

M A D I A H	
TOL. TER. : ..	05-09-97
NO. UNIT : ..	093/Ta. 01/01
NO. BOK. : ..	07 098

512000330001

74

666 893

PRA

p

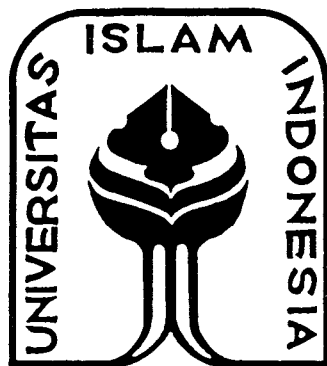
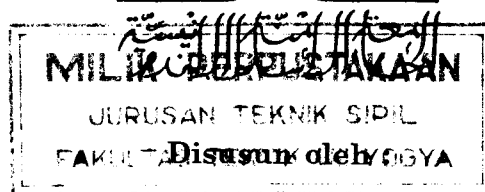
SUMBANGAN ALUMNI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA



TUGAS AKHIR

PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL
DENGAN VARIASI GRADASI BATUAN
BERBEDA



EDY PRAMONO

No. Mhs. : 84310067

N I R M : 844330067

SUNU AGUNG ADI CAHYONO

No. Mhs. : 84310129

N I R M : 844330125

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL
DENGAN VARIASI GRADASI BATUAN
BERBEDA**

Disusun oleh :

EDY PRAMONO

No. Mhs. : 84310067

N I R M : 844330067

SUNU AGUNG ADI CAHYONO

No. Mhs. : 84310129

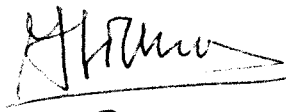
N I R M : 844330125

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tim Pembimbing

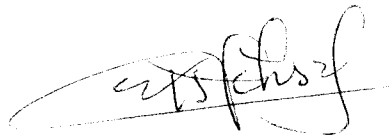
Ir. H. WARDHANI SARTONO, MSC

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 18-7-96

Ir. H. BACHNAS, MSC

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 18-7-96

*Kupersembahkan kepada rekan-rekan
angkatan 84 (Supri, Mbah Pur, Adi,
P' Dewan, Eyang Jendra)*

PRAKATA

Assalamu'allaikum Wr Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai syarat bagi penyusun untuk memperoleh tingkat kesarjanaan pada Fakultas Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, di Universitas Islam Indonesia.

Melalui kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bpk. Ir. Susastrawan, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bpk. Ir. Bambang Sulistiono, MSCE selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bpk. Ir. H. Wardhani Sartono, Msc selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bpk. Ir. H. Bachnas , Msc selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
5. Seluruh staf Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil.
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materiil yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT memberikan pahala yang setimpal atas segala bantuan serta bimbingannya.

Wabillahi taufiq walhidayah

Wassalamu'allaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, januari 1996

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar belakang permasalahan	1
B. Tujuan penelitian	2
C. Lingkup penelitian	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
A. Aspal	3
B. Agregat	4
C. Konstruksi perkerasan jalan	7
D. Filler	9
E. Beton Aspal	10

F. Pengaruh agregat kasar terhadap campuran Beton Aspal	10
 BAB III : LANDASAN TEORI	
A.Konstruksi perkerasan	11
B. Beton Aspal	12
C. Kadar Aspal	13
D. Marshall Test	14
E. Modulus Kekakuan	14
 BAB IV : HIPOTESIS	
 BAB V : CARA PENELITIAN	
A. Bahan	24
B Peralatan	28
C. Jalannya Penelitian	29
D. Pengujian Benda Uji	34
E. Anggapan Dasar	35
F. Cara Analisis	36
G. Kesulitan-kesulitan dan cara penyelesaiannya	39
 BAB VI : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	40
B. Pembahasan	51
C. Tinjauan terhadap spesifikasi Bina Marga	61

BAB VII : KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan 63

B. Saran 64

BAB VII : PENUTUP 65

DAFTAR PUSTAKA 66

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Spesifikasi gradasi campuran	30
Tabel 5.2. Kebutuhan agregat untuk satu benda uji dengan kadar aspal 4% hasil perhitungan di laboratorium	32
Tabel 6.1. Spesifikasi agregat kasar dan hasil pengujian laboratorium	40
Tabel 6.2. Spesifikasi agregat halus dan hasil pengujian laboratorium	40
Tabel 6.3. Spesifikasi aspal AC 60 - 70 dan hasil pengujian laboratorium	41
Tabel 6.4. Persyaratan campuran beton aspal	42
Tabel 6.5. Hasil pengujian Test Marshall campuran beton aspal dengan gradasi batuan ideal	43
Tabel 6.6. Hasil pengujian Test Marshall campuran beton aspal dengan gradasi batuan diluar batas ring bagian atas	43
Tabel 6.7. Hasil pengujian Test Marshall campuran beton aspal dengan gradasi batuan diluar batas ring bagian bawah	44
Tabel 6.8. Perhitungan kekakuan campuran dari nomogram Shell	49
Tabel 6.9. Perhitungan kekakuan campuran dengan menggunakan formula Heukelomp dan Klomp	51
Tabel 6.10. Hasil perhitungan untuk nilai stabilitas, flow, VIM dan VFB pada kadar aspal optimum sebesar 4,5 %	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Nomogram untuk menetapkan kekakuan bitumen (S_b)	15
Gambar 3.2. Nomogram penentuan kekakuan campuran	19
Gambar 5.1. Batas distribusi partikel agregat kasar dan halus serta pembagian butiran sesuai dengan campuran ideal	31
Gambar 6.1. Nomogram untuk menentukan nilai PI (Penetrasi Index)	46
Gambar 6.2. Grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas	54
Gambar 6.3. Grafik hubungan kadar aspal dengan keelehan (flow)	56
Gambar 6.4. Grafik hubungan kadar aspal dengan % rongga dalam campuran (VIM)	57
Gambar 6.5. Grafik hubungan kadar aspal dengan % rongga terisi aspal (VFB) ..	58
Gambar 6.6. Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai Marshall Quotient	60
Gambar 6.7. Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai S_{Mix} pada campuran beton aspal	61

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil pemeriksaan agregat kasar
- Lampiran 2. Hasil pemeriksaan agregat halus
- Lampiran 3. Hasil pemeriksaan berat jenis aspal
- Lampiran 4. Hasil pemeriksaan kelarutan dalam CCl₄.
- Lampiran 5. Hasil pemeriksaan keausan agregat (abrasi test)
- Lampiran 6. Hasil pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar aspal
- Lampiran 7. Hasil pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 8. Hasil pemeriksaan Titik lembek Aspal
- Lampiran 9. Hasil pemeriksaan Kelekatan agregat terhadap aspal
- Lampiran 10. Grafik kadar aspal design
- Lampiran 11. Perhitungan Test Marshall
- Lampiran 12. Hasil analisa saringan agregat kasar dan halus

INTISARI

Agregat pada beton aspal mempunyai peranan yang sangat besar dalam menjalankan fungsinya sebagai lapis struktural. Saat sekarang ini untuk mendapatkan agregat yang baik sudah mulai sulit serta dalam pelaksanaan di lapangan tidak jarang ditemukan penyimpangan penggunaan agregat yang dilakukan oleh pelaksana.

Pada penelitian ini agregat dites dengan mesin Los Angeles, setelah itu dibuat campuran dengan bahan lain yang memenuhi syarat. Hasil dari pencampuran tersebut kemudian dites dengan alat tekan Marshall.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran dengan variasi agregat yang berada diluar batas ring spesifikasi bagian bawah sebesar 3 % masih dapat digunakan sebagai bahan lapis perkerasan, sebaliknya untuk campuran dengan variasi agregat yang berada diluar batas ring spesifikasi bagian atas sebesar 3 % tidak.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Permasalahan

Sifat dari suatu campuran lapis perkerasan jalan sangat ditentukan dari gradasi agregat, kadar aspal total dan kadar aspal efektif, VIM, VMA, dan sifat dari bahan baku aspal sendiri. Variasi dari hal tersebut diatas akan menghasilkan kualitas campuran yang berbeda-beda. Agar dapat memenuhi kualitas dan keseragaman jenis lapisan yang telah dipilih dalam perencanaan perlu dibuatkan spesifikasi campuran yang menjadi dasar pelaksanaan di lapangan. Dengan spesifikasi itu diharapkan dapat diperoleh sifat campuran yang memenuhi syarat-syarat teknis dan keawetan yang diharapkan.

Kekuatan dari suatu lapis perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh susunan gradasi batuan, yaitu dari agregat kasar sampai dengan agregat halus, filler serta aspal sebagai bahan ikatnya. Untuk mendapatkan suatu lapis keras yang berkualitas baik ini maka dalam pelaksanaannya perlu diperhatikan kualitas dari penggunaan bahan, faktor perencanaan serta cara pelaksanaannya.

Seperti diketahui bersama, bahwa didalam pelaksanaan pekerjaan pembuatan ataupun perbaikan jalan sering dijumpai faktor-faktor pelaksanaan ini sering tidak sesuai dengan apa yang telah ditentukan, misalnya dalam hal penggunaan gradasi batuan. Hal inilah yang menyebabkan sering terjadinya kerusakan jalan yang belum mencapai batas umur perencanaan.

Bertitik tolak dari faktor pelaksanaan inilah maka penyusun mengambil suatu tema penulisan mengenai **“PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL DENGAN VARIASI GRADASI BATUAN BERBEDA”**.

B. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penyimpangan dari penggunaan gradasi batuan yang berada diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga terhadap stabilitas, kelelahan plastis (flow), penyerapan aspal, kadar aspal serta Test Marshall dalam suatu campuran beton aspal masih dapat diperkenankan. Sehingga apabila terjadi kekeliruan penggunaan susunan gradasi saat pelaksanaan pencampuran hal ini masih dapat digunakan.

C. Lingkup Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan di Laboratorium ini, analisa campuran Beton Aspal yang digunakan adalah dengan menggunakan metode Test Marshall. Adapun mengenai persyaratan yang digunakan tercantum untuk perencanaan jalan dengan kepadatan lalu lintas berat serta menggunakan aspal AC 60-70. Titik berat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hal-hal mengenai Stabilitas, Flow, VFB, dan VIM.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai bahan yang berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, mempunyai sifat lekat baik dan berlemak, larut dalam CCl_4 serta tidak larut dalam air. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan pada perkerasan Macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan akan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Aspal merupakan campuran dari unsur *Hidrogen (H)* dan unsur *Carbon (C)* yang sangat kompleks. Dalam kondisi *Unsaturated*, perubahan sifatnya sangat perlu diperhatikan yaitu reaktivitasnya terhadap O_2 . Hal ini mengingat aspal untuk perkerasan selalu berhubungan dengan udara. Pada konstruksi perkerasan jalan aspal berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat agregat .
2. Bahan pengisi dan penutup rongga antar agregat maupun pori-pori pada agregat itu sendiri.

Berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan yang kuat (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi serta memberikan sifat elastis yang baik.

B. Agregat

Agregat/batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (solid). ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen.

Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapis keras jalan yang mengandung 90 - 95 % agregat berdasarkan persentase berat, atau 75 - 80 % agregat berdasarkan persentase volume. Berdasarkan besarnya partikel, agregat dapat dibedakan menjadi :

1. Agregat kasar, yaitu agregat yang tertahan saringan no.8
2. Agregat halus, yaitu agregat yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200.

Agregat dengan kualitas dan sifat yang kuat sangat dibutuhkan untuk lapis permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas, serta menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya.

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat akan mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar partikel agregat yang digunakan, maka semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Batasan ukuran maksimum yang digunakan dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan. Penggunaan

partikel agregat dengan ukuran besar dapat menguntungkan dan dapat pula merugikan.

Secara umum persyaratan yang harus dipenuhi oleh agregat sebagai bahan konstruksi lapis keras adalah sebagai berikut :

1. Gradasi

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 tiga macam yaitu :

- a). Gradasi menerus (*continuous graded*), yaitu 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 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 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 rendah dibandingkan dengan gradasi rapat dengan nilai permeabilitas yang lebih tinggi.
- c). Gradasi timpang/celah (*gap graded*), yaitu campuran agregat dimana beberapa 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 yang lebih kecil) pada saat pencampuran dan pemadatan maupun akibat beban lalu lintas selama masa layanan. 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. Bentuk butiran (*particle shape*)

Butiran agregat yang bersudut dengan bentuk menyerupai kubus (*cubical*) akan mempunyai angka gesekan dalam (*internal friction*) yang tinggi dan bersifat 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 selagi proses pencampuran, pemadatan, maupun akibat beban lalu lintas serta menimbulkan segregasi selama proses pencampuran. Karena itu nilai indek kepipihan (*Flakiness Index*) yang diijinkan maksimum 25 %.

4. 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 diperkirakan dari jumlah air yang terabsorpsi oleh agregat.

5. 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.

Agregat yang tidak mudah terikat dengan air akan memberikan ikatan yang kuat dengan aspal. Agregat jenis ini misalnya agregat jenis basalt dan dolomit. Sedangkan agregat yang mudah terikat dengan air akan memberikan ikatan yang lemah antara agregat dengan aspal sehingga mudah terjadi striping, agregat jenis ini misalnya jenis quartzite. Persyaratan yang ditentukan berdasarkan PB-0205-76 mempunyai kelekatan agregat terhadap aspal minimum sebesar 95 %.

6. Kebersihan permukaan

Agregat tidak boleh mengandung bahan-bahan yang mudah lepas seperti lempung, lanau, kalsium karbonat melebihi batasan tertentu. Hal ini dikarenakan bahan tersebut akan mengurangi daya lekat aspal dengan agregat. Gumpalan lempung pada agregat yang diperkenankan adalah maksimum sebesar 0,25 %. Khusus untuk agregat halus kadar bahan yang menyerupai lempung diperiksa dengan percobaan *Sand Equivalent*. Untuk bahan perkerasan jalan nilai sand equivalent tes minimum sebesar 50 %.

C. Konstruksi Perkerasan Jalan

Untuk dapat memenuhi fungsinya sebagai konstruksi perkerasan jalan yaitu, melewati lalu lintas kendaraan dengan aman dan nyaman serta dapat bertahan

sampai batas umur rencana, maka konstruksi perkerasan jalan diharuskan memiliki karakteristik tertentu yaitu :

a). Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan dari suatu konstruksi perkerasan jalan dalam mendukung beban lalu lintas sehingga tidak terjadi deformasi permanen yang berarti. Stabilitas perkerasan lentur dihasilkan dari penguncian antar butir agregat, gesekan antar butir dan lekatan yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian kondisi stabilitas suatu perkerasan jalan 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 perubahan volume. Penggunaan aspal dengan penetrasi tinggi (aspal lunak) dengan kadar yang cukup tinggi akan meningkatkan 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 cuaca, air maupun gesekan roda kendaraan. Rongga udara (VIM) yang kecil akan meningkatkan keawetan lapis perkerasan karena lapisan tersebut menjadi lebih kedap air dan udara sehingga tidak mudah terjadi oksidasi yang akan menyebabkan aspal menjadi rapuh. VIM yang kecil tersebut harus disertai dengan VMA (volume antar butir agregat) yang cukup besar agar kadar aspal

dapat dibuat cukup tinggi, hal ini akan menyebabkan film aspal yang menyelimuti agregat menjadi cukup tebal.

d). Tahan geser/kekesatan (*Skid resistance*)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan. Besarnya tahanan geser tersebut dipengaruhi oleh penggunaan agregat berbentuk kubus, penggunaan agregat dengan tekstur permukaan yang kasar, pemakaian kadar aspal yang tepat serta penggunaan agregat berbentuk kubus.

e). Ketahanan kelelahan (*Fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis perkerasan terhadap kelelahan yang berupa alur dan retak akibat beban lalu lintas berulang. Ketahanan terhadap kelelahan dipengaruhi oleh besarnya rongga udara dan kadar aspal dalam campuran.

D. Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no.200 (0,074 mm) bisa berupa debu batu kapur, debu dolomit atau semen. Filler harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1 %). Menurut Crauss J and Ishai Vol 46, pada awalnya pengaruh filler kedalam aspal adalah dengan membentuk mastik yaitu campuran aspal dan filler, sedangkan mastik biasanya menambah/mempengaruhi viskositas (kekentalan/kekakuan) aspal murni. Pengaruh filler dalam adhesi, menambah kekentalan aspal murni. Mekanisme pengaruh dari filler dalam

mendukung adhesi antara aspal dan agregat adalah secara mekanik dan kimia (*Phsycochemichal*).

E. Beton Aspal

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari konstruksi lapis lentur. Campuran beton aspal dengan gradasi menerus ditentukan agar diperoleh ukuran agregat dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil, dengan demikian dapat dicapai campuran dengan kepadatan yang maksimum.

F. Pengaruh agregat kasar terhadap campuran beton aspal

Fungsi dari agregat kasar pada campuran beton aspal secara umum adalah untuk memberikan stabilitas campuran dengan kondisi saling mengunci dari masing-masing partikel agregat kasar, serta diperoleh pula stabilitas tersebut dari tahanan gesek (*Frection resistance*) terhadap suatu aksi perpindahan

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Konstruksi Perkerasan

Lapis perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas permukaan tanah dasar, setelah dipadatkan akan berfungsi sebagai pemikul beban lalu lintas yang lewat di atasnya secara aman dan nyaman. Selanjutnya beban yang diterima oleh lapisan tersebut diteruskan/disebarkan ke tanah dasar yang ada dibawahnya agar tanah mendapatkan tekanan yang tidak melampaui daya dukung ijinnya. Perkerasan dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang biasanya menggunakan bahan ikat aspal.
2. Perkerasan tegar (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang biasanya menggunakan bahan ikat semen portland.

Disamping jenis perkerasan tersebut diatas, penggabungan dari keduanya disebut perkerasan gabungan (*composite pavement*).

Pada prinsipnya lapis keras lentur jalan raya tersusun atas tiga bagian yaitu lapis pondasi bagian bawah, lapis pondasi bagian atas dan lapis permukaan. Fungsi penting dari lapis keras jalan secara struktural adalah mendukung beban lalu lintas yang kemudian menyalurkannya pada tanah dasar secara merata.

Adapun fungsi dari tiap lapis perkerasan jalan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Lapis permukaan (*surface course*)
 - a. memberikan sebuah lapis permukaan yang rata

- b. menahan gaya geser dari roda
 - c. sebagai lapis aus
 - d. sebagai lapis kedap air.
2. Lapis atas (*base course*)
- a. sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan dan ikut menahan geser
 - b. sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
- a. menyebarkan beban roda
 - b. sebagai lapis peresapan
 - c. sebagai lapisan pertama untuk perkerasan karena umumnya tanah dasar lemah.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran agregat dan aspal yang ditujukan untuk lapis permukaan yang bersifat struktural (*asphalt concrete*).

B. Beton Aspal

Beton aspal adalah salah satu jenis konstruksi perkerasan lentur yang merupakan campuran antara aspal keras (AC) dengan agregat bergradasi menerus, kemudian dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Campuran beton aspal dengan gradasi menerus ditentukan agar diperoleh ukuran agregat yang terbesar sampai dengan yang terkecil, sehingga dengan demikian dapat dicapai campuran dengan kepadatan yang maksimum.

Beton aspal yang digunakan sebagai lapis permukaan harus memenuhi syarat-syarat kekuatan (struktural) dan juga syarat-syarat non struktural. Sebagai lapis yang mempunyai fungsi struktural, maka beton aspal harus mempunyai daya dukung

tertentu dalam mendukung beban lalu lintas, yang biasanya dinyatakan dalam nilai stabilitas Marshall. Sedangkan fungsi non strukturalnya beton aspal harus dapat melindungi lapisan dibagian bawah dari pengaruh air serta sebagai lapis aus.

Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut maka beton aspal harus memenuhi persyaratan tertentu seperti stabilitas, kelelahan, volume rongga dan lain-lain dengan nilai tertentu.

C. Kadar Aspal

Kadar aspal adalah jumlah kandungan aspal yang terdapat didalam suatu campuran beton aspal. Jumlah kadar aspal yang digunakan pada campuran beton aspal akan berpengaruh terhadap stabilitas, keawetan, kelenturan serta kekesatan dari lapisan beton aspal. Jumlah kadar aspal yang terlalu rendah akan menghasilkan campuran dengan film aspal yang tipis dan daya ikat antar butir akan lemah sehingga keawetan, kelenturan serta kekuatan beton aspal akan rendah. Sedangkan pemakaian kadar aspal yang terlalu tinggi akan mengakibatkan rongga udara yang kecil sehingga tidak memungkinkan terjadinya pemadatan tambahan akibat beban lalu lintas sehingga perkerasan menjadi kaku (fleksibilitas rendah) dan pada temperatur tinggi dapat terjadi bleeding yang akan mengurangi kekesatan lapis perkerasan.

Dari penjelasan diatas maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa haruslah ditentukan campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dihasilkan lapisan perkerasan dengan kualitas yang seoptimal mungkin.

D. Marshall Test

Marshall test adalah cara yang digunakan untuk pemeriksaan campuran beton aspal (ASTM D-1559-62T) dengan maksud menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal.

Ketahanan (stabilitas) adalah kemampuan dari suatu campuran beton aspal untuk menerima beban sampai terjadinya kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau pound.

Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban batas runtuh yang dinyatakan dalam milimeter atau inchi.

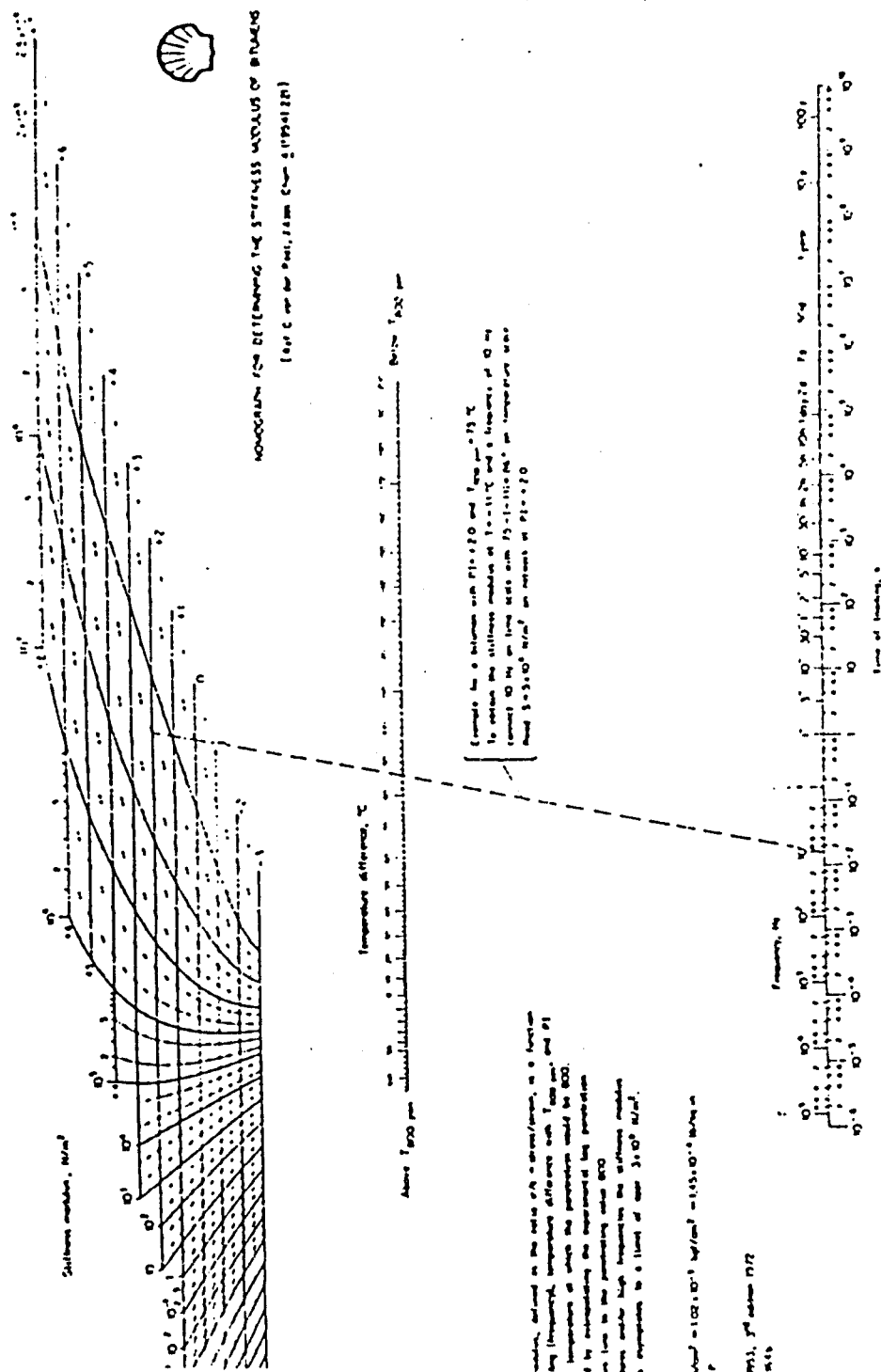
E. Modulus Kekakuan

1. Kekakuan Bitumen (*Bitument Stiffness*)

Kekakuan bitumen adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada bitumen yang besarnya tergantung pada temperatur dan lamanya pembebanan. Nilai kekakuan bitumen dapat ditentukan dengan menggunakan nomogram **Van der Poel** seperti pada gambar 3.1. Adapun cara menggunakannya dengan memerlukan data-data sebagai berikut :

1. Temperatur rencana perkerasan (T) dalam ($^{\circ}\text{C}$)
2. Titik lembek atau *softening Point* (Spr) dari tes *Ring and Ball* ($^{\circ}\text{C}$)
3. Waktu pembebanan (t) dalam (detik) yang tergantung pada kecepatan kendaraan
4. Penetration Index (PI)

Waktu pembebanan untuk tebal lapis perkerasan antara 100 - 350 mm dapat diperkirakan dari hubungan empiris yang sederhana seperti berikut :



Gambar 3.1. Nomogram untuk menetapkan kekakuan bitumen (Sb)

Sumber : An Introduction to the Analytical Design of Bituminous Pavement,
SF Brown and Janet M.Bruton (1978)

$$t = \frac{s}{v} \text{ detik} \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan : v = kecepatan kendaraan dalam km/jam

s = panjang tapak roda dalam m

Didalam menghitung lama pembebanan suatu perkerasan ada suatu cara lain yang diformulakan sebagai berikut :

$$\text{Log } (t) = 5 \times 10^{-4} \times h - 0,2 - 0,94 \times \log (v) \quad \dots\dots\dots (2)$$

dengan : h = tebal perkerasan (cm)

v = kecepatan kendaraan (km/jam)

Penetrasi Index dihitung dari SPr (temperatur titik lembek) dan penetrasi bitumen setelah dihamparkan, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{PIr} = \frac{1951,4 - 500 \log \text{Pr} - 200 \text{SPr}}{50 \log \text{Pr} - \text{Spr} - 120,14} \quad \dots\dots\dots (3)$$

dengan : PIr = *Recovered Penetration Index* dari aspal.

Nilai Penetration Index (PI) dan SPr (temperatur titik lembek) yang digunakan dalam persamaan tersebut dalam kondisi sudah dihamparkan. Untuk itu perlu dilakukan asumsi sebagai berikut :

$$\text{Pr} = 0,65 \text{PI} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{SPr} = 98,4 - 26,35 \log \text{Pr} \quad \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

PI = Penetrasi bitumen dalam kondisi asli (0,1 mm)

Pr = Penetrasi bitumen dalam kondisi dihamparkan (0,1 mm)

SPr = Temperatur titik lembek dari bitumen dalam kondisi dihamparkan ($^{\circ}\text{C}$)

Karena hitungan perencanaan didasarkan pada karakteristik bitumen terhadap penetrasi awalnya, maka substitusi dari persamaan (4) dan (5) ke dalam (3) memberikan persamaan untuk Penetration Index dalam kondisi dihiparkkan sebagai berikut :

$$PI_r = \frac{27 \log PI - 21,65}{76,35 \log PI - 232,82} \dots\dots\dots (6)$$

Selain dengan menggunakan nomogram yang dikembangkan oleh **Van der Poel**, kekuatan bitumen dapat juga dicari dengan menggunakan persamaan yang diturunkan oleh **Ullidz**, sebagai berikut :

$$S_b = 1,157 \times 10^{-7} \times t^{-0,368} \times 2,718^{-PI_r} \times (SP_r - T)^5 \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

S_b = Stiffness bitumen, dalam Mpa

t = Waktu pembebanan, dalam detik

PI_r = Recovered Penetration Index dari aspal

SP_r = Recovered Softening Point dari aspal $^{\circ}C$

T = Temperatur rencana perkerasan $^{\circ}C$

1,47 x suhu udara rata-rata tahunan (untuk deformasi tetap)

1,92 x suhu udara rata-rata tahunan (untuk retak karena kelelahan)

Persamaan tersebut diatas dapat dipergunakan jika memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$0,01 < t < 0,1$$

$$-1 < PI_r < 1$$

$$20^{\circ} < (SP_r - T) < 60^{\circ}$$

2. Kekakuan Campuran (*Mix Stiffness*)

Kekakuan campuran adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada campuran aspal beton yang besarnya tergantung dari temperatur dan lamanya pembebanan yang ditetapkan. metode yang diterapkan untuk menentukan “*Mix Stiffness*” (*S Mix*) diantaranya :

a. Metode Shell

Untuk mencari modulus kekakuan campuran beton aspal digunakan nomogram pada gambar 3.2. Dengan memasukkan parameter yang berupa kekuatan bahan ikat aspal (*S_b*) dan perbandingan volume dari bahan penyusun campuran lapis keras, maka angka kekakuan campuran (*S_m*) dapat ditentukan. Pada metode ini diperlukan data-data sebagai berikut :

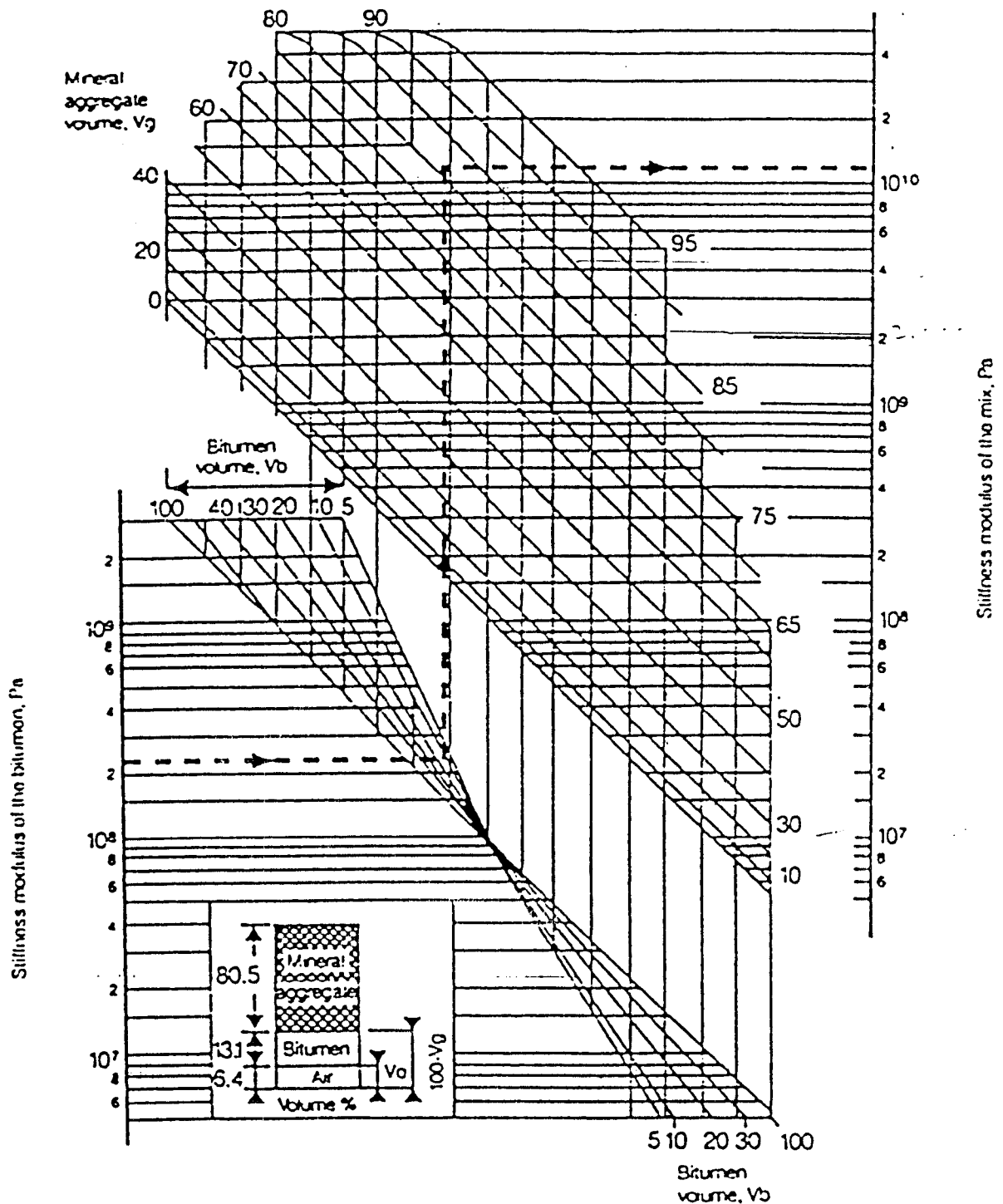
1. Modulus kekakuan bitumen (N/m^2), dimana modulus kekakuan ini didapatkan dari perhitungan atau dengan nomogram seperti telah disebutkan diatas.
2. Volume bahan pengikat (%)
3. Volume mineral agregat (%)

Persentase volume bahan pengikat dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$V_b = \frac{(100 - V_v) (M_B/G_b)}{(M_B/G_b) + (M_A/G_a)} \dots\dots\dots (8)$$

Kadar pori dalam campuran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_v = \frac{(\text{max} - m) \times 100}{\text{max}} \dots\dots\dots (9)$$



Gambar 3.2. Nomogram penentuan kekakuan campuran

Sumber : SHELL Pavement Design Manual (1978)

dengan :

$$\max = \frac{100 \times w}{(MB/Gb) + (MA/Ga)} \dots\dots\dots (10)$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai VIM agregat dengan persamaan :

$$VMA = Vb + Vv \dots\dots\dots (11)$$

dan

$$Vv + Vb + Vg = 100 \% \dots\dots\dots (12)$$

dengan :

MA = Perbandingan berat agregat dengan total berat campuran (%)

MB = Perbandingan berat bahan ikat bitumen dengan total berat campuran (%)

Ga = Berat jenis campuran agregat

Gb = Berat jenis bahan ikat bitumen

m = Berat volume campuran padat (kg/m^3)

w = Berat volume air (kg/m^3)

Vg = Persentase volume agregat

Vb = Persentase volume bitumen

Vv = Persentase volume pori

b. Metode Heukellom and Klomp (1964)

Berikut ini formula untuk mencari nilai kekakuan campuran.

$$S_{\text{mix}} = S_{\text{bit}} \left[1 + \left[\frac{2,5}{n} \times \frac{Cv}{1 - Cv} \right]^n \right] \dots\dots\dots (13)$$

dengan :

$$n = 0,83 \log (4 \times 10^{10} / S_{bit})$$

$$S_{Mix} = \text{mix modulus (N/m}^2\text{)}$$

$$S_{bit} = \text{bitumen modulus (N/m}^2\text{)}$$

Van der Poel menyimpulkan bahwa modulus campuran bitumen terutama tergantung pada modulus bitumen dan konsentrasi volume agregat (C_v).

$$C_v = \frac{V_g}{V_g + v_b} \dots\dots\dots (14)$$

dengan :

$$V_g = \text{Persentase volume agregat padat}$$

$$V_b = \text{Persentase volume bitumen}$$

Rumus diatas hanya berlaku untuk kepadatan dengan volume rongga kurang dari 3%.

Untuk kepadatan dengan volume rongga lebih besar dari 3% digunakan rumus :

$$C_v = \frac{C_v}{1 + 0,01 (V_v - 3,0)} \dots\dots\dots (15)$$

dengan :

$$C_v = \text{Modifikasi volume agregat}$$

$$V_v = \text{Volume rongga udara dalam campuran}$$

Persamaan tersebut dapat digunakan jika konsentrasi volume bitumen (C_b) memenuhi syarat sebagai berikut :

$$C_b > 2/3 (1 - C_v) \dots\dots\dots (16)$$

$$C_b = \frac{V_b}{V_g + V_b} \dots\dots\dots (17)$$

dengan :

V_b = Persentase volume bitumen

BAB IV

HIPOTESIS

Dengan menggunakan jenis aspal AC 60 - 70 pada kadar optimum serta variasi gradasi batuan diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan, campuran beton aspal masih dapat digunakan sebagai lapis perkerasan.

BAB V

CARA PENELITIAN

Tempat yang digunakan didalam penelitian ini adalah di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Pelaksanaan penelitian di Laboratorium ini dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari persiapan, pemeriksaan mutu bahan yang akan digunakan, perencanaan campuran sampai dengan tahap pelaksanaan pengujian dengan alat Marshall.

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

A. Bahan

1. Asal Bahan

Pada tahap penyediaan bahan didalam penelitian ini, kebutuhan semua bahan penelitian diperoleh dari “Base Camp” milik PT. Perwita Karya Yogyakarta, yang berada di Piyungan, kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.

Bahan-bahan yang digunakan adalah agregat, abu batu (diperoleh dari ayakan lolos saring No.200). Sedangkan bahan aspal yang digunakan adalah jenis AC 60 - 70 produksi Pertamina dengan variasi kadar aspal dimulai dari 4% - 8% yang memiliki interval 1% (4%, 5%, 6%, 7%, 8%).

2. Persyaratan dan Pengujian Bahan

Sebelum digunakan didalam penelitian, bahan-bahan tersebut terlebih dahulu diuji di laboratorium agar didapat bahan yang memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini spesifikasi yang digunakan adalah spesifikasi dari buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No.13/PT/B/1983 yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.

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 yang digunakan. Hal ini dilakukan dengan memasukkan jarum dengan ukuran, beban, serta selama interval waktu tertentu, kedalam bitumen pada suhu tertentu pula. Prosedur cara pemeriksaan bahan 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 dari aspal yang digunakan, yaitu suhu dimana 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 bagian plat dasar yang terletak 1 inch dibawah cincin akibat kecepatan pemanasan tersebut. Pemeriksaan ini dilakukan mengikuti prosedur PA 0302-76 (MPBJ) atau AASHTO 753-81. Nilai titik lembek yang diijinkan untuk aspal AC 60-70 adalah 48°C sampai dengan 58°C.

3. Titik Nyala

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dari aspal yang digunakan, yaitu suhu pada saat terlihat nyala singkat pada permukaan aspal yang terletak didalam cleveland open cup yang dipanaskan pada kecepatan pemanasan tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA 0303-76 atau AASHTO T48-81. Untuk aspal AC 60-70 titik nyala minimum adalah 200 °C.

4. Berat Jenis Aspal.

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu (25°C). Pemeriksaan berat jenis ini mengikuti prosedur PA 0307-76 atau AASHTO T228-79. Syarat yang diijinkan dari berat jenis ini adalah minimal 1 g/cc.

5. Kelarutan dalam CCl_4 .

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui tingkat kemurnian dari aspal yang digunakan. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur PA 0305-76 atau AASHTO T44-81. Bitumen akan larut dalam CCl_4 (karbon tetra klorida) sehingga semakin tinggi tingkat kelarutan dari aspal maka semakin murni kondisi aspal tersebut. Aspal AC 60-70 disyaratkan mempunyai kelarutan minimal 99 % berat.

b. Pengujian agregat

Pada penelitian ini digunakan satu macam agregat yang berasal dari Basecamp PT Perwita Karya. Sebelum digunakan sebagai campuran, terlebih dahulu benda uji diperiksa sifat-sifatnya. Ini dilakukan untuk memperoleh agregat yang memenuhi syarat spesifikasi, juga data diperlukan dalam pembahasan hasil penelitian. Agregat dibedakan lagi atas agregat kasar yaitu yang tertahan pada saringan no.8 dan agregat

halus yang lolos saringan no.8. Persyaratan pemeriksaan ini sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan raya yang dikeluarkan oleh Direktorat jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Persyaratan agregat ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Abrasi

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran (abrasi) ini dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles sesuai dengan prosedur PB 0206-76. Nilai abrasi yang tinggi menunjukkan bahwa agregat tidak tahan terhadap penghancuran, oleh karena itu untuk bahan beton aspal Bina Marga memberi syarat nilai abrasi maksimum sebesar 40%.

2. Kelekatan Agregat 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, yang menentukan kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95 %.

3. Penyerapan terhadap air

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air, yaitu prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat agregat kering. Prosedur pemeriksaan penyerapan agregat ini mengikuti PB. 0202-76, dengan ketentuan penyerapan terhadap air maksimum 3 %.

4. Berat Jenis

Berat Jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat terhadap berat volume air. berat jenis ini penting dalam perhitungan campuran benda uji beton

aspal. Pemeriksaan 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.

B. 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 10 lbs (4,536 kg) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.
3. Landasan pemadat terbuat dari balok kayu (jati atau sejenisnya) dengan ukuran 20 x 20 x 45 cm yang dilapisi dengan plat baja ukuran 30 x 30 x 2,5 cm serta diikatkan pada lantai beton dengan 4 batang baja siku.
4. Injektor, adalah alat yang digunakan 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 kelelahan 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 °C dan 100 °C
 - c. timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 g dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 g.
 - d. kompor
 - e. spatula
 - f. sendok pengaduk
 - g. sarung tangan dari karet dan lain-lain.

C. Jalannya Penelitian

1. Persiapan dan pembuatan benda uji

Proses penyiapan benda uji dimulai dari pemilihan gradasi agregat yang bersumber dari 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. Berdasarkan gradasi ideal tersebut kemudian dihitung berat tertahan agregat yang dibutuhkan pada setiap

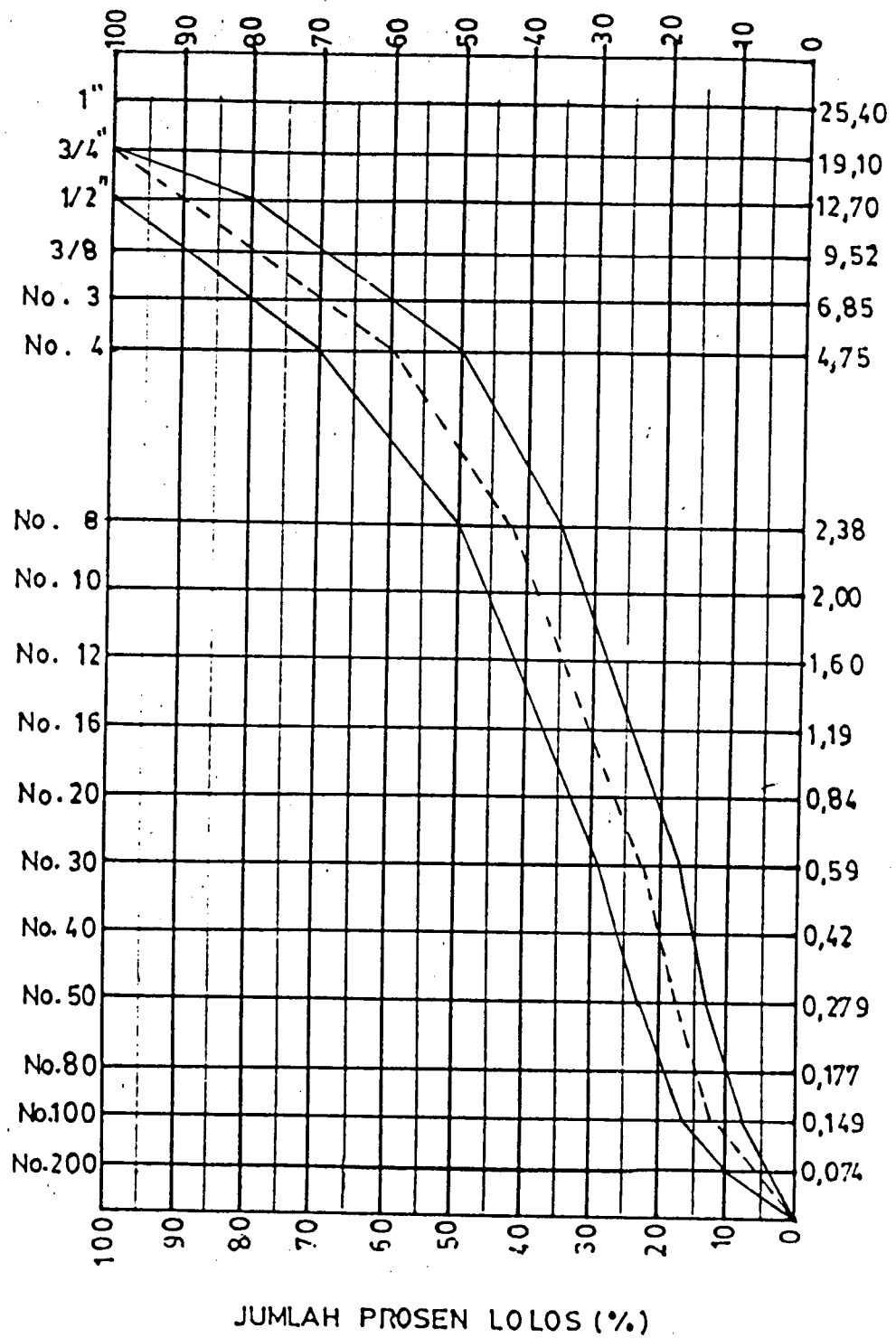
saringan untuk satu sampel benda uji dengan berat agregat 1200 g. Pada tabel 5.1 dibawah ini contoh banyaknya persen agregat yang tertahan dan yang lolos untuk campuran satu benda uji dengan berat 1200 g sesuai dengan spesifikasi Bina Marga dan campuran ideal pada kadar aspal 4 %.

Tabel 5.1 Spesifikasi gradasi campuran

Ukuran Saringan		Spesifikasi Bina Marga (% lolos)		Gradasi Ideal (campuran benda uji)	
mm	inch	min	maks	% 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 (Laston) untuk jalan raya, 1987. ✓

Berikut ini gambar 5.1 penentuan batas distribusi ukuran partikel agregat kasar dan halus berdasarkan petunjuk buku Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan raya tahun 1987, serta pembagian butiran sesuai dengan campuran ideal untuk pembuatan benda uji.



Gambar 5.1. Batas distribusi ukuran partikel agregat kasar dan halus serta pembagian butiran sesuai dengan campuran ideal.

Untuk mendapatkan berat agregat yang dibutuhkan setiap saringan, berikut ini contoh cara perhitungannya.

a. Kadar aspal 4%

Aspal yang dibutuhkan untuk satu benda uji seberat 1200 g = $1200 \times 4\% = 48$ g.

Berat agregat yang dibutuhkan = $1200 - 48 = 1152$ g

Jumlah berat agregat tertahan untuk nomor saringan :

$$1/2'' = (10 \times 1152) / 100 = 115,20 \text{ g}$$

$$3/8'' = (20 \times 1152) / 100 = 230,40 \text{ g dst.}$$

Berikut ini tabel 5.2 perhitungan kebutuhan agregat setiap saringan.

Tabel 5.2. Kebutuhan agregat untuk satu benda uji dengan kadar aspal 4% hasil perhitungan di Laboratorium.

Ukuran Saringan		Gradasi Ideal	Berat Tertahan (gram)	
mm	inch	% tertahan	tertahan	jumlah
19,1	3/4	-		
12,7	1/2	10	115,20	115.20
9,52	3/8	20	115,20	230.40
4,76	no. 4	40	230,40	460.80
2,38	no. 8	57,5	201,60	662.40
0,59	no. 30	76,5	218,88	881.28
0,279	no. 50	82	63,36	944.64
0,149	no. 100	88	69,12	1013.76
0,074	no. 200	93	57,00	1071.36
PAN		100	80,64	1152.00

Setelah diketahui jumlah berat untuk setiap saringan maka dapat dilakukan pembuatan benda uji dengan cara sebagai berikut :

1. Agregat seberat 1152 g dipanaskan dengan kompor pemanas sampai mencapai $\pm 170^{\circ}\text{C}$. bersamaan dengan itu aspal juga dipanaskan sampai suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$.
2. Setelah mencapai suhu yang dikehendaki aspal dituangkan ke dalam panci penggoreng agregat sebanyak yang dibutuhkan sesuai persentasenya.
3. Campuran aspal dan agregat tersebut kemudian diaduk terus menerus sambil dipanasi dengan suhu tetap $\pm 160^{\circ}\text{C}$ 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 $\pm 160^{\circ}\text{C}$ 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-rongga yang besar pada benda uji. Setelah itu pada bagian permukaan dibuat berbentuk cembung dan diberi lapisan kertas di atasnya.
6. Setelah itu dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk dengan ketinggian jatuh setinggi 45 cm sebanyak 75 kali. Selanjutnya cetakan dibalik dan dilakukan lagi penumbukan sebanyak 75 kali.
7. 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 injektor.

8. Langkah 1 sampai dengan 7 ini dilakukan juga untuk pembuatan benda uji dengan kadar aspal 5%, 6%, 7%, 8% dengan variasi agregat yang berada di dalam batas ring spesifikasi, diluar batas ring bagian atas serta diluar batas ring bagian bawah.

D. Pengujian Benda Uji

Pada pelaksanaan pengujian benda uji ini alat yang digunakan adalah alat Tekan Marshall. Maksud dari pengujian ini yaitu untuk mendapatkan nilai ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran beton aspal.

Sebelum pengujian dilaksanakan, dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

1. benda uji dibersihkan dari berbagai kotoran yang menempel
2. setiap benda uji diberi tanda pengenal
3. masing-masing benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm
4. Tiap benda uji ditimbang dalam keadaan kering untuk mengetahui beratnya
5. benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh
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 permukaan jenuh (SSD) dan setelah itu ditimbang lagi
8. selanjutnya benda uji direndam dalam bak perendam (Water bath) dengan suhu konstan 60 °C selama 30 menit.

Setelah direndam selama 30 menit, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman untuk dilakukan pengujian. Sebelum pengujian dilakukan bagian dalam dari kepala penekan harus dibersihkan dan dilumasi dengan paselin untuk memudahkan melepas benda uji.

Kepala penekan yang berisi benda uji diletakkan diatas mesin penguji Marshall dan arloji kelelahan (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 kelelahan pada angka nol, setelah itu berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maksimum, yaitu pada saat jarum arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Catat besar beban maksimum tersebut dan pada saat yang sama juga dicatat nilai kelelehannya yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

E. Anggapan dasar

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sampai seberapa besar kemungkinan penggunaan gradasi bantuan yang berada diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan masih dapat digunakan sebagai bahan campuran beton aspal. Perilaku campuran beton aspal tersebut ditunjukkan oleh nilai-nilai dari VFB, VIM, stabilitas dan kelelahan.

Karena pada penelitian ini tujuan utamanya mengetahui sampai sejauh mana penggunaan gradasi yang berada diluar spesifikasi yang telah ditentukan, maka semua bahan dan jumlah kadar aspal yang digunakan relatif sama. Begitu juga dengan peralatan yang digunakan selama penelitian dianggap dalam kondisi normal.

F. Cara Analisis

Dari hasil pengujian dengan alat Test Marshall di laboratorium akan didapat data sebagai berikut :

- a. tebal benda uji (mm)
- b. berat benda uji sebelum direndam dalam air (g)
- c. berat benda uji didalam air (g)
- d. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (g)
- e. pembacaan arloji stabilitas (tanpa satuan)
- f. pembacaan arloji kelelahan (0,01 inch)

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

1. Bj maximum teoritis (h)

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

Bj agregat pada rumus diatas merupakan berat agregat campuran yang dihitung dengan rumus :

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

keterangan :

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 :

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

dengan :

f = isi benda uji (mL) = $d - e$

c = berat benda uji sebelum direndam (g)

d = berat benda uji jenuh air (g)

e = berat benda uji dalam air (g)

g = density (g/mL)

3. VFB (Void Filled with Bitumen)

Yang dimaksud dengan VFB adalah persentase rongga yang terisi aspal.

Terlebih dahulu dihitung nilai-nilai dari :

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

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

$$l = (100 - j)$$

dengan : b = persentase aspal terhadap campuran (%)

g = berat isi (density benda uji (g/mL)

l = persen rongga terhadap agregat (%)

i dan j = rumus substitusi

Dengan data dari rumus diatas maka dapat dihitung harga VFB :

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

4. VIM (Void In the Mix)

VIM adalah persentase rongga di dalam campuran, yang dihitung dengan rumus :

$$VIM = 100 - j - i$$

5. Stabilitas (o)

Nilai stabilitas benda uji dapat diketahui dari hasil pembacaan jarum arloji stabilitas pada alat tekan Marshall. Pada pembacaan nilai stabilitas ini belum diketahui nilai satuannya, untuk merubahnya ke dalam satuan kg dipergunakan suatu rumusan tertentu, yaitu :

$$p = "o" \times 3,5069642507 + 23,0518752899$$

setelah nilai p didapat lalu dikalikan dengan angka koreksi ketebalan benda uji yang juga dapat dilihat pada lampiran.

6. Kelelehan atau "Flow"

Nilai kelelehan didapat dari pembacaan pada jarum arloji kelelehan dalam satuan 0,01 inch. Angka ini kemudian dikalikan 25,4 untuk mendapatkan angka kelelehan dalam satuan mm.

7. Marshall Quotient

Nilai Marshall Quotient diperoleh dari hasil bagi antara nilai stabilitas dengan kelelehan (flow). Nilai Marshall Quotient ini menunjukkan tingkat kekakuan atau fleksibilitas dari suatu campuran beton aspal.

G. Kesulitan-kesulitan dan cara penyelesaiannya

Pada pelaksanaan penelitian di laboratorium ini tidak dapat dihindari kemungkinan terjadinya hambatan didalam pelaksanaannya. Pada penelitian ini kesulitan yang dialami oleh peneliti pada saat melakukan percobaan adalah pada saat melakukan penimbangan agregat yang berukuran $1/2''$ (12,7 mm) tepat sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dikarenakan setiap pecahan batu dari satu ukuran yang sama mempunyai berat yang berlainan. Untuk mengatasi hal tersebut maka penentuan berat timbangan diambil yang mendekati berat yang dibutuhkan.

Kesulitan lain adalah didalam pengaturan suhu pemanasan campuran. Didalam penelitian di laboratorium ini untuk memanasi aspal dan agregat masih menggunakan kompor, sehingga untuk mencari suhu tetap seperti yang diharapkan sangat sulit. Untuk mengatasi hal itu maka kompor pemanas sering dimatikan sementara bila suhu aspal atau campuran sudah melampaui suhu yang ditentukan dan dihidupkan kembali setelah mencapai suhu dibawah yang telah ditentukan.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Agregat

Seperti telah diuraikan diatas (bab 5, sub bab A) 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 dan tabel 6.2. untuk agregat halus.

Tabel 6.1. Spesifikasi agregat kasar dan hasil pengujian Laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat (%)	Hasil (%)
1. Abrasi	maks 40	37,60
2. Kelekatan terhadap aspal	> 95	100,00
3. Penyerapan terhadap aspal	maks 3	2,10
4. Berat jenis semu	min 2,5	2,64

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

Tabel 6.2. Spesifikasi agregat halus dan hasil pengujian laboratorium.

Jenis pemeriksaan	Syarat (%)	Hasil (%)
1. Berat jenis semu	min 2,5	2,90
2. Penyerapan terhadap air	maks 3,0	2,30

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

Dari pengujian bahan diatas terlihat bahwa agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi sebagian besar persyaratan.

2. Aspal

Seperti halnya agregat, aspal yang akan digunakan dalam penelitian ini juga diteliti sifat-sifatnya di laboratorium. Hasil penelitian dari sifat aspal tersebut dapat dilihat pada tabel 6.3. dibawah ini.

Tabel 6.3. Spesifikasi aspal AC 60 - 70 dan hasil pengujian Laboratorium

Jenis Pemeriksaan	Syarat		Hasil Percobaan	Satuan
	Minimal	Maksimal		
1. Penetrasi	60	70	61,80	0,1 mm
2. Titik Lembek	48	58	48,50	°C
3. Titik Nyala	200	-	355	°C
4. Kelarutan dalam CCl ₄	99	-	99,96	% berat
5. Berat jenis	1	-	1,05	g/cc

Sumber : Laston no.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS-FTS Universitas Islam Indonesia

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

3. Beton Aspal

Karakteristik beton aspal dapat diketahui dari nilai stabilitas, kelelahan, rongga dalam campuran (VIM), dan persentase rongga terisi aspal (VFB/VFWA). Untuk masing-masing benda uji dibuat 5 variasi kadar aspal yaitu 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Agar didapatkan hasil penelitian yang relatif baik, masing-masing kadar aspal dibuat 2 buah benda uji (duplo). Nilai rata-rata dari dua benda uji tersebut merupakan hasil penelitian. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh serta persyaratan yang harus dipenuhi oleh campuran beton aspal sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, kemudian

dari hasil perhitungan dapat diketahui kadar aspal optimumnya. Nilai dari kadar aspal optimum tersebut digunakan sebagai bahan perbandingan untuk campuran dari gradasi batuan yang berada diluar batas spesifikasi Bina Marga. Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi oleh campuran beton aspal berdasarkan spesifikasi Bina Marga adalah seperti tabel 6.4 berikut ini :

Tabel 6.4. Persyaratan campuran beton aspal

Jenis Pemeriksaan	Golongan	Kepadatan	Lalulintas
	Berat	Sedang	Ringan
1. Stabilitas (kg)	750	650	460
2. Kelelehan (mm)	2 - 4	2 - 4,5	2 - 5
3. % rongga dalam campuran (VIM)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
4. % rongga terisi aspal (VFB)	75 - 82	75 - 85	75 - 85
5. Jumlah tumbukan	2 x 75	2 x 50	2 x 35

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

Penggolongan kepadatan lalulintas berat, sedang dan ringan diatas didasarkan pada jumlah lalulintas harian rata-rata (LHR) yang melewati ruas jalan selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan. Adapun penggolongan lalulintas tersebut adalah sebagai berikut:

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

Dimana UE 18 KSAL (Unit Equivalent 18 Kips Single Axle Load) adalah satuan ekivalen beban as tunggal kendaraan 18.000 pounds.¹⁾

1). Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, SKBI - 2.4.26. 1987 Departemen Pekerjaan Umum.

Hasil dari penelitian terhadap campuran beton aspal yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat pada tabel 6.5, 6.6 dan 6.7 berikut ini :

Tabel 6.5 Hasil pengujian Test Marshall campuran beton aspal dengan gradasi batuan ideal.

Jenis Pemeriksaan	Kadar Aspal (%)				
	4	5	6	7	8
1. Stabilitas (kg)	2771	3050	3943	3387	2574
2. Kelelehan (mm)	2,67	2,29	2,41	4,45	4,06
3. % rongga dalam campuran (VIM)	4,53	1,87	0,42	0,25	0,06
4. % rongga terisi aspal (VFB)	64,50	86,57	93,55	94,35	94,90
5. Nilai Marshall Quotient (KN/mm)	10,37	13,31	16,36	7,61	6,33

Tabel 6.6. Hasil pengujian Test Marshall campuran beton aspal dengan gradasi batuan diluar batas ring bagian atas.

Jenis Pemeriksaan	Kadar Aspal (%)				
	4	5	6	7	8
1. Stabilitas (kg)	3209	3314	3543	3670	1861
2. Kelelehan (mm)	2,03	1,02	3,05	2,16	3,43
3. % rongga dalam campuran (VIM)	2,73	0,95	1,09	0,39	0,08
4. % rongga terisi aspal (VFB)	74,89	89,58	89,24	93,49	94,78
5. Nilai Marshall Quotient (KN/mm)	15,80	32,49	11,61	16,99	5,42

Tabel 6.7. Hasil pengujian Test Marshall campuran beton aspal dengan gradasi batuan diluar batas ring bagian bawah.

Jenis Pemeriksaan	Kadar Aspal (%)				
	4	5	6	7	8
1. Stabilitas (kg)	2250	2112	2298	1614	1086
2. Kelelehan (mm)	1,91	1,78	2,79	2,03	3,68
3. % rongga dalam campuran (VIM)	5,62	2,66	0,99	0,27	2,36
4. % rongga terisi aspal (VFB)	59,67	78,32	89,95	94,22	84,80
5. Nilai Marshall Quotient (KN/mm)	11,78	11,86	8,23	7,95	2,95

4. Evaluasi Modulud Kekakuan Bitumen (S_{Bit})

Pada penentuan nilai kekakuan aspal ini, temperatur perkerasan yang digunakan adalah temperatur perkerasan rata-rata di Indonesia yaitu sebesar 30 °C. Panjang jejak roda kendaraan diambil 25 cm, dengan asumsi kecepatan kendaraan (V) = 50 km/jam. Untuk mengetahui hasil perhitungan Bitumen Stiffness (modulus kekakuan bitumen) dengan menggunakan nomogram yang dikembangkan oleh **Van der Poel** dan formula yang diturunkan oleh **Ullidz**, berikut ini contoh dari cara perhitungannya :

$$\text{Waktu pembebanan : } t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{0,25 \cdot 3600}{50.000}$$

$$= 0,018 \text{ detik}$$

a. Menggunakan nomogram **Van der Poel**

Data-data yang diperlukan :

1. TRB (titik lembek) = $48,50^{\circ}\text{C}$

2. Penetrasi 25°C = $61,80$

Dari kedua nilai ini melalui *Nomogram Bitumen Grades Represented by spesification Areas in a Penetration 25°C Us TRB* (Gambar 6.1) didapat nilai

PI sebesar = $-0,65$

3. Lama pembebanan (t) = $0,018$ detik

4. Nilai suhu antara :

Suhu antara = TRB - suhu rata-rata perkerasan

= $(48,50 - 30)^{\circ}\text{C}$

= $18,50^{\circ}\text{C}$

Dari nilai-nilai tersebut diatas, dengan menggunakan nomogram **Van der Poel**

(Gambar 3.1) maka didapat nilai kekakuan bitumen sebesar = $8,0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

b. Menggunakan Formula **Ullidz**

$$S_b = 1,157 \times 10^{-7} \times t^{-0,368} \times 2,176^{-PI_r} \times (SP_r - T)^5$$

$t = 0,018$ detik (asumsi untuk kecepatan 50 km/jam)

$T = 30^{\circ}\text{C}$ (suhu rata-rata di Indonesia)

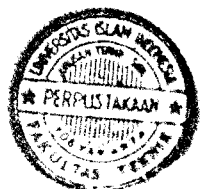
$Pr = 0,65 \times PI$

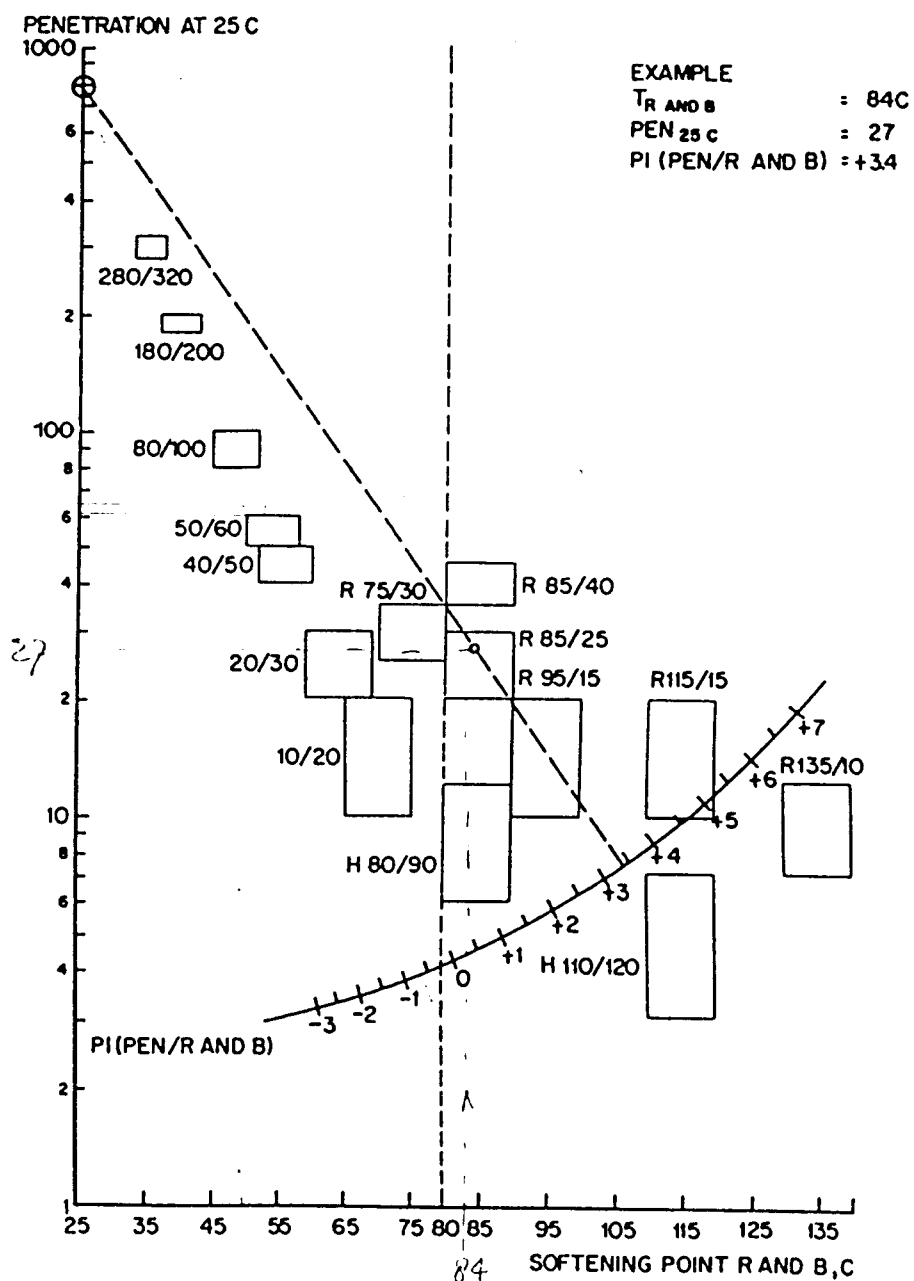
= $0,65 \times 61,80 = 40,170$

$SP_r = 98,4 - 26,35 \log Pr$

= $98,4 - 26,35 \log 40,170$

= $56,137$





Gambar 6.1. Nomogram untuk menentukan nilai PI (penetrasi Index)

$$\begin{aligned}
 P_{Ir} &= \frac{27 \log PI - 21,65}{76,35 \log PI - 232,82} \\
 &= \frac{27 \log 61,80 - 21,65}{76,35 \log 61,80 - 232,82} \\
 &= -0,278
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= 1,157 \times 10^{-7} \times 0,018^{-0,368} \times 2,718^{(-0,278)} \times (56,054 - 30)^5 \\
 &= 7,683 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \\
 &= 7,683 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari kedua cara yang digunakan untuk mencari nilai kekakuan bitumen ternyata didapat nilai yang tidak terlalu jauh berbeda. Tetapi dalam hal ini apabila digunakan temperatur rencana perkerasan yang semakin tinggi maka nilai modulus kekakuan bitumen akan semakin mengecil. Hal ini dikarenakan sifat dari bitumen yang “*thermoplastic*”. Semakin tinggi temperatur maka viskositasnya semakin menurun, sehingga modulus kekakuan bitumen akan menurun.

5. Modulus Kekakuan Campuran (S_{Mix})

Pada penelitian ini nilai modulus kekakuan campuran dicari dengan menggunakan formula **Heukelomp** dan **Klomp** serta nomogram dari shell.

a. Nomogram dari Shell

Sebagai contoh diambil data dari benda uji yang menggunakan variasi gradasi batuan ideal dengan kadar aspal 4%.

$$V_b = \frac{(100 - V_v) (MB/G_b)}{(MB/G_b) + (MA/G_a)}$$

$$V_v = \frac{(\sigma_{\max} - \sigma_m) \times 100}{\sigma_{\max}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{100 \times \sigma_w}{(MB/Gb) + (MA/Ga)}$$

$$MA = \frac{1200 - 48}{1200} \times 100 \% = 96,00 \%$$

$$MB = \frac{48}{1200} \times 100 \% = 4,00 \%$$

$$\sigma_{\max} = \frac{100 \times 1}{(4,00/1,050) + (96,00/2,495)} = 2,365$$

$$V_v = \frac{(2,365 - 2,2500) \times 100}{2,365} = 4,855 \%$$

$$V_b = \frac{(100 - 4,863) (4,00/1,050)}{(4,00/1,050) + (96,00/2,495)} = 8,571 \%$$

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

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

$$= 100 \% - 4,855 \% - 8,571 \%$$

$$= 86,573 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas kemudian dicari nilai kekakuan campuran dengan menggunakan nomogram Shell (Gambar 3.2), didapat hasil kekakuan campuran (S mix) tersebut sebesar $= 4,4 \times 10^9 \text{ N/m}^2$.

Untuk mengetahui hasil perhitungan seluruh benda uji dapat dilihat pada tabel 6.8 berikut ini :

Tabel 6.8. Perhitungan kekakuan campuran dari nomogram Shell

Kadar aspal	Benda uji	Vv (%)	Vg (%)	Kekakuan campuran/ S M _{ix} (N/m ²)
4	x	4,855	86,573	4,4 x 10 ⁹
	y	3,164	88,112	7,0 x 10 ⁹
	z	6,124	85,419	3,3 x 10 ⁹
5	x	2,329	86,814	4,6 x 10 ⁹
	y	1,472	87,575	5,8 x 10 ⁹
	z	3,186	86,052	3,7 x 10 ⁹
6	x	1,072	85,900	3,6 x 10 ⁹
	y	1,506	85,523	3,2 x 10 ⁹
	z	1,506	85,523	3,2 x 10 ⁹
7	x	0,693	84,240	2,3 x 10 ⁹
	y	1,132	83,868	2,1 x 10 ⁹
	z	1,132	83,868	2,1 x 10 ⁹
8	x	0,781	82,228	1,5 x 10 ⁹
	y	0,781	82,228	1,5 x 10 ⁹
	z	3,006	80,385	1,0 x 10 ⁹

Dimana : x = benda uji dengan campuran ideal

y = benda uji dengan campuran di luar ring bagian atas

z = benda uji dengan campuran di luar ring bagian bawah

b. Formula Heukelomp dan Klomp

$$V_b = 8,571 \%$$

$$V_v = 4,855 \%$$

$$V_g = 86,573 \%$$

$$S_{Mix} = S_{Bit} \left[1 + \frac{2,5}{n} \times \frac{C_v}{1 - C_v} \right]^n$$

$$C_v = \frac{V_g}{V_g + V_b} = \frac{86,573}{86,573 + 8,571} = 0.910$$

karena harga $V_v > 3\%$, maka dicari harga C_v'

$$C_v' = \frac{C_v}{1 + 0,01 (V_v - 3)}$$

$$Cv' = \frac{0,910}{1 + 0,01 (4,855 - 3)} = 0,893$$

$$\text{Syarat } Cb > 2/3 (1 - Cv')$$

$$Cb = \frac{Vb}{Vb + Vg} = \frac{8,571}{8,571 + 86,573} = 0,090$$

$$2/3 (1 - 0,893) = 0,071$$

$$\text{Jadi } Cb > 2/3 (1 - Cv')$$

$$n = 0,83 \log \left[\frac{4 \times 10^{10}}{S_{\text{Bit}}} \right]$$

$$n = 0,83 \log \left[\frac{4 \times 10^{10}}{8,093 \times 10^6} \right] = 3,066$$

$$S_{\text{Mix}} = 8,093 \times 10^6 \left[1 + \frac{2,5}{3,066} \times \frac{0,893}{1 - 0,893} \right]^{3,066}$$

$$= 4473839639 \text{ N/m}^2$$

$$= 4473,839 \text{ Mpa}$$

Untuk perhitungan semua benda uji dengan formula diatas dapat dilihat pada tabel 6.9

Tabel 6.9. Perhitungan kekakuan campuran dengan menggunakan formula

Heukelomp dan Klomp

$$t = 0,018 ; T = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} ; S_{\text{Bit}} = 7,683 \times 10^6 \text{ N/m}^2 ; n = 3,066$$

Kadar	Benda	Vb (%)	Vg (%)	Vv (%)	Cv (%)	Cv' (%)	Cb	n	S _{max} (Mpa)
4	x	8,571	86,573	4,855	0,910	0,893	0,090	3,066	4473,839
	y	8,724	88,112	3,164	0,910	0,908	0,090	3,066	7064,401
	z	8,457	85,419	6,124	0,910	0,882	0,090	3,066	3337,858
5	x	10,857	86,814	2,329	0,889	0,895	0,111	3,066	4668,148
	y	10,952	87,575	1,472	0,889	0,903	0,111	3,066	5877,209
	z	10,762	86,052	3,186	0,889	0,887	0,111	3,066	3784,031
6	x	13,029	85,900	1,072	0,868	0,885	0,132	3,066	3608,107
	y	12,971	85,523	1,506	0,868	0,881	0,132	3,066	3265,263
	z	12,971	85,523	1,506	0,868	0,881	0,132	3,066	3265,263
7	x	15,067	84,240	0,693	0,848	0,868	0,152	3,066	2386,182
	y	15,000	83,868	1,132	0,848	0,864	0,152	3,066	2188,428
	z	15,000	83,868	1,132	0,848	0,864	0,152	3,066	2188,428
8	x	16,990	82,228	0,781	0,829	0,848	0,171	3,066	1545,610
	y	16,990	82,228	0,781	0,829	0,848	0,171	3,066	1545,610
	z	16,610	80,385	3,006	0,829	0,829	0,171	3,066	1095,081

B. Pembahasan

Sesuai dengan uraian dimuka bahwa penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku campuran beton aspal apabila menggunakan gradasi batuan yang berada diluar batas ring yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Perilaku campuran beton aspal ini diukur dari nilai stabilitas, kelelahan, persentase rongga dalam campuran (VIM) dan persentase rongga terisi aspal (VFB).

Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dicapai oleh benda uji campuran beton aspal yang dinyatakan dalam satuan beban. Lalulintas jalan raya

dengan volume lalu lintas yang tinggi dan dilalui kendaraan berat menuntut stabilitas yang tinggi pula. Oleh karena itu nilai stabilitas diusahakan setinggi mungkin. Untuk lapis beton aspal yang dilalui kendaraan berat, Bina Marga menetapkan nilai stabilitas minimum sebesar 750 kg.

Kelelahan (flow) adalah besarnya penurunan campuran benda uji akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan mm atau inch. Kelelahan merupakan indikator kelenturan campuran aspal beton tersebut dalam menahan beban lalu lintas. Campuran dengan kelelahan yang terlalu rendah akan menghasilkan lapis perkerasan yang kaku dan getas, sehingga mudah terjadi retak. Sedangkan campuran dengan kelelahan yang terlalu tinggi akan bersifat terlalu plastis, sehingga mudah berubah bentuk. Untuk itu Bina Marga telah menetapkan nilai kelelahan berdasarkan besarnya beban lalu lintas yang melaluinya. Jalan dengan lalu lintas berat ditetapkan nilai kelelehannya sebesar 2 - 4 mm.

Nilai VIM (Void In the Mix) adalah besarnya persentase rongga yang terdapat didalam campuran beton aspal yang telah dipadatkan. Besarnya nilai VIM dalam suatu lapisan campuran beton aspal akan berpengaruh terhadap kekuatan serta keawetan. Campuran dengan nilai VIM yang tinggi menandakan campuran tersebut mempunyai volume rongga yang lebih besar, hal ini akan menyebabkan masuknya air dan udara ke dalam lapisan aspal beton sehingga mengakibatkan berkurangnya sifat lekat (adhesi) dari aspal, sehingga lapis perkerasan menjadi lebih cepat rusak. Sebaliknya campuran dengan nilai VIM yang rendah, akan menyebabkan terjadinya bleeding. Hal ini dikarenakan rongga yang terdapat pada campuran lapis perkerasan sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan terjadinya pemadatan tambahan yang diakibatkan oleh

beban lalu lintas. Perkerasan jadi bersifat kaku dan pada saat temperatur tinggi aspal akan terdesak keatas permukaan. Karena itu lapis perkerasan beton aspal harus mempunyai nilai VIM tertentu agar hal tersebut diatas dapat dihindari. Untuk itu Bina Marga telah menetapkan syarat nilai VIM (persentase rongga dalam campuran) suatu campuran beton aspal sebesar 3 - 5 %.

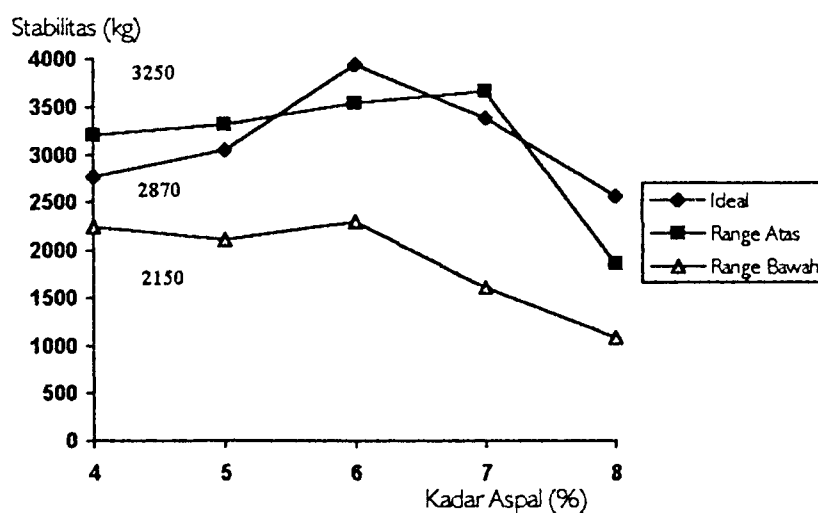
Nilai VFB (Void Filled with Bitumen) adalah persentase rongga diantara butir-butir agregat yang terisi aspal. Nilai VFB ini menunjukkan jumlah kandungan aspal dan juga kandungan rongga dalam campuran. Nilai VFB yang rendah menandakan bahwa jumlah aspal yang mengisi rongga antar butir agregat sedikit, berarti jumlah volume rongga udaranya besar. Hal ini akan menyebabkan keawetan lapis perkerasan berkurang. Sebaliknya nilai VFB yang besar akan menyebabkan terjadinya bleeding.

Pada pembahasan berikut ini data yang digunakan sebagai bahan pembandingan terhadap hasil penelitian adalah data dengan kadar aspal optimum sebesar 4,5 %. Adapun nilai yang akan dibandingkan antara campuran yang ideal dengan campuran yang berada diluar batas ring spesifikasi tersebut berupa nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VFB, serta kekakuan campuran.

1. Stabilitas.

Dari gambar 6.2 terlihat bahwa campuran beton aspal yang menggunakan agregat dengan gradasi batuan ideal maupun yang berada diluar batas ring spesifikasi mempunyai nilai stabilitas yang berada diatas nilai yang telah ditetapkan oleh Bina Marga sebesar minimal 750 kg. Tetapi pada kondisi kadar aspal optimum sebesar 4,5%, campuran beton aspal dengan penggunaan variasi gradasi batuan diluar ring

bagian atas mempunyai nilai stabilitas yang tertinggi dibandingkan nilai stabilitas yang dihasilkan dari campuran beton aspal lainnya, yaitu sebesar 3250 kg. Nilai stabilitas ini bila dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan oleh campuran ideal sebesar 2870 kg, berarti mengalami kenaikan sebesar 13,24 %. Hal ini dapat terjadi karena campuran beton aspal yang menggunakan variasi gradasi batuan diluar ring bagian atas dengan penambahan angka sebesar 3 %, mempunyai perbandingan antara jumlah berat tertahan untuk agregat kasar dan halus hampir menyerupai campuran yang ideal sehingga sifat saling mengunci diantara agregat lebih baik. Sedangkan, pada campuran beton aspal yang menggunakan variasi agregat yang berada diluar batas ring bagian bawah terjadi sebaliknya. Perbandingan jumlah tertahan untuk agregat kasarnya hampir sama banyak sehingga sifat saling mengunci dari campuran menjadi berkurang.



Gambar 6.2. Grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas

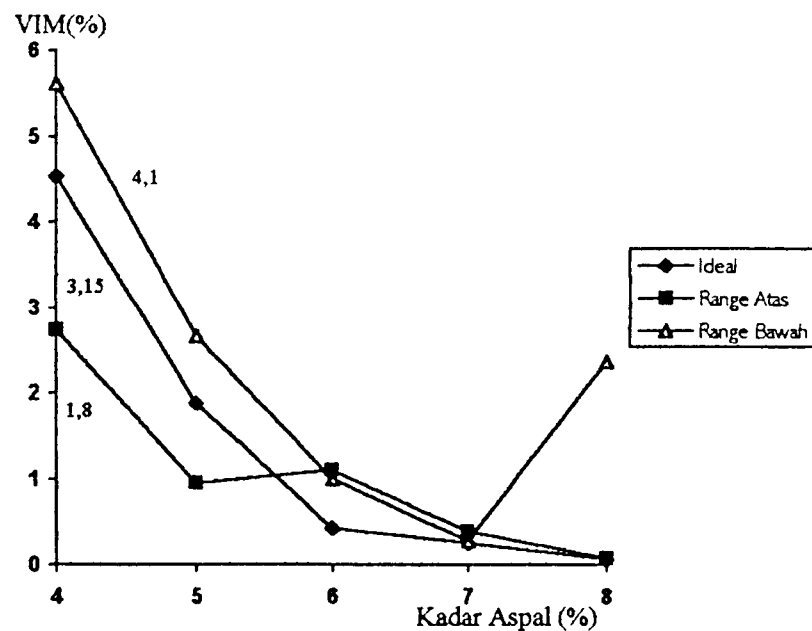
Ini dapat dilihat dari gambar 6.2, nilai stabilitas yang dihasilkan dari campuran beton aspal hanya mencapai nilai 2150 kg. Sehingga bila dibandingkan dengan nilai stabilitas yang dihasilkan oleh campuran yang ideal nilai stabilitas campuran mengalami penurunan sebesar 25,08 %.

2. keelehan

Pada gambar 6.3 grafik yang dihasilkan pada pengujian nilai flow terlihat semakin tinggi kadar aspalnya, maka keelehan campuran beton aspal tersebut semakin tinggi pula. Dengan tinjauan terhadap campuran beton aspal yang ideal serta kadar aspal optimum sebesar 4,5 %, pada penelitian ini nilai flow dari campuran beton aspal yang berada diluar batas ring bagian atas dan ring bagian bawah mempunyai nilai yang berada dibawah batas yang telah ditetapkan oleh Bina Marga yaitu sebesar 2 mm - 4 mm. Pada grafik dapat juga dilihat nilai flow yang dihasilkan dari campuran ideal sebesar 2,4 mm, sedangkan campuran beton aspal yang berada diluar batas ring bagian atas dan bawah mengalami penurunan nilai flow menjadi 1,5 mm dan 1,8 mm.

Penurunan nilai flow dari campuran beton aspal yang berada diluar batas ring bagian bawah dapat terjadi karena jumlah berat tertahan terhadap gradasi batuan kasarnya mempunyai jumlah yang sama banyak sehingga campuran sedikit menyerap aspal. Sedangkan penurunan nilai flow pada campuran beton aspal menggunakan variasi agregat yang berada diluar batas ring bagian atas penurunan nilai flow disebabkan jumlah berat tertahan untuk masing-masing ukuran agregat yang digunakan hampir sama banyak, ini menyebabkan campuran beton aspal mempunyai sifat saling mengunci sehingga aspal sulit untuk menumpuk pada rongga yang ada.

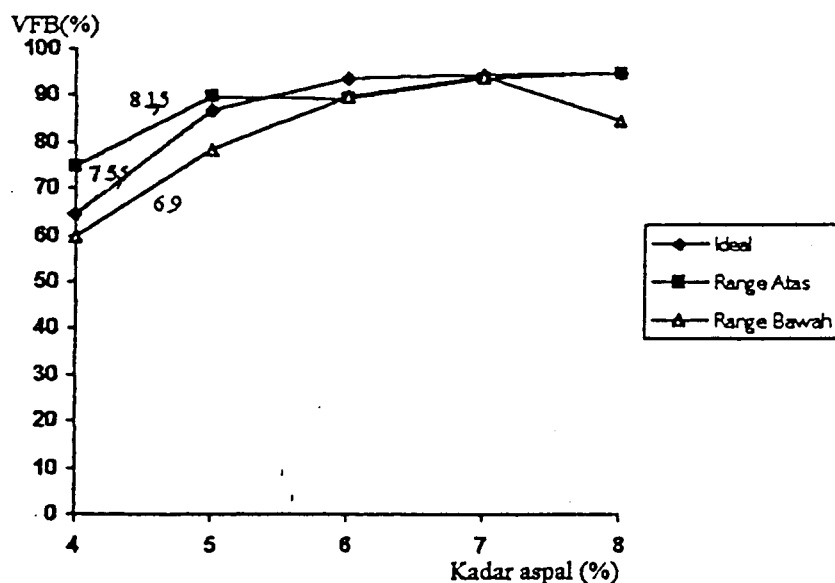
baik dari campuran dengan gradasi ideal. Sedangkan pada campuran dengan variasi agregat yang berada diluar batas bagian atas nilai VIM yang dihasilkan jauh berada diluar batas yang telah disyaratkan, yaitu sebesar 1,8%. Nilai VIM ini dapat terjadi karena pada campuran dengan variasi agregat yang berada diluar batas atas ini perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus yang digunakan bervariasi sehingga sifat saling menguncinya menjadi lebih baik. Oleh karena sifat saling mengunci lebih baik maka rongga yang dihasilkan pada campuran menjadi lebih sedikit.



Gambar 6.4. Grafik hubungan kadar aspal dengan VIM

4. VFB (Void Filled with Bitument)

Seperti halnya VIM, pada gambar 6.5 terlihat bahwa 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. Dengan tinjauan terhadap campuran beton aspal yang ideal serta kadar aspal optimum sebesar 4,5 %, pada grafik terlihat bahwa campuran beton aspal dengan menggunakan gradasi ideal mempunyai nilai sebesar 75,5 %, untuk campuran dengan variasi agregat di luar ring atas menunjukkan nilai sebesar 81,5 %, serta untuk campuran dengan gradasi yang berada di luar batas ring bagian bawah nilai VFB yang dihasilkan sebesar 69 %.



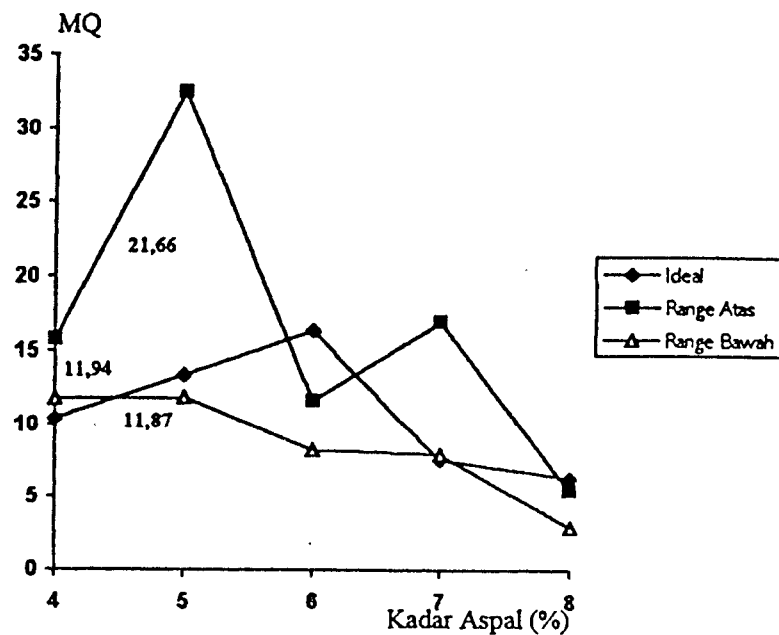
Gambar 6.5. Grafik hubungan kadar aspal dengan VFB

Untuk nilai VFB campuran ideal dan campuran yang berada di luar batas ring bagian atas ternyata memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh Bina Marga yaitu sebesar 75 % - 82 %. Sedangkan untuk campuran yang menggunakan variasi agregat yang berada di luar batas bagian bawah nilai VFB yang terjadi hanya mendekati nilai yang telah disyaratkan. Hal ini dapat terjadi karena pada saat kadar aspal optimum campuran dengan menggunakan agregat di luar batas ring bagian bawah aspal banyak yang terserap oleh agregat halus, sehingga rongga yang terisi aspalnya tidak begitu sempurna.

5. Marshall Quotient

Marshall Quotient adalah suatu cara pendekatan untuk mengetahui tingkat kekakuan campuran beton aspal. Nilai Marshall Quotient ini merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai kelelahan (flow). Pada keadaan stabilitas tinggi disertai dengan kelelahan yang rendah, maka sifat dari campuran akan menjadi kaku dan mudah getas, tetapi sebaliknya pada keadaan stabilitas rendah dengan tingkat kelelahan yang tinggi maka sifat dari campuran akan menjadi terlalu plastis sehingga akan berakibat perkerasan mengalami penurunan yang besar bila menerima beban lalu lintas. Dengan tinjauan pada kadar aspal optimum, pada gambar 6.6. terlihat bahwa nilai Marshall Quotient untuk campuran yang menggunakan variasi gradasi batuan diluar ring bagian atas mempunyai nilai yang tinggi yaitu sebesar 2166,67 kg/mm, dibandingkan dengan campuran ideal yang sebesar 1187,50 kg/mm atau dibandingkan dengan campuran yang menggunakan variasi gradasi batuan di luar batas ring bagian bawah yang sebesar 1194,44 kg/mm. Ini menandakan bahwa campuran yang

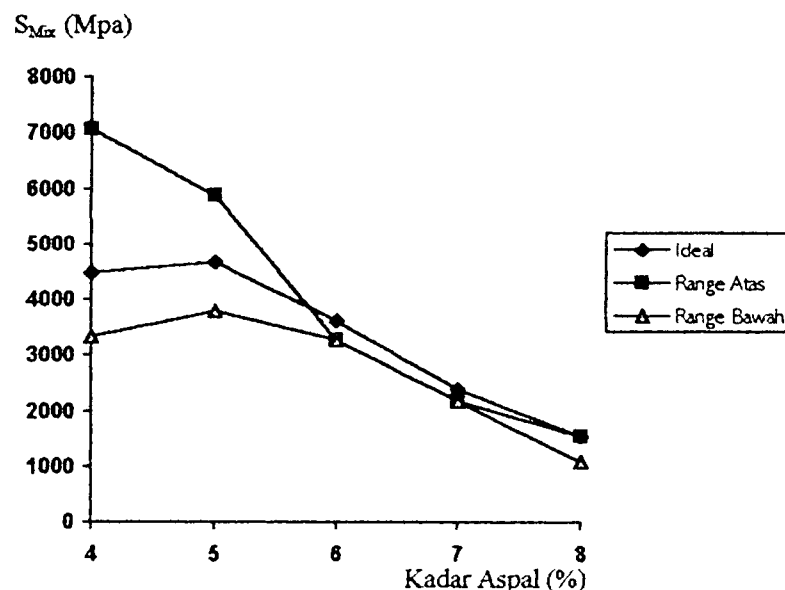
menggunakan variasi agregat di luar batas ring bagian atas mempunyai kelenturan yang rendah.



Gambar 6.6. Grafik hubungan kadar aspal dengan MQ

6. Modulus Kekakuan (Stiffness)

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan formula **Heukelomp** dan **Klomp** terlihat bahwa pada gambar 6.7, grafik nilai modulus kekakuan menunjukkan penurunan dengan bertambahnya jumlah kadar aspal yang terdapat dalam suatu campuran beton aspal. Selain itu, juga dapat dilihat bahwa nilai Modulus Kekakuan untuk campuran diluar ring bagian bawah lebih mendekati nilai kekakuan campuran ideal



Gambar 6.7. Grafik hubungan kadar aspal dengan S_{mix}

C. Tinjauan terhadap spesifikasi Bina Marga

Dari hasil pengujian Test Marshall terhadap semua benda uji dengan lima variasi kadar aspal, ternyata yang memenuhi seluruh persyaratan yang telah ditentukan oleh Bina Marga adalah yang menggunakan variasi agregat sesuai dengan spesifikasi. Hal ini ditinjau dari jumlah kandungan kadar aspal optimum sebesar 4,5 %.

Untuk campuran beton aspal yang menggunakan variasi agregat di luar ring spesifikasi, berdasarkan hasil penelitian terhadap semua benda uji ternyata tidak semua persyaratan dapat terpenuhi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada hasil perhitungan yang terdapat di tabel 6.10 berikut ini.

Tabel 6.10. Hasil perhitungan untuk nilai stabilitas, flow, VIM, dan VFB pada keadaan kadar aspal optimum sebesar 4,5 %.

Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi Bina Marga	Campuran ideal	Campuran diluar ring atas	Campuran diluar ring bawah
1. Stabilitas (Kg)	750	2850	3250	2150
2. Kelelehan (mm)	2 - 4	2,40	1,50	1,80
3. VIM (%)	3 - 5	3,15	1,80	4,10
4. VFB (%)	75 - 82	75,5	81,5	69

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, gambar grafik dan perhitungan campuran beton aspal dengan variasi gradasi batuan diluar batas ring yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, ada beberapa hal yang dapat diketahui, yaitu :

1. Nilai stabilitas campuran di luar batas ring bagian bawah sebesar 2150 kg mendekati nilai stabilitas yang dihasilkan oleh campuran ideal sebesar 2850 kg.
2. Nilai kelelahan (Flow) dari campuran yang berada di luar batas ring bagian bawah mendekati nilai yang telah disyaratkan, yaitu sebesar 1,80 mm.
3. Syarat jumlah % rongga didalam campuran (VIM) hanya dipenuhi oleh campuran ideal dan campuran yang menggunakan variasi agregat di luar batas ring bagian bawah yaitu sebesar 3,15 % dan 4,10 %.
4. Syarat jumlah % rongga yang terisi aspal (VFB) hanya dipenuhi oleh campuran ideal dan campuran yang menggunakan variasi agregat di luar batas ring bagian atas, yaitu sebesar 75,5 % dan 81,5 %. Sedangkan nilai untuk campuran diluar ring bagian bawah hanya 69,0 %, sehingga tidak memenuhi persyaratan.
5. Pada perhitungan nilai Marshall Quotient campuran di luar ring bagian bawah menghasilkan nilai sebesar 1194,44 kg/mm. Ini mendekati nilai Marshall Quotient dari campuran ideal sebesar 1187,50 kg/mm.

Dengan demikian, karena tujuan utama dari penelitian ini untuk mengetahui apakah campuran dengan variasi gradasi batuan yang berada di luar batas spesifikasi masih dapat digunakan sebagai bahan lapis perkerasan apabila disaat pelaksanaannya terjadi kesalahan, maka pada kondisi semacam ini dapat disimpulkan bahwa **campuran dengan variasi gradasi batuan yang berada di luar batas bawah spesifikasi lebih dapat digunakan sebagai bahan lapis perkerasan dibandingkan dengan campuran yang berada di luar batas bagian atas spesifikasi.**

B. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik hendaknya penyimpangan agregat yang digunakan didalam campuran beton aspal tidak terlalu besar misalnya, sebesar 1 - 1,5 % saja.
2. Untuk penggunaan kadar aspal sebaiknya dicoba dengan variasi kadar aspal berada sedikit di bawah kadar aspal optimum dengan interval sebesar 0,5 %.
3. Pada saat melakukan penimbangan bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan campuran benda uji, sebaiknya dilakukan dengan teliti dan menggunakan peralatan yang masih baik.

PENUTUP

Syukur Alhamdulillah penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan waktu dan ilmu yang diberikanNya kepada penyusun maka laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penyusun menyadari bahwa dengan keterbatasan yang ada, materi yang penyusun sajikan ini masih belum mewakili uraian yang lengkap, walaupun demikian penyusun berharap tulisan ini dapat memberikan masukan tambahan bagi para pembaca.

Akhir kata, sekali lagi penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penyusun didalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga hal ini bermanfaat bagi semuanya.

Yogyakarta, januari 1996

Penyusun

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal No.13/PT/B/1983*. Badan Penerbit Departemen PU, Jakarta.
2. Silvia Sukirman, 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
3. Suprpto Tm, *Diklat Kuliah Jalan Raya III*, JTS FTSP UII, Yogyakarta.
4. SHELL. Petroleum Company Limited, 1978, *SHELL Pavement Design Manual* London.

L A M P I R A N



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : _____
Diperiksa tgl : 9 OKT 1995

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		10.05 WIB
SELESAI PEMANASAN	160 °C	10.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	160 °C	10.20
SELESAI	27 °C	11.20
DIPERIKSA		
MULAI	5 °C	11.35
SELESAI	50 °C	11.45

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1.	5	0		48,5 °C	50 °C
2.	10	119			
3.	15	32,5			
4.	20	56,5			
5.	25	81			
6.	30	63			
7.	35	61			
8.	40	90			
9.	45	65			
10.	50	50			
11.	55				

Yogyakarta, _____





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

10.15

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA , Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : _____
Diperiksa tgl : 10 OKT 1995

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		10.05 WIB
SELESAI PEMANASAN	160°C	10.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG 27°C		
MULAI	140°C	13.20
SELESAI		8.35
DIPERIKSA		
MULAI		8.35
SELESAI		8.40

HASIL PENGAMATAN

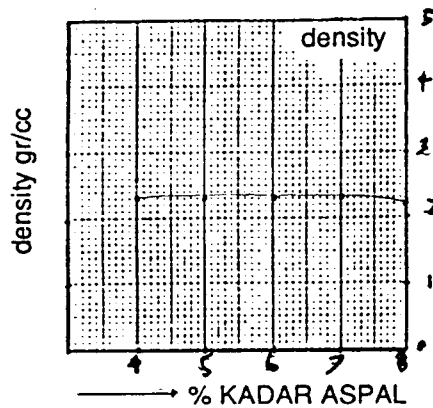
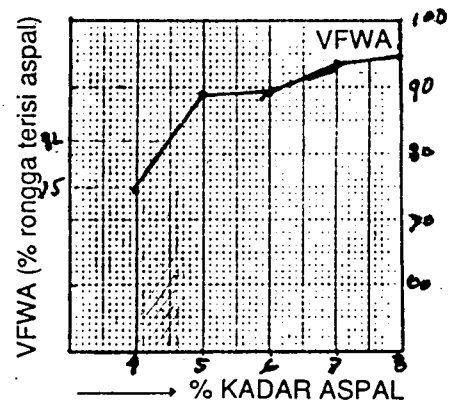
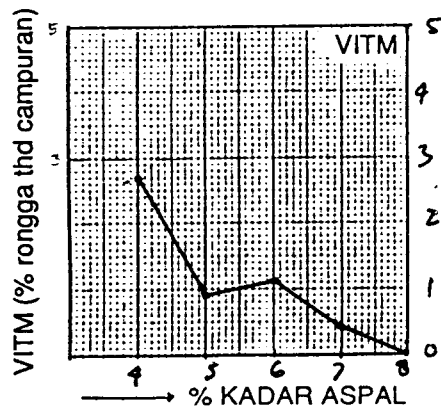
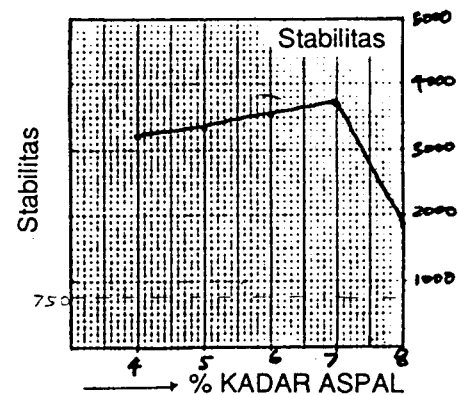
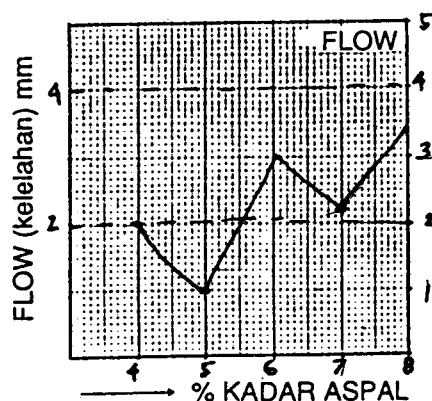
BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPHAL
I	100
II	
RATA-RATA	

Yogyakarta,



GRAFIK III :KADAR ASPAL DESIGN

LPA



Spec	% Kadar aspal				
	4	5	6	7	8
1. density					
2. VFWA					
3. VITM					
4. Stability					
5. Flow					

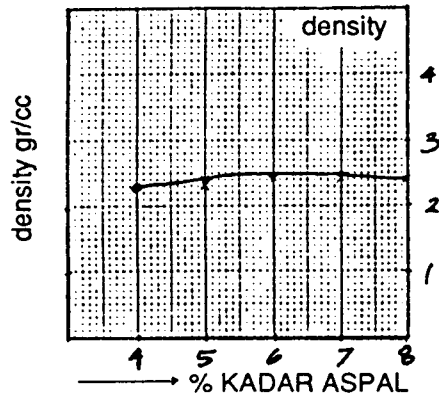
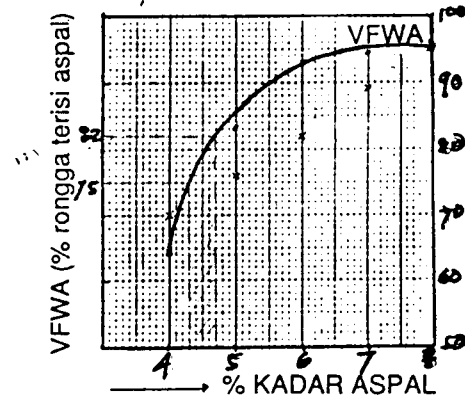
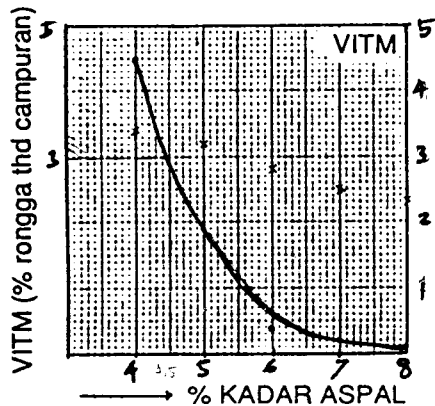
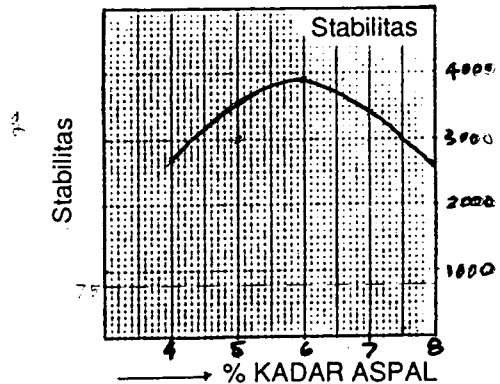
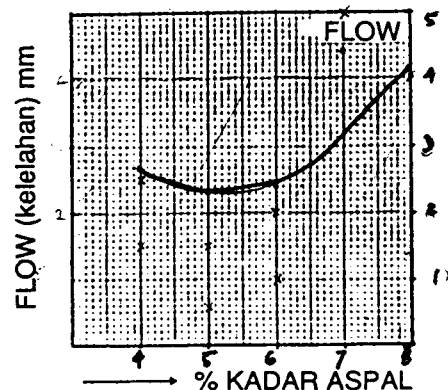
Kadar Aspla Design = % (a)

$$\text{Kadar Aspal terhadap Campuran} = \frac{(a)}{100 + a} \times 100 \% = \dots \%$$

Diperiksa:

GRAFIK III :KADAR ASPAL DESIGN

12



Spec	% Kadar aspal						
	4	4.5	5	6	7	8	
1. density							
2. VFWA							
3. VITM							
4. Stability							
5. Flow							

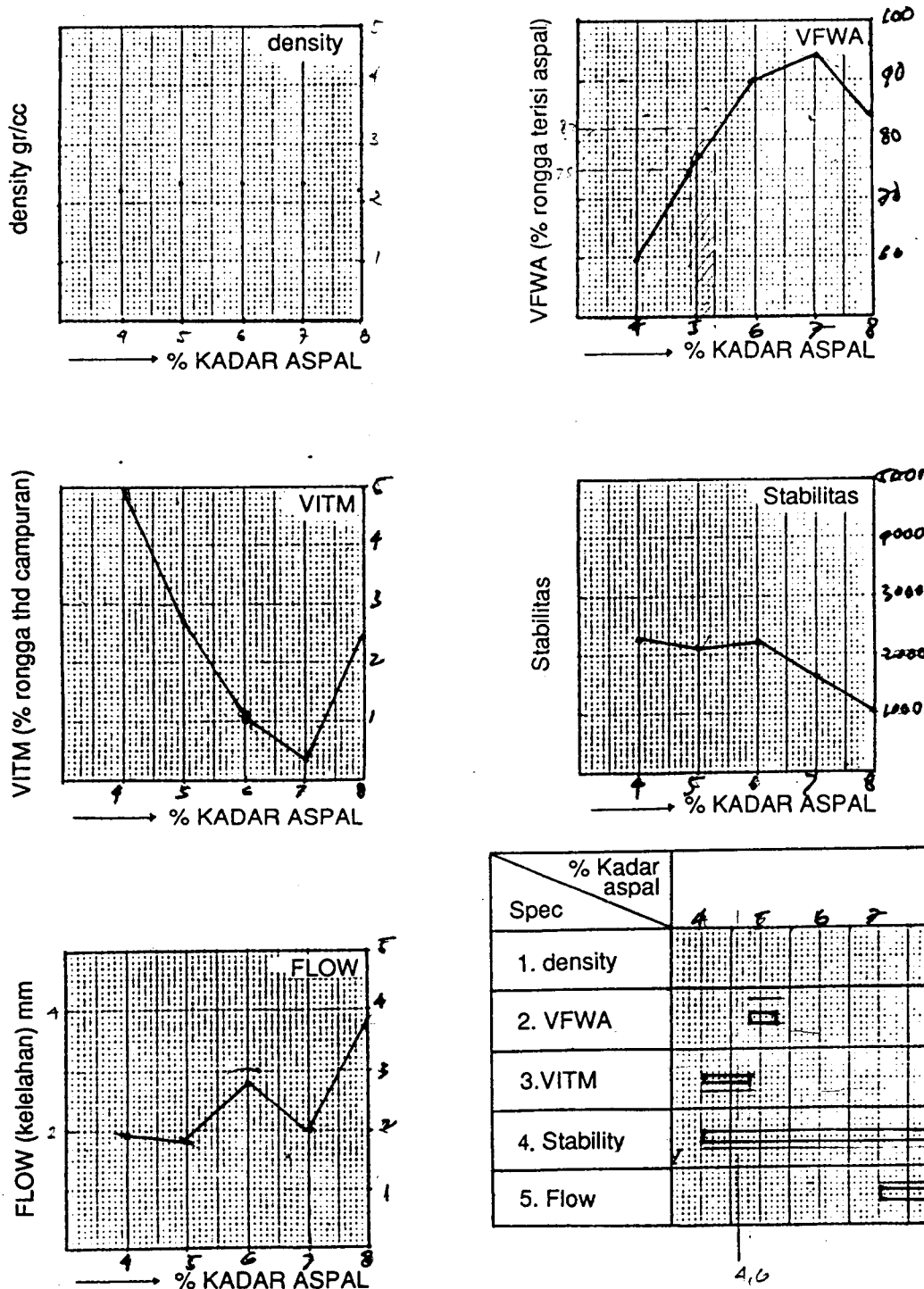
Kadar Aspla Design = $\frac{1.6}{100 + 1.6} \times 100 = 1.6\%$ (a)

Kadar Aspal terhadap Campuran = $\frac{(a)}{100 + a} \times 100\% = 1.6\%$



GRAFIK III :KADAR ASPAL DESIGN

LAB



Kadar Aspla Design = % (a)

$$\text{Kadar Aspal terhadap Campuran} = \frac{(a)}{100 + a} \times 100 \% = \dots \%$$





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

Pekerjaan / Proyek : _____
Pengirim sample : _____
Jenis campuran : _____
Tanggal : _____

Dikerjakan oleh : _____
Diperiksa oleh : _____

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

101

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	66,17	4,17	4	1164	1177	657	520	2,24	2,36	8,53	86,13	5,34	13,87	61,48	5,14	979	3456	3122	1,016
2	65,72	4,17	4	1170	1182	666	516	2,27	2,36	8,54	87,24	4,12	12,76	67,72	3,91	748	2646	2420	4,318
3	68,68	5,26	5	1233	1247	702	545	2,26	2,33	10,77	86,14	3,08	13,86	77,75	2,76	1045	3688	3158	2,032
4	67,98	5,26	5	1228	1259	706	533	2,30	2,33	10,97	87,73	1,30	12,27	89,38	0,97	962	3397	2941	2,540
5	63,82	6,38	6	1182	1200	692	518	2,28	2,29	13,04	85,97	9,99	14,03	92,94	0,51	1128	3979	3878	3,048
6	62,45	6,38	6	1191	1215	694	521	2,29	2,29	13,06	86,13	0,81	13,87	94,15	0,33	1107	3905	4008	1,778
7	64,98	7,53	7	1175	1213	689	521	2,26	2,26	15,04	84,06	0,90	15,94	91,35	0,24	984	3474	3606	4,518
8	61,83	7,53	7	1184	1217	692	525	2,26	2,26	15,03	84,06	0,90	15,94	91,34	0,25	960	3039	3167	4,572
9	61,92	8,70	8	1180	1222	692	510	2,23	2,23	15,96	82,10	0,94	17,90	92,75	0,59	649	2299	2397	4,064
10	62,10	8,70	8	1183	1226	695	531	2,23	2,23	16,97	82,15	0,88	17,85	95,05	0,02	751	2656	2750	4,064

t = tebal benda uji
a = % aspal terhadap campuran
b = % aspal terhadap campuran
c = berat kering/ sebelum diendam
d = berat dalam keadaan SSD. (gr)
e = berat didalam air (gr)
f = Vol (isi) = d - e
g = berat isi sample
h = berat isi sample
i = berat isi sample
j = berat isi sample
k = berat isi sample
l = berat isi sample
m = berat isi sample
n = berat isi sample
o = berat isi sample
p = berat isi sample
q = berat isi sample
r = berat isi sample

h = B.J. maksimum (teoritis)

$$h = \left\{ 100 : \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{B.J. Aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{B.J. aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{B.J. aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{\text{B.J. agregat}}$$

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

l = (100 - j) rongga terhadap agregat.

$$m = \left(100 \times \frac{i}{1} \right) \text{ rongga yang terisi aspal (VFWA)}$$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)

Suhu pencampuran : ± 160 OC

Suhu pemadatan : ± 140°C

Suhu waterbath : 60°C

B.J. Aspal : 1,0 %

B.J. Agregat : 2,495

Tanda tangan

LAB. JALAN RAYA

FTSP

YOGYAKARTA



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

Pekerjaan / Proyek : _____
Pengirim sample : _____
Jenis campuran : _____
Tanggal : _____

Dikerjakan oleh : _____
Diperiksa oleh : _____

U-1-A

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	64,8	4,17	4	1202	1214	689	515	2,29	2,36	8,72	28,09	3,18	11,31	73,26	2,97	1050	3705	3295	1,270
2	65,7	4,17	4	1192	1205	687	518	2,30	2,36	8,77	88,59	2,69	11,45	76,51	2,48	967	3419	3125	5,794
3	64,2	5,26	5	1188	1200	685	515	2,34	2,33	10,98	87,83	1,18	12,17	90,19	0,85	997	3519	3165	9,762
4	63,9	5,26	5	1189	1215	699	516	2,33	2,33	10,96	87,64	1,37	12,39	88,87	1,04	1040	3570	3463	1,270
5	62,8	6,38	6	1194	1223	697,5	515,5	2,27	2,29	12,98	85,60	1,41	14,40	90,18	0,93	998	3523	3711	0,762
6	63,0	6,38	6	1196	1215	697	518	2,27	2,29	12,94	85,34	1,72	14,66	88,30	1,24	949	3533	3574	2,286
7	61,8	7,53	7	1175	1220	699	514	2,26	2,26	15,04	84,06	0,90	15,94	94,35	0,24	1052	3712	3820	2,640
8	61,9	7,53	7	1176	1219	696	523	2,35	2,26	14,99	83,81	1,20	16,19	92,62	0,54	943	3330	3469	4,778
9	62,4	8,70	8	1174	1215	688	527	2,23	2,23	16,97	82,14	0,88	17,86	85,05	0,05	502	1783	1825	9,318
10	62,0	8,70	8	1175	1213	685	528	2,23	2,23	16,96	82,06	0,99	17,94	94,50	0,13	514	1825	1896	2,990

t = tebal benda uji
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat kering/ sebelum direndam
d = berat dalam keadaan SSD. (gr)
e = berat didalam air (gr)
f = Vol (isi) = $d - e$
g = berat isi sample = $\frac{c}{f}$

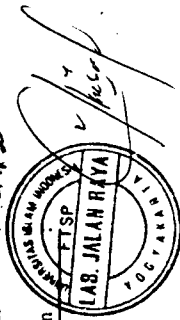
h = B.J. maksimum (teoritis)
$$h = \left\{ 100 : \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{B.J. Aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{B.J. aspal}} \right) \right\}$$

i = $\frac{b \times g}{\text{B.J. aspal}}$
j = $\frac{(100 - b)g}{\text{B.J. agregat}}$

k = (100 - i - j) jumlah kandungan rongga
l = (100 - j) rongga terhadap agregat.
m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
n = pembacaan arloji (stabilitas)
o x kalibrasi proving ring
p = p x koreksi tebal sample (STABILITAS)
q = FLOW (kelelahan plastis)
r = Suhu pencampuran : $\pm 160^{\circ}\text{C}$

Suhu pemadatan : $\pm 140^{\circ}\text{C}$
Suhu waterbath : 60°C
B.J. Aspal : 1,05
B.J. Agregat : 2,495

Tanda tangan





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

Pekerjaan / Proyek :
Pengirim sample :
Jenis campuran :
Tanggal :

Dikerjakan oleh :

Diperiksa oleh :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

L128

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	68,6	4,17	4	1169	1180	653	517	2,20	2,30	8,38	84,62	7,00	15,38	84,42	6,80	810	2864	2410	4,286
2	67,6	4,17	4	1168	1171	653	518	2,25	2,36	8,59	86,71	4,65	13,24	86,87	4,44	681	2411	2090	1,524
3	66,8	5,26	5	1185	1196	675	523	2,27	2,33	10,79	86,29	2,84	13,73	85,9	2,41	756	2679	2346	1,524
4	67,8	5,26	5	1168	1182	666	516	2,24	2,33	10,78	86,19	3,03	13,81	86,04	2,70	609	2109	1878	2,012
5	65,3	6,38	6	1178	1199	678	521	2,26	2,49	11,92	85,19	1,88	14,81	87,21	1,42	732	2690	2281	2,590
6	65,3	6,38	6	1177	1194	678	516	2,28	2,49	13,63	85,04	1,03	14,06	92,69	0,85	688	2436	2324	3,048
7	65,8	7,53	7	1180	1199	675	524	2,25	2,26	15,01	83,94	4,05	16,86	93,47	0,39	587	1926	1878	1,524
8	66,1	7,53	7	1183	1200	676	524	2,24	2,26	15,06	84,15	0,80	15,85	94,97	0,14	417	1486	1350	2,520
9	65,8	8,70	8	1189	1196	662	534	2,23	2,23	16,96	82,10	0,83	17,90	94,79	0,08	412	1503	1380	2,540
10	65,7	8,70	8	1190	1195	635	560	2,13	2,23	16,19	78,36	5,15	4,69	74,81	9,64	232	837	791	4926

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/ sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD. (gr)

e = berat didalam air (gr)

f = Vol (isi) = d - e

g = berat isi sample =

f

h = B.J. maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 : \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{B.J. Aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{B.J. aspal}} \right) \right\}$$

i = $\frac{b \times g}{\text{B.J. aspal}}$

j = $\frac{(100 - b)g}{\text{B.J. agregat}}$

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

l = (100 - j) rongga terhadap agregat.

$$m = \left(100 \times \frac{i}{1} \right) \text{ rongga yang terisi aspal (VFVA)}$$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)

Suhu pencampuran : $\pm 160^{\circ}\text{C}$

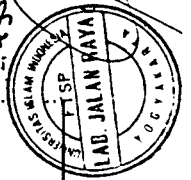
Suhu pemadatan : $\pm 140^{\circ}\text{C}$

Suhu waterbath : 60°C

B.J. Aspal : 1,05

B.J. Agregat : 2,455

Tanda tangan





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

5 175
10

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : _____
Diperiksa tgl : 5 OKTOBER 1995

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAMKEADAAN BASAH JENUH (SSD) → (BJ)	1019	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR → (BA)	620	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	998	
BERAT JENIS (BLUK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,50	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,55	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,64	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	0,02	

Yogyakarta



[Handwritten signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

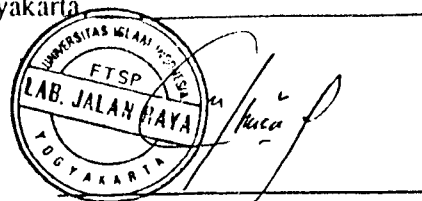
5 1995
10

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : _____
Diperiksa tgl : 5 OKTOBER 1995

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAMKEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	724	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	1035	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	489	
$BERAT\ JENIS = \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,49	
$BERAT\ SSD = \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,65	
$BJ\ SEMU = \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,90	
$PENYERAPAN = \frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	0,023	

Yogyakarta





5
10 95

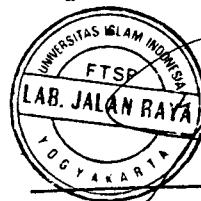
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPHAL**

Contoh dari : PT. PERIWITA KARYA Diperiksa Oleh : _____
Jenis Contoh : _____
Diperiksa Tgl : 5 OKTOBER 1995

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	29,49 gram
2.	Berat vicnometer + Aquadest	79,51 gram
3.	Berat air (2 - 1)	50,02 gram
4.	Berat vicnometer + Asphal	31,49 gram
5.	Berat Asphal (4 - 1)	2 gram
6.	Berat vicnometer + Asphal + Aquadest	79,60 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	48,11 gram
8.	Volume Asphal (3 - 7)	1,91 gram
9.	Berat Jenis Ashal : berat/vol (5/8)	1,05

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII.





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA
Jenis contoh : _____
Pekerjaan : _____
Diterima tanggal : _____
Selesai tanggal : 6 OKTOBER 1995

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL 4 (SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	<u>DIPANASKAN</u>		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
<u>PEMERIKSAAN</u>				
1. Penimbangan	Mulai	Jam		
2. Pelarutan	Mulai	Jam		
3. Penyaringan	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
4. Di Oven	Mulai	Jam		
5. Penimbangan	Selesai	Jam		

- | | | | |
|---|---|-------|----|
| 1. Berat botol Erlenmeyer kosong | = | 77 | gr |
| 2. Berat erlenmeyer + aspal | = | 79 | gr |
| 3. Berat aspal (2 - 1) | = | 2 | gr |
| 4. Berat kertas saring bersih | = | 0,575 | gr |
| 5. Berat kertas saring + endapan | = | 0,7 | gr |
| 6. Berat endapannya saja. (5 - 4) | = | 0,13 | gr |
| 7. Persentase endapan ($\frac{6}{3} \times 100 \%$) | = | 0,04 | gr |
| 8. Bitumen yang larut (100 % - 7) | = | 99,96 | gr |

Yogyakarta, _____





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

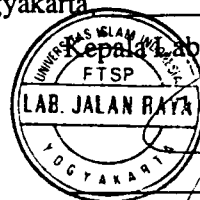
PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : _____
DI TEST TANGGAL : 6 OKT 1995 DIPERIKSA : _____
Untuk Proyek : _____

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8") ^{3/8}	2500	
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")		
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3120	
$KEAUSAN = \frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		37,6	

Yogyakarta



Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : _____
Jenis Contoh : _____
Diperiksa tgl : 9 OKT 1995

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		10.05 WIB
SELESAI PEMANASAN	160 °C	10.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	160 °C	10.20
SELESAI	27 °C	11.20
DIPERIKSA		
MULAI		11.30
SELESAI		12.25

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	355 °C	370 °C
II		
RATA-RATA		

Yogyakarta,





PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

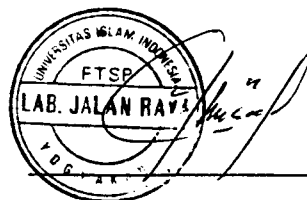
Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : _____
Jenis Contoh : _____
Diperiksa tgl : 9 OKT 1995

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		10.05 WIB
SELESAI PEMANASAN	160°C	10.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	160°C	10.20
SELESAI	27°C	11.20
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	27°C	13.05
SELESAI		
DIPERIKSA		
MULAI		13.35
SELESAI		13.50

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	63	65	
2.	64	60	
3.	59	64	
4.	60	60	
5.	63	64,5	

Yogyakarta, _____





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

2.96
10

IDL

4%

Contoh dari : _____ Aspal = 48
Pekerjaan : _____ gradasi = 1152
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
19,1	3/4			0	100		100
12,7	1/2	115,20	115,20	10	90	80	100
9,52	3/8	115,20	230,40	20	80	70	90
4,76	No 4	230,40	460,80	40	60	50	70
2,38	No 8	201,60	662,40	57,50	42,50	35	50
0,59	No 30	218,88	881,28	76,50	23,50	18	29
0,279	No 50	63,36	944,64	82	18	13	23
0,149	No 100	69,12	1013,76	88	12	8	16
0,074	No 200	57,60	1071,36	93	7	4	10
	PAN	80,64	1152	100	0		

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

102

5%

Aspal = 60

gradasi = 1140

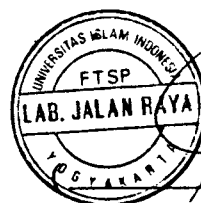
Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
19,1	3/4			0	100		100
12,7	1/2	114	114	10	90	80	100
9,52	3/8	114	228	20	80	70	90
4,76	No 4	228	456	40	60	50	70
2,38	No 8	199,50	655,50	57,50	42,50	35	50
0,59	No 30	216,60	872,10	76,50	23,50	18	29
0,279	No 50	62,70	934,80	82	18	13	23
0,149	No 100	68,40	1003,20	88	12	8	16
0,074	No 200	57	1060,20	93	7	4	10
	PAN	79,80	1140	100	0		

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Handwritten signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

50L

620

Contoh dari : _____

Aspal = 72

Pekerjaan : _____

gradasi = 1128

Jenis Agregat : _____

Diterima Tgl : _____

Selesai Tgl : _____

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

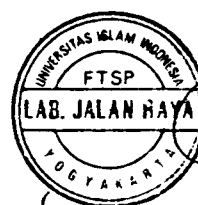
No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4			0	100		100
	1/2	112,80	112,80	10	90	80	100
	3/8	112,80	225,60	20	80	70	90
	Nº 4	225,60	451,20	40	60	50	70
	Nº 8	197,40	648,60	57,50	42,50	35	50
	Nº 30	214,32	862,92	76,50	23,50	18	29
	Nº 50	62,04	924,96	82	18	13	23
	Nº 100	67,68	992,64	88	12	8	16
	Nº 200	56,40	1049,04	93	7	4	10
	PAN	78,96	1128	100	0		

Keterangan : _____

Tanggal : _____

Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

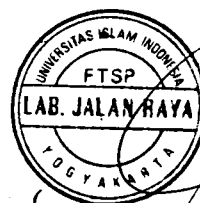
7%
Aspal = 84
gradasi = 116

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4			0	100		100
	1/2	111,60	111,60	10	90	80	100
	3/8	111,60	223,20	20	80	70	90
	No 4	223,20	446,40	40	60	50	70
	No 8	195,30	641,70	57,50	42,50	35	50
	No 30	212,04	853,74	76,50	23,50	18	29
	No 50	61,38	915,12	82	18	13	23
	No 100	66,96	982,08	88	12	8	16
	No 200	95,80	1037,88	93	7	4	10
	PAN	78,12	1116	100	0		

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



(_____)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

6171-
10

59

8 90

Agal = 96

gradasi = 1104

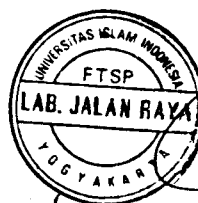
Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4			0	100		100
	1/2	110,40	110,40	10	90	80	100
	3/8	110,40	220,80	20	80	70	90
	No 4	220,80	441,60	40	60	50	70
	No 8	193,20	634,80	57,50	42,50	35	50
	No 30	209,76	844,56	76,50	23,50	18	29
	No 50	60,72	905,28	82	18	13	23
	No 100	66,24	971,52	88	12	8	16
	No 200	55,20	1026,72	93	7	4	10
	PAN	77,28	1104	100	0		

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Handwritten signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

4,95
10

LRA

4%

Aspal = 48

Gradasi = 1152

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						
	1/2			0	100		100
	3/8	97,92	97,92	8,50	91,50	90	93
	# 4	230,40	328,32	28,50	71,50	70	73
	# 8	230,40	558,72	48,50	51,50	50	53
	# 30	241,82	800,64	69,50	30,50	29	32
	# 50	69,12	869,76	75,50	24,50	23	26
	# 100	80,64	950,40	82,50	17,50	16	18
	# 200	69,12	1019,52	88,50	11,50	10	13
	PAN	13248	1152	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

LRA

520

Aspal = 60

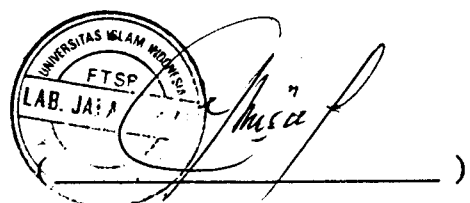
Gradasi = 1140

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						
	1/2				100		100
	3/8	96,90	96,90	8,50	91,50	90	93
	# 4	228	324,90	28,50	71,50	70	73
	# 8	228	552,90	48,50	51,50	50	53
	# 30	239,40	792,30	69,50	30,50	29	32
	# 60	68,40	860,70	75,50	24,50	23	26
	# 100	79,80	940,50	82,50	17,50	16	19
	# 200	68,40	1008,90	88,50	11,50	10	13
	PAN	131,1	1140	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

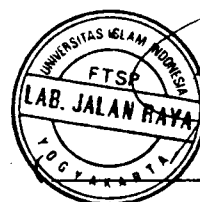
LRA 69
Aspal = 76
Gradasi = 1128

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						
	1/2				100		100
	3/8	95,88	95,88	8,50	91,50	90	93
	# 4	225,60	321,48	28,50	71,50	70	73
	# 8	225,60	547,08	48,50	51,50	50	53
	# 30	236,88	783,96	69,50	30,50	29	32
	# 50	67,68	851,64	75,50	24,50	23	26
	# 100	78,96	930,60	82,50	17,50	16	19
	# 200	67,68	998,28	88,50	11,50	10	13
	PAN	129,72	1128	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



Handwritten signature and date



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

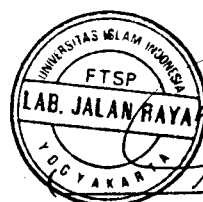
LRA
7%
Aspal = 84
Gravel = 116

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						
	1/2				100		100
	3/8	94,86	94,86	8,50	91,50	90	93
	# 4	223,20	318,06	28,50	71,50	70	73
	# 8	223,20	541,26	48,50	51,50	50	53
	# 30	234,36	775,62	69,50	30,50	29	32
	# 50	66,96	842,58	75,50	24,50	23	26
	# 100	78,12	920,70	82,50	17,50	16	19
	# 200	66,96	987,66	88,50	11,50	10	13
	PAN	128,34	1116	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

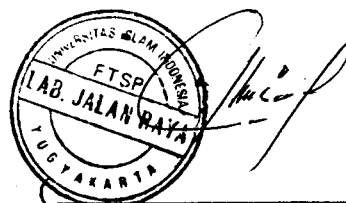
LRA
870
Aspal = 96
Gradasi = 1104

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						
	1/2				100		100
	3/8	93,84	93,84	8,50	91,50	90	93
	# 4	220,80	314,64	28,50	71,50	70	73
	# 8	220,80	535,44	48,50	51,50	50	53
	# 30	231,84	767,28	69,50	30,50	29	32
	# 50	66,24	833,52	75,50	24,50	23	26
	# 100	77,28	910,80	82,50	17,50	16	19
	# 200	66,24	977,04	88,50	11,50	10	13
	PAN	126,96	1104	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

1/15
5

L88

4%

Aspal = 4.8

Gradasi = 1152

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Ditema Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4				100		100
	1/2	247,68	247,68	21,50	78,50	77	80
	3/8	115,20	362,88	31,50	68,50	67	70
	# 4	230,40	595,28	51,50	48,50	47	50
	# 9	172,80	768,08	66,50	33,50	32	35
	# 30	195,84	961,92	83,50	16,50	15	18
	# 50	57,60	1019,52	88,50	11,50	10	13
	# 100	57,60	1077,12	93,50	6,50	5	8
	# 200	46,08	1123,20	97,50	2,50	1	4
	PAN	28,80	1152	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



Handwritten signature and date: 11/1/15



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

LBB

5 90

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

Aspal = 60
Gradasi = 1140

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						100
	1/2	245,10	245,10	21,50	78,50	77	80
	3/8	114,00	359,10	31,50	68,50	67	70
	# 4	228,00	587,10	51,50	48,50	47	50
	# 8	171,00	758,10	66,50	33,50	32	35
	# 30	193,80	951,90	83,50	16,50	15	18
	# 50	57,00	1008,90	88,50	11,50	10	13
	# 100	57,00	1065,90	93,50	6,50	5	8
	# 200	45,60	1111,50	97,50	2,50	1	4
	PAN	28,50	1140	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

LRP

6 20

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

Agal = 72
Gradasi = 1125

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						100
	1/2	242,52	242,52	21,50	78,50	77	80
	3/8	112,80	355,32	31,50	68,50	67	70
	# 4	225,60	580,92	51,50	48,50	47	50
	# 8	162,20	750,12	66,50	33,50	32	35
	# 30	191,76	941,88	89,50	10,50	15	18
	# 50	56,40	998,28	88,50	11,50	10	13
	# 100	56,40	1054,68	93,50	6,50	5	8
	# 200	45,12	1099,80	97,50	2,50	1	4
	PAN	28,20	1128	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

LB B

7⁹⁰

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

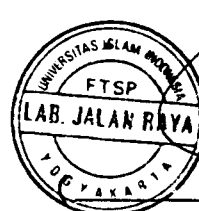
Aspal = 84
Gradast = 1116

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						100
	1/2	239,94	239,94	21,50	78,50	77	86
	3/8	111,60	351,54	31,50	68,50	67	70
	# 4	223,20	574,74	51,50	48,50	47	50
	# 8	167,40	742,14	66,50	33,50	32	35
	# 30	189,72	931,86	83,50	16,50	15	18
	# 50	55,80	987,66	88,50	11,50	10	13
	# 100	55,80	1043,46	93,50	6,50	5	8
	# 200	44,64	1098,10	97,50	2,50	1	4
	PAN	27,90	1116	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



Handwritten signature



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : _____
Pekerjaan : _____
Jenis Agregat : _____
Diterima Tgl : _____
Selesai Tgl : _____

LBB

8 20

Aspal = 96

Gradasi = 1110x

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4						100
	1/2	237,36	237,36	21,50	78,50	77	80
	3/8	110,40	347,76	31,50	68,50	67	70
	# 4	220,80	568,56	51,50	48,50	47	50
	# 8	165,60	734,16	66,50	33,50	32	35
	# 30	187,68	921,84	83,50	16,50	15	18
	# 50	55,20	977,04	88,50	11,50	10	13
	# 100	55,20	1032,24	93,50	6,50	5	8
	# 200	44,16	1076,40	97,50	2,50	1	4
	PAN	27,60	1104	100			

Keterangan : _____
Tanggal : _____
Diperiksa oleh : _____

Yogyakarta, _____



[Signature]

ace
H
12
7 96

JAWABAN TUGAS DARI
Bp. IR.H.WARDHANI SARTONO, MSC

oleh :

EDY PRAMONO

No.Mhs : 84310067

SUNU AGUNG ADI C

No.Mhs : 84310129

I. MACAM - MACAM GRADASI :

A. GRADASI SERAGAM (*UNIFORM GRADED*)

adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus dengan jumlah yang sedikit, sehingga tidak dapat mengisi semua rongga yang ada.

Gradasi ini akan membentuk susunan dengan volume rongga yang besar.

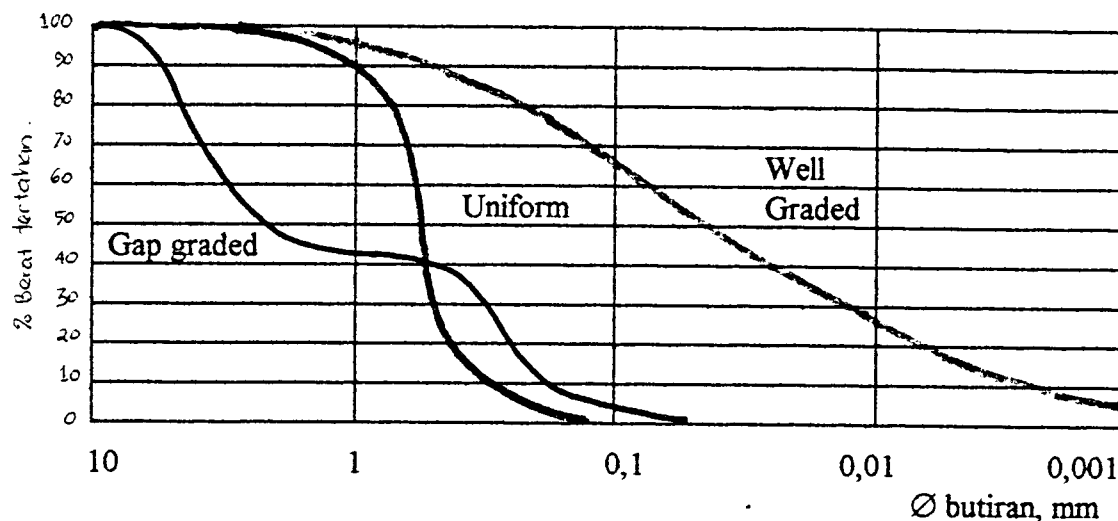
B. GRADASI MENERUS (*CONTINUOUS GRADED*)

merupakan campuran agregat kasar dan agregat halus dalam porsi yang berimbang. Gradasi ini menghasilkan susunan yang rapat (volume rongga antar agregat kecil), karena itulah sering disebut agregat bergradasi rapat (*dense graded*) atau agregat bergradasi baik (*well graded*).

C. GRADASI TIMPANG / CELAH (*GAP GRADED*)

merupakan campuran agregat dengan satu fraksi hilang atau terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini :



Perbandingan sifat ketiga gradasi :

KETERANGAN	GRADASI SERAGAM	GRADASI MENERUS	GRADASI TIMPANG
1. Kontak antar butir	Baik	Baik	Jelek
2. Kepadatan	Bervariasi tergantung dari segregasi yang terjadi	Tinggi	Rendah
3. Stabilitas	Kurang	Tinggi	Sedang
4. Dipadatkan	Sukar	Sukar sampai sedang	Mudah
5. Tingkat permeabilitas	Tinggi	Cukup	Rendah

II. PERKERASAN LENTUR

A. BETON ASPAL (ASPHALT CONCRETE)

yaitu salah satu jenis konstruksi perkerasan lentur yang merupakan campuran aspal keras dengan agregat **bergradasi menerus**, kemudian dihamparkan dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

B. HRS (HOT ROLLED SHEET)

adalah lapis penutup yang terdiri dari campuran antar agregat **bergradasi timpang**, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan secara panas (*Hot Mix*).

C. SMA (SPLIT MASTIC ASPHALT)

adalah aspal beton yang terdiri atas campuran agregat **bergradasi terbuka**, aspal ditambah bahan **addictive** yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

Karakteristik dari **SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA)** adalah :

1. Agregat kasar dengan ukuran > 2 mm, jumlah fraksi antara 70 % - 80 %
2. Mastic aspal (agregat halus, filler, aspal dan bahan **addictive**) akan membentuk lapisan film aspal yang tebal
3. Menggunakan bahan tambahan berupa serat selulosa yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat dari aspal.

Tiga jenis **SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA)**, berdasarkan ukuran butiran :

KETERANGAN	SMA GRADING 0/11	SMA GRADING 0/8	SMA GRADING 0/5
1. Ukuran maksimum agregat	11 mm	8 mm	5 mm
2. Tebal pengaspalan	2,5 - 5 cm	2 - 4 cm	1,5 - 3 cm
3. Kegunaan	Wearing Course jalan baru	Pelapisan ulang (overlay)	Untuk perbaikan ke rusakan setempat (rutting)

Fungsi dan sifat-sifat dari masing-masing perkerasan :

ASPHALT CONCRETE	HOT ROLLED SHEET	SPLIT MASTIC ASPHALT
FUNGSI :		
Pendukung beban lalu lintas	Sebagai lapis penutup	Sebagai lapis aus
Pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat air dan cuaca .	Pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat air dan cuaca.	Pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat air dan cuaca.
Menyediakan permukaan yang rata dan tidak licin	Menyediakan permukaan yang rata dan tidak licin	Menyediakan permukaan yang rata dan tidak licin
SIFAT :		
Kedap terhadap air	Kedap terhadap air	Kedap terhadap air
Stabilitas tinggi	Stabilitas cukup	Stabilitas sedang
Tahan terhadap keausan akibat beban lalu lintas	Mampu menyerap banyak aspal 7% - 8%	Tahan terhadap keausan akibat beban lalu lintas
Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan		Tahan terhadap temperatur tinggi dan terhadap oksidasi