%	6.542	1248.9	1252.90	725.05	527.85	2.3660	2.3784	15.1749	84.3043	0.5208	15.6957	96.6819		536	1903	1730.779	3.302
Vb	65.66	7%	6.542	1235.8	1240.20	719.95	520.25	2.3754	2.3784	15.2352	84.6392	0.1256	15.3608	99.1823		613	2173	1990.468	3.556

Keterangan :
t = tebal benda uji
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat (gram) sebelum direndam
d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
e = berat dalam air (gram)
f = isi (ml) = d-e
g = berat isi benda uji = c/f

h = berat jenis maximum (teoritis)

$$= 100\% / \left(\frac{\%\text{agregat}}{\text{BJ.agregat}} + \frac{\%\text{aspal}}{\text{BJ. aspal}} \right)$$

i = (bxg)/BJ aspal
j = (100-b)xg/BJ aspal
k = k = jumlah kandungan rongga (2) = 100-i-j
l = % rongga terhadap agregat = 100-j
m = % rongga terisi aspal = 100xi/l
p = pembacaan arloji stabilitas
q = stabilitas (kalibrasi alat)
r = kelelehan (0,01)

1. Suhu pemadatan = +_ 140 C
2. Suhu waterbath = 60 C
3. BJ. aspal = 1,02 gr/cc
4. BJ. agregat = 2,6229 gr/cc
5. Tanda tangan =

Lampiran 10

LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PEMERIKSAAN MARSHALL BENDA UJI BATU BULAT

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Ia	68.83	5%	4.762	1219.5	1230.60	691.35	539.25	2.2615	2.4816	10.5581	82.4455	6.9964	17.5545	60.1447		271	974	832.644	2.032
Ib	66.90	5%	4.762	1195.0	1204.35	683.50	520.85	2.2943	2.4816	10.7112	83.6413	5.6475	16.3587	65.4771		510	1612	1605.885	1.184
IIa	68.11	5.5%	5.213	1220.0	1230.05	698.20	531.85	2.2939	2.4158	11.7236	83.2307	5.0457	16.7693	69.9111		644	2282	1970.650	2.540
IIb	68.05	5.5%	5.213	1229.0	1238.75	709.30	529.45	2.3213	2.4158	11.8637	84.2279	3.9114	15.7751	75.2052		522	1854	1603.131	2.286
IIIa	67.98	6%	5.660	1245.0	1250.40	717.50	532.90	2.3363	2.4003	12.9642	84.3694	2.6664	15.6306	82.9412		695	2461	2131.226	2.794
IIIb	68.35	6%	5.660	1242.0	1249.25	720.50	528.75	2.3489	2.4003	13.0341	84.8244	2.1415	15.1756	85.8885		649	2300	1976.807	2.540
IVa	67.70	6.5%	6.103	1241.0	1248.55	719.45	529.10	2.3455	2.3851	14.0339	84.3039	1.6622	15.6961	89.4101		608	2156	1878.415	2.667
IVb	67.21	6.5%	6.103	1241.0	1245.90	720.90	525.00	2.3638	2.3851	14.1434	84.9616	0.8950	15.0384	94.0486		613	2173	1913.191	2.921
Va	68.65	7%	6.542	1251.5	1256.25	722.75	533.50	2.3458	2.3703	15.0453	83.9204	1.0343	16.0796	93.5676		532	1889	1618.142	3.048
Vb	66.65	7%	6.542	1242.0	1246.20	719.85	526.35	2.3596	2.3703	15.1338	84.4141	0.4521	15.5859	97.0993		588	2086	1859.147	3.302

Keterangan :
t = tebal benda uji
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat (gram) sebelum direndam
d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
e = berat dalam air (gram)
f = isi (ml) = d-e
g = berat isi benda uji = c/f

h = berat jenis maximum (teoritis)

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

i = (bxg)/BJ aspal
j = (100-b)xg/BJ aspal
k = k = jumlah kandungan rongga (%) = 100-i-j
l = % rongga terhadap agregat = 100-j
m = % rongga terisi aspal = 100xi/l
p = pembacaan arloji stabilitas
q = stabilitas (kalibrasi alat)
r = kelelehan (0,01)

1. Suhu pemadatan = ± 140 C
2. Suhu waterbath = 60 C
3. BJ. aspal = 1,02 gr/cc
4. BJ. agregat = 2,6124 gr/cc

5. Tanda tangan =

Lampiran 11

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL

1. Agregat Batu Pecah

No.	Tumbukan	Temperatur	Stabilitas (kg)	Flow (MM)	VITM (%)	VFWA (%)
1.	2 X 75	140°C	2250,125	2,794	6,1038	16,1997
2.	2 X 75	140°C	1857,187	2,286	7,1892	17,1765
3.	2 X 75	140°C	2488,496	2,896	3,6670	15,6027
4.	2 X 75	140°C	1660,345	2,946	6,0636	17,7024
5.	2 X 75	140°C	2445,125	2,921	2,8423	15,8281
6.	2 X 75	140°C	2016,000	3,175	3,4484	16,3532
7.	2 X 75	140°C	2100,963	3,302	1,3271	15,4573
8.	2 X 75	140°C	1880,378	3,048	2,3006	16,2914
9.	2 X 75	140°C	173,779	3,302	0,5208	15,6957
10.	2 X 75	140°C	1990,468	3,556	0,1256	15,3608

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL

2. Agregat Batu Bulat

No.	Tumbukan	Temperatur	Stabilitas (kg)	Flow (MM)	VITM (%)	VFWA (%)
1.	2 X 75	140°C	832,644	2,032	6,9964	17,5545
2.	2 X 75	140°C	1605,885	2,184	5,6475	16,3587
3.	2 X 75	140°C	1970,650	2,540	5,0457	16,7693
4.	2 X 75	140°C	1603,131	2,286	3,9114	15,7751
5.	2 X 75	140°C	2131,226	2,794	2,6664	15,6306
6.	2 X 75	140°C	1976,887	2,540	2,1415	15,1756
7.	2 X 75	140°C	1878,415	2,667	1,6622	15,6961
8.	2 X 75	140°C	1913,191	2,921	0,8950	15,0384
9.	2 X 75	140°C	1618,142	3,048	1,0343	16,0796
10.	2 X 75	140°C	1859,147	3,302	0,4521	15,5859

LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PEMERIKSAAN MARSHALL KADAR ASPAL OPTIMUM

1). BATU PECAH

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
I	66.76	5.925	5.5936	1229.2	1236.9	708.25	528.65	2.3252	2.411	12.7512	83.691	3.5576	16.3088	78.186		720	2577	2290.6	2.921
II	65.85	5.925	5.5936	1218.15	1218.15	693.4	524.75	2.3033	2.411	12.664	83.119	4.217	16.881	75.0193		590	2121	1932.7	3.048

Keterangan :
t = tebal benda uji
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat (gram) sebelum direndam
d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
e = berat dalam air (gram)
f = isi (ml) = d-e
g = berat isi benda uji = c/f

h = berat jenis maximum (teoritis)

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

i = (bxg)/BJ aspal
j = (100-b)xg/BJ aspal
k = k = jumlah kandungan rongga (%) = 100-i-j
l = % rongga terhadap agregat = 100-j
m = % rongga terisi aspal = 100xi/l
p = pembacaan arloji stabilitas
q = stabilitas (kalibrasi alat)
r = kelelehan (0,01)

1. Suhu pencampuran = 160 C
2. Suhu pemadatan = 140 C
3. Suhu percobaan (waterbath) = 60 C
4. BJ. aspal batu pecah = 1,02 gr/cc
5. BJ. agregat batu pecah = 2,6229 gr/cc
6. BJ. agregat batu bulat = 2,6124 gr/cc

LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PEMERIKSAAN MARSHALL KADAR ASPAL OPTIMUM

2). BATU BULAT

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
I	67.00	5.575	5.4374	1229.3	1236.55	705.63	530.92	2.3154	2.4080	12.3429	83.8190	3.8381	16.1810	76.2802		642	2275	2011.9	2.286
II	66.33	5.575	5.4374	1198.9	1205.74	690.33	515.41	2.3216	2.4080	12.3999	84.1992	3.4009	15.8008	78.4764		591	1844	168.2	3.794

Keterangan :
t = tebal benda uji
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat (gram) sebelum direndam
d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
e = berat dalam air (gram)
f = isi (ml) = d-e
g = berat isi benda uji = c/f

h = berat jenis maximum (teoritis)

$$= \frac{100\%}{\left(\frac{\%\text{agregat}}{\text{BJ.agregat}} + \frac{\%\text{aspal}}{\text{BJ. aspal}}\right)}$$

i = (bxg)/BJ aspal
j = (100-b)xg/BJ aspal
k = k = jumlah kandungan rongga (%) = 100-i-j
l = % rongga terhadap agregat = 100-j
m = % rongga terisi aspal = 100xi/l
p = pembacaan arloji stabilitas
q = stabilitas (kalibrasi alat)
r = kelelehan (0,01)

1. Suhu pencampuran = 160 C
2. Suhu pemadatan = 140 C
3. Suhu percobaan = 60 C
   (waterbath)
4. BJ. aspal batu pecah = 1,02 gr/cc
5. BJ. agregat batu pecah = 2,6229 gr/cc
6. BJ. agregat batu bulat = 2,6124 gr/cc

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL
KADAR ASPAL OPTIMUM

1. Agregat Batu Pecah

No.	Tumbukan	Temperatur	Stabilitas (kg)	Flow (MM)	VITM (%)	VFWA (%)
1.	2 X 75	140°C	2577	2,921	3,5576	16,3088
2.	2 X 75	140°C	2121	3,048	4,2170	16,8810

Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL
KADAR ASPAL OPTIMUM

2. Agregat Batu Bulat

No.	Tumbukan	Temperatur	Stabilitas (kg)	Flow (MM)	VITM (%)	VFWA (%)
1.	2 X 75	140°C	2011,9	2,286	3,8331	16,1810
2.	2 X 75	140°C	1658,2	2,794	3,4009	15,8008

SOILTEST INC., EVANSTON, ILLINOIS

PROVING RING PR-60
SERIAL NO. 21929
CAPACITY 2721.09 KILOGRAMS
CALIBRATION DATE 24 JUN 1986

X (KILOGRAMS) = 3.5069642507 * Y (DIVISIONS) + 23.05107

CORRELATION COEFFICIENT = .9999043667

VALUE IN KILOGRAMS

DIVISIONS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
70 *	269	273	276	280	283	287	290	294	297	301
80 *	304	308	311	315	318	322	325	329	332	336
90 *	339	343	346	350	353	357	360	364	367	371
100 *	374	378	381	385	388	392	395	399	402	406
110 *	409	413	416	420	423	427	430	434	437	441
120 *	444	448	451	455	458	462	465	469	472	476
130 *	479	483	486	490	493	497	500	504	508	511
140 *	515	518	522	525	529	532	536	539	543	546
150 *	550	553	557	560	564	567	571	574	578	581
160 *	585	588	592	595	599	602	606	609	613	616
170 *	620	623	627	630	634	637	641	644	648	651
180 *	655	658	662	665	669	672	676	679	683	686
190 *	690	693	697	700	704	707	711	714	718	721
200 *	725	728	732	735	739	742	746	749	753	757
210 *	760	764	767	771	774	778	781	785	788	792
220 *	795	799	802	806	809	813	816	820	823	827
230 *	830	834	837	841	844	848	851	855	858	862
240 *	865	869	872	876	879	883	886	890	893	897
250 *	900	904	907	911	914	918	921	925	928	932
260 *	935	939	942	946	949	953	956	960	963	967
270 *	970	974	977	981	984	988	991	995	998	1002
280 *	1006	1009	1013	1016	1020	1023	1027	1030	1034	1037
290 *	1041	1044	1048	1051	1055	1058	1062	1065	1069	1072
300 *	1076	1079	1083	1086	1090	1093	1097	1100	1104	1107
310 *	1111	1114	1118	1121	1125	1128	1132	1135	1139	1142
320 *	1146	1149	1153	1156	1160	1163	1167	1170	1174	1177
330 *	1181	1184	1188	1191	1195	1198	1202	1205	1209	1212
340 *	1216	1219	1223	1226	1230	1233	1237	1240	1244	1247
350 *	1251	1254	1258	1262	1265	1269	1272	1276	1279	1283
360 *	1286	1290	1293	1297	1300	1304	1307	1311	1314	1318
370 *	1321	1325	1328	1332	1335	1339	1342	1346	1349	1353
380 *	1356	1360	1363	1367	1370	1374	1377	1381	1384	1388
390 *	1391	1395	1398	1402	1405	1409	1412	1416	1419	1423
400 *	1426	1430	1433	1437	1440	1444	1447	1451	1454	1458
410 *	1461	1465	1468	1472	1475	1479	1482	1486	1489	1493
420 *	1496	1500	1503	1507	1511	1514	1518	1521	1525	1528
430 *	1532	1535	1539	1542	1546	1549	1553	1556	1560	1563
440 *	1567	1570	1574	1577	1581	1584	1588	1591	1595	1598
450 *	1602	1605	1609	1612	1616	1619	1623	1626	1630	1633
460 *	1637	1640	1644	1647	1651	1654	1658	1661	1665	1668
470 *	1672	1675	1679	1682	1686	1689	1693	1696	1700	1703
480 *	1707	1710	1714	1717	1721	1724	1728	1731	1735	1738
490 *	1742	1745	1749	1752	1756	1759	1763	1767	1770	1774
500 *	1777	1781	1784	1788	1791	1795	1798	1802	1805	1809

VALUE IN KILOGRAMS

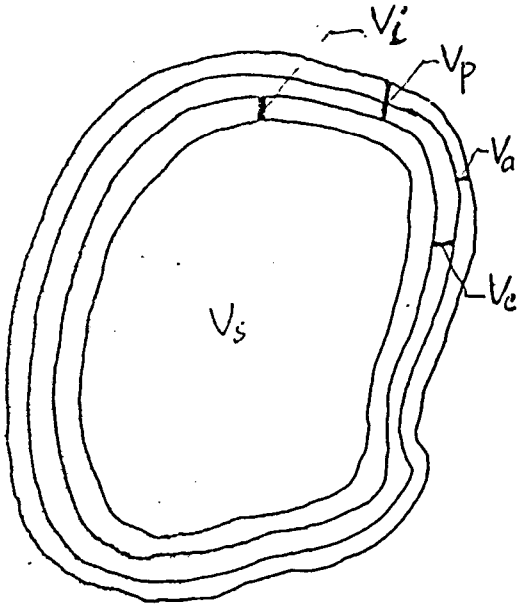
VISIONS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510 *	1812	1816	1819	1823	1826	1830	1833	1837	1840	1844
520 *	1847	1851	1854	1858	1861	1865	1868	1872	1875	1879
530 *	1882	1886	1889	1893	1896	1900	1903	1907	1910	1914
540 *	1917	1921	1924	1928	1931	1935	1938	1942	1945	1949
550 *	1952	1956	1959	1963	1966	1970	1973	1977	1980	1984
560 *	1987	1991	1994	1998	2001	2005	2008	2012	2016	2019
570 *	2023	2026	2030	2033	2037	2040	2044	2047	2051	2054
580 *	2058	2061	2065	2068	2072	2075	2079	2082	2086	2089
590 *	2093	2096	2100	2103	2107	2110	2114	2117	2121	2124
600 *	2128	2131	2135	2138	2142	2145	2149	2152	2156	2159
610 *	2163	2166	2170	2173	2177	2180	2184	2187	2191	2194
620 *	2198	2201	2205	2208	2212	2215	2219	2222	2226	2229
630 *	2233	2236	2240	2243	2247	2250	2254	2257	2261	2265
640 *	2268	2272	2275	2279	2282	2286	2289	2293	2296	2300
650 *	2303	2307	2310	2314	2317	2321	2324	2328	2331	2335
660 *	2338	2342	2345	2349	2352	2356	2359	2363	2366	2370
670 *	2373	2377	2380	2384	2387	2391	2394	2398	2401	2405
680 *	2408	2412	2415	2419	2422	2426	2429	2433	2436	2440
690 *	2443	2447	2450	2454	2457	2461	2464	2468	2471	2475
700 *	2478	2482	2485	2489	2492	2496	2499	2503	2506	2510
710 *	2513	2517	2521	2524	2528	2531	2535	2538	2542	2545
720 *	2549	2552	2556	2559	2563	2566	2570	2573	2577	2580
730 *	2584	2587	2591	2594	2598	2601	2605	2608	2612	2615
740 *	2619	2622	2626	2629	2633	2636	2640	2643	2647	2650
750 *	2654	2657	2661	2664	2668	2671	2675	2678	2682	2685
760 *	2689	2692	2696	2699	2703	2706	2710	2713	2717	2720
770 *	2724	2727	2731	2734	2738	2741	2745	2748	2752	2755
780 *	2759	2762	2766	2770	2773	2777	2780	2784	2787	2791

TUGAS PENDADARAN

BERAT JENIS AGREGAT.

1. Pengertian

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat butir partikel agregat dan volumenya. Berat jenis agregat tersebut dapat dibedakan menjadi tiga macam berdasarkan volume butir yang diperhitungkan. Hal ini dapat dijelaskan dengan bantuan sketsa volume butir seperti dibawah ini.



Vs = Volume bahan padat (solid)

Vi = Volume pori yang tak dapat diresapi air

Vp = Volume pori yang dapat diresapi air

Va = Volume pori yang dapat diresapi aspal

Vc = Volume pori yang dapat diresapi air tapi tak dapat diresapi aspal

= Vp - Va

a. Berat jenis bulk

BJ bulk adalah perbandingan antara berat butir agregat dan volume total butir agregat.

$$Gsb = \frac{Ws}{(Vs + Vi + Vp)} = \frac{Ws}{\frac{Bj - Ba}{\gamma w}}$$

dimana :

Ws = berat kering partikel agregat

τw = berat volume air

Bj = berat agregat dalam keadaan SSD

Ba = berat agregat dalam air

b. Berat jenis semu (apparent)

Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat butir agregat dan volume solid ditambah volume rongga yang tak dapat diresapi air.

$$Gsb = \frac{Ws}{(Vs + Vi)} = \frac{Ws}{\frac{Bk - Ba}{\tau w}}$$

dimana :

Bk = berat kering agregat = Ws

c. Berat jenis SSD atau berat jenis effective

Berat jenis SSD adalah perbandingan antara berat butir agregat dan volume solid ditambah dengan volume rongga yang tak dapat diresapi air dan volume rongga yang dapat diresapi air tapi tak dapat diresapi aspal.

$$Gse = \frac{Ws}{(Vs + Vi + Vc)} = \frac{Bj}{\frac{Bj - Ba}{\tau w}}$$

2. Dalam perencanaan, bila digunakan BJ bulk maka aspal dianggap hanya menyelimuti bagian luar dari butir agregat. Sedangkan bila digunakan BJ semu maka aspal dianggap dapat meresapi seluruh pori yang dapat diresapi air, sehingga yang paling tepat adalah penggunaan BJ SSD (BJ effective) yaitu yang menganggap bahwa aspal hanya dapat meresapi sebagian dari pori yang dapat diresapi air, hal ini sesuai dengan kenyataan yang terjadi.

3. Dalam mix design (perancangan campuran), berat jenis yang digunakan adalah berat jenis bulk. Hal ini karena jumlah aspal yang terserap oleh agregat telah diperhitungkan yaitu dengan memperhitungkan dari penyerapan agregat terhadap air.