F A K U L T A S T E K N I K
UNIVERSITAS INDONESIA
KAMPUS BARU UI DEPOK 16424

Pedoman Praktikum

Pemeriksaan Bahan Perkerasan Jalan

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Sipil – Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Telepon : 7270029; Fax. 7270028

DEPOK 2009

Pedoman Praktikum

Pemeriksaan Bahan Perkerasan Jalan

Diterbitkan oleh Laboratorium Struktur dan Material

Departemen Sipil – Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Tahun 2009

Dilarang memperbanyak penerbitan ini dalam bentuk fotokopi atau cara lain tanpa seijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Sebagai bagian dari penyelenggara pendidikan di Departemen Teknik Sipil, maka Laboratorium Struktur dan Material menyelenggarakan Praktikum Bahan Perkerasan Jalan untuk menunjang kuliah Teknik Jalan Raya 1. Laboratorium Struktur dan Material merupakan gabungan dari Laboratorium Struktur dan Laboratorium Bahan melalui S.K. Dekan FTUI No. 275/D/SK/FTUI/V/2007 tentang Penggabungan Laboratorium Bahan dan Laboratorium Mekanika Struktur menjadi Laboratorium Struktur dan Material.

Pedoman Praktikum ini dapat memberikan gambaran tentang maksud, peralatan dan tata-cara dari setiap kegiatan praktikum yang akan dilakukan sehingga akan didapat keseragaman dan kesamaan dalam melakukan pemeriksaan atau pengujian bahan maupun campuran bahan.

Buku ini disusun berdasarkan Manual Pemeriksaan Bahan Jalan Ditjen. Bina Marga No.01/MN/BM/1976, Standard AASHTO dan Standard ASTM yang disesuaikan dengan kebutuhan pendidikan Sarjana jenjang Strata Satu dan peralatan yang tersedia di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil FTUI. Dan buku ini merupakan penyempurnaan dari Pedoman Praktikum Bahan Perkerasan Jalan terdahulu yang disusun oleh Ir. Ellen S.W.Tangkudung,MSc. Bersama-sama Ir. Heddy R.Agah, M.Eng. dan Dr.Ir.Jachrizal S., MSc.

Kepada semua pihak yang telah banyak membantu sehingga buku ini dapat disusun dengan baik, kami ucapkan terima kasih.

Penyempurnaan yang telah dilakukan tentunya tidak terlepas dari kekurangan yang perlu diperbaiki, oleh karena itu saran dan kritik sangat diharapkan untuk memperbaiki Buku Pedoman Praktikum ini.

Semoga Buku Pedoman Praktikum Bahan Perkerasan Jalan ini dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kegiatan pendidikan di Departemen Teknik Sipil.

Depok, Februari 2009
Laboratorium Struktur dan Material
Departemen Teknik Sipil FTUI

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

TATA TERTIB PRAKTIKUM

A. UMUM

1. Peserta praktikum adalah mahasiswa yang terdaftar namanya pada Laboratorium Struktur dan Material FTUI.
2. Peserta praktikum harus mematuhi semua peraturan yang berlaku di Laboratorium Struktur dan Material FTUI.
3. Praktikan hadir 15 (lima belas) menit sebelum praktikum dimulai.
4. Praktikan harus hadir dan mengisi daftar hadir yang disediakan oleh Laboratorium untuk setiap kegiatan, mulai dari penjelasan teori sampai berlangsungnya praktikum.
5. Penggunaan alat harus selalu atas ijin dan pengawasan Asisten yang bertugas serta menggunakan surat peminjaman alat. Pemakaian alat harus sesuai cara dan kapasitas alat.
6. Praktikan harus menjaga dengan sebaik-baiknya semua alat yang dipakai, kerusakan yang terjadi akibat kecerobohan dari praktikan adalah menjadi tanggung jawab praktikan.
7. Tidak diperkenankan memindahkan alat dari tempat kedudukannya yang tetap.
8. Alat-alat dan perlengkapannya yang dipergunakan harus kembali dalam keadaan baik, bersih dan tetap berfungsi

B. PELAKSANAAN

1. Praktikan tidak diperkenankan meninggalkan praktikum, bila hal ini terjadi maka praktikan dinyatakan tidak mengikuti praktikum.
2. Data-data hasil pemeriksaan harus diketahui oleh asisten yang bersangkutan.
3. Laporan praktikum yang diserahkan adalah laporan yang telah disetujui oleh asisten yang bersangkutan.
4. Laporan praktikum dibuat sesuai dengan format yang telah ditentukan.
5. Bila praktikan tidak mengikuti praktikum pada jadwal yang telah ditentukan, maka praktikan harus mengikuti praktikum modul tersebut dengan kelompok lain, setelah memberitahukan kepada asisten yang bersangkutan. Praktikan juga harus membuat laporan individu untuk modul tersebut.

PENDAHULUAN

I.1. UMUM

Konstruksi Perkerasan Jalan Lentur (*Flexible Pavement*) terdiri dari lapisan-lapisan diatas tanah dasar, yaitu: Lapisan Tanah Dasar yang sudah stabil (*Subgrade*), Lapisan Pondasi Bawah (*sub-base course*), Lapisan Pondasi Atas (*base course*) dan Lapisan Permukaan (*surface course*).

Buku pedoman Praktikum ini memberikan penjelasan secara rinci semua tahapan kegiatan pemeriksaan dan pengujian terhadap bahan maupun campuran bahan pembentuk lapisan-lapisan tersebut di atas, kecuali Lapisan Tanah Dasar. Khusus untuk pengujian sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dapat dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah.

Pemeriksaan dan pengujian dilakukan terhadap berbagai jenis bahan dasar perkerasan jalan yaitu bahan aspal, bahan agregat dan campuran aspal-agregat.

Secara khusus buku pedoman ini disusun untuk dapat digunakan oleh mahasiswa/praktikan tingkat Sarjana jenjang Strata 1, yang melakukan praktikum maupun penelitian di Laboratorium Struktur dan Material FTUI, karena disesuaikan dengan ketersediaan peralatan dan penunjangnya.

I.2. SATUAN DAN UNIT

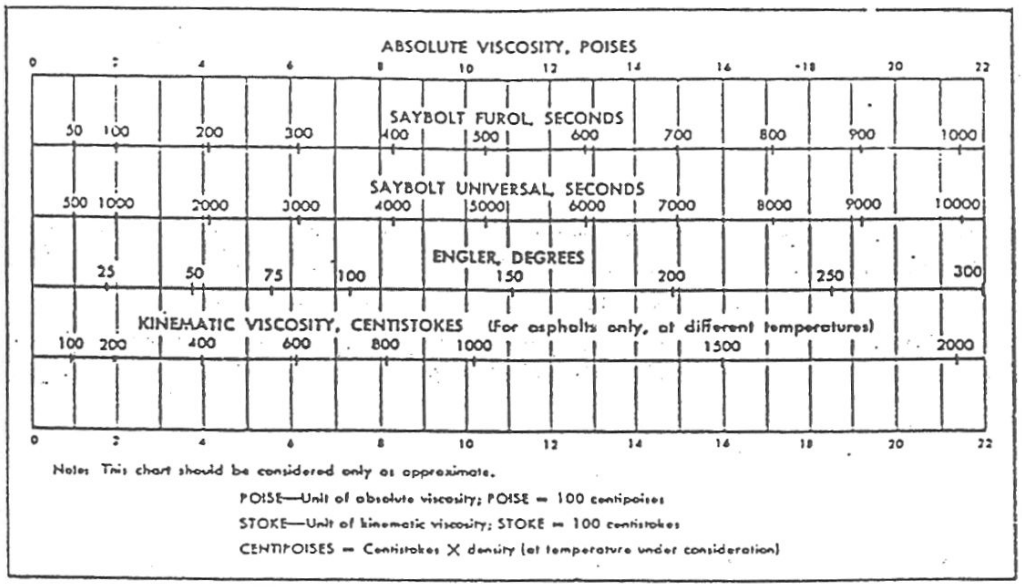
Pada umumnya, satuan yang digunakan untuk bahan adalah satuan metrik, misalnya dalam gram atau kilogram untuk satuan berat.

Bila digunakan standar unit SI, maka tabel berikut dapat digunakan

Kuantitas	SI unit	non SI unit
Panjang	milimeter (mm) meter (m)	centimeter (cm)
Volume	meter kubik (m^3)	centimeter kubik (cm^3) mililiter (ml)
Massa	kilogram (kg)	gram (gr)
Gaya	Newton (N)	kilogram-force (kgf)
Unit Berat	kN/m	gr/cm ton/m
Tekanan	Pascal (Pa) Kilo-pascal (KPa)	kgf/cm^2

Nilai viskositas, tergantung kepada alat yang digunakan, dapat dibaca dalam satuan Poises, Second, Derajat atau Centistokes.

Hubungan antara satuan tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Konversi satuan viskositas untuk berbagai metode pengukuran

I.3. DEFINISI DASAR

AGREGAT

Agregat pada awalnya (ASTM, C58-28 T) diartikan sebagai bahan untuk konstruksi yang keras bila dicampurkan dengan massa konglomer membentuk beton, mastic atau bahan adukan lain.

Namun definisi ini dirasa kurang tepat karena banyak agregat yang tidak cukup keras, khususnya pada saat dicampur dengan semen (P.C).

WOODS (1948) membuat definisi, agregat dari pasir, *gravel*, batu pecah, *slag* atau material lain dari komposisi mineral, digunakan campuran dengan bahan pengikat untuk membentuk beton aspal dan beton semen atau digunakan secara khusus seperti bahan balas (*ballast*) jalan rel.

Agregat dapat diperoleh secara alamiah ataupun secara masinal (menggunakan mesin) seperti batu pecah dengan berbagai ukuran.

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi lapangan, cara pengambilan contoh dan jumlah pengujian perlu diperhatikan karena tingkat ketelitian sangat tergantung kepada kualitas dan kuantitas pekerjaan.

Pada umumnya yang perlu diperhatikan adalah komposisi atau gradasi butiran. Hal ini sangat berkaitan dengan pemanfaatan agregat tersebut.

Agregat dapat dikelompokkan menjadi agregat kasar, halus dan bahan mengisi.

Agregat Kasar

Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet dan bebas dari bahan lain yang mengganggu serta memenuhi persyaratan:

1. Keausan pada 500 putaran maksimum 40%
2. Kelekatan dengan aspal minimum 95%
3. Jumlah berat butiran tertahan saringan no.4 yang mempunyai paling sedikit dua bidang pecah (*visual*) minimum 50% (untuk kerikil pecah)
4. Indeks kepipihan/kelonjongan butiran tertahan 9,5 mm atau 3/8” maksimum 25%
5. Penyerapan air maksimum 3%
6. Berat jenis curah (*Bulk*) minimum 2,5
7. Bagian lunak maksimum 5%

Agregat Halus

Agregat Halus harus terdiri dari bahan-bahan yang berbidang kasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran atau bahan lain yang mengganggu.

Agregat Halus harus terdiri dari pasir alam atau pasir buatan atau gabungan dari bahan-bahan tersebut dan dalam keadaan kering.

Agregat halus harus memenuhi persyaratan:

1. Nilai Sand Equivalent Minimum 50
2. Berat Jenis curah (bulk) minimum 2,5
3. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%
4. Pemeriksaan *Atterberg limit* harus menunjukkan bahan adalah non plastis.

Bahan pengisi

Bahan pengisi terdiri dari abu batu, abu batu kapur, semen (PC) atau bahan non plastis lainnya.

Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi sebagai berikut:

ukuran saringan	persen lolos
No. 30	100
No. 50	95 - 100
No. 100	90 - 100
No. 200	65 - 100

ASPAL

Aspal adalah bahan perekat yang berwarna coklat tua sampai hitam dengan kandungan utama hidro karbon; aspal dapat terjadi secara alamiah atau hasil dari penyulingan minyak bumi. Aspal semen adalah aspal yang khusus dipersiapkan dengan konsistensi dan kualitas tertentu.

Bitumen merupakan sistem kolodial yang rumit dari material hidro karbon. Pada umumnya molekul bitumen terdiri dari:

1. *Asphaltenes*
2. *Resins*
3. *Oils*

Asphaltenes mengandung ratio hidro karbon lebih besar dari 0,8. Antara *Resins* dan *Oils* sulit di bedakan, namun secara definitif *Resins* dapat dikatakan mengandung molekul hidrokarbon dengan rasio karbon hidrogen antara 0,6 sampai 0,8. Sedangkan *Oils* adalah hidrokarbon dengan rasio karbon hidrogen lebih kecil dari 0,4.

Definisi lain dari aspal atau bitumen adalah suspensi koloidal dari *asphaltenes* dalam media berminyak dengan resin berfungsi sebagai cairan untuk mencegah koagulasi dari *asphaltenes. Asphaltenes* mengandung bahan aspal, *resin* mempengaruhi sifat *adhesive* dan ketahanan bahan sedang *oil* mempengaruhi viskositas dan *flow*.

Berdasarkan penggunaannya, aspal dibagi dalam beberapa jenis, antara lain:

I. Aspal keras (*Asphalt Cement* /AC)

Aspal keras adalah suatu jenis aspal minyak yang merupakan residu hasil destilasi minyak bumi pada keadaan hampa udara, yang pada suhu normal dan tekanan atmosfir berbentuk padat, aspal keras biasa dikelompokkan berdasarkan kekerasan yang disebut penetrasi.

Terdapat beberapa persyaratan aspal keras, antara lain:

A. Persyaratan Umum
   1. Berasal dari hasil minyak bumi
   2. Mempunyai sifat sejenis
   3. Kadar parafin tidak melebihi 7%
   4. Tidak mengandung air dan tidak berbusa jika dipanaskan sampai 175 °C

B. Berdasarkan pemeriksaan sesuai dengan syarat seperti pada tabel 1

II. Aspal Cair

Aspal cair adalah aspal minyak yang pada suhu normal dan tekanan atmosfir berbentuk cair, terdiri dari aspal keras yang diencerkan dengan bahan pelarut.

Terdapat beberapa persyaratan aspal cair, antara lain:

1. Kadar paraffin tidak lebih dari 2%
2. Tidak mengandung air dan jika dipakai tidak menunjukkan pemisahan atau penggumpalan

Aspal cair dikelompokkan berdasarkan pengencernya, yaitu:

1. Bila ditambahkan benzeen dinamakan *Rapid Curing* (RC) berdasarkan pemeriksaan sesuai dengan syarat seperti pada tabel 2.
2. Bila ditambahkan kerosene dinamakan *Medium Curing* (MC) berdasarkan pemeriksaan sesuai dengan syarat seperti pada tabel 3.
3. Bila ditambahkan minyak berat dinamakan *Slow Curing* (SC) berdasarkan pemeriksaan sesuai dengan syarat seperti pada tabel 4.

III. Aspal Emulsi

Aspal Emulsi adalah suatu jenis aspal yang terdiri dari aspal keras, air dan bahan pengemulsi dimana pada suhu normal dan tekanan atmosfir berbentuk cair. Aspal emulsi dikelompokkan sebagai berikut:

1. Emulsi Cathionic, terdiri dari aspal keras, air dan larutan basa sehingga akan bermuatan positif (+)
2. Emulsi Anionic, terdiri dari Aspal keras, air, dan larutan asam, sehingga bermuatan negatif (-)

Tabel 1. Syarat Pemeriksaan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Pen 40/50		Pen 60/70		Pen 80/100		Satuan
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Penetrasi 25°C, 100 gr, 5 detik	40	59	60	79	80	99	0,1 mm
Titik Lembek 5°C (Ring and Ball)	51	63	48	58	46	54	Derajat Celcius
Titik Nyala (Cleveland Open Cup)	232	-	232	-	232	-	Derajat Celcius
Kehilangan Berat (Thick Film Oven Test)	-	0,4	-	0,4	-	0,4	% Berat
Kelarutan dalam CCl_4	99	-	99	-	99	-	% Berat
Daktilitas	100	-	100	-	100	-	cm
Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-	75	-	75	-	% semula
Berat jenis 25°C	1	-	1	-	1	-	gr/cc

Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, DitJen Bina Marga, 1983

Tabel 2. Syarat Pemeriksaan Aspal Cair (RC)

Pemeriksaan	RC-70		RC-250		RC-800		Satuan
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Viskositas kinematik pada 60°C	70	140	250	500	800	1600	centi stokes
Titik nyala (tag open cup)	-	-	27	-	27	-	°C
Distilasi (terhadap isi distilat pada 360°C)							
▪ sampai 190 °C	10	-	-	-	-	-	% isi
▪ sampai 225 °C	50	-	35	-	15	-	
▪ sampai 260 °C	70	-	60	-	45	-	
▪ sampai 315 °C	85	-	80	-	75	-	
▪ sisa distilasi 350 °C	55	-	65	-	75	-	% isi semula
Penetrasi residu 25°C, 100 gram, 5 det	80	120	80	120	80	120	0,1 mm
Daktilitas residu	100	-	100	-	100	-	cm
Kelarutan dalam CCl_4	99	-	99	-	99	-	% berat
Kelekatan dalam Air	80	-	80	-	80	-	%
Kadar Air	-	0,2	-	0,2	-	0,2	%

Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, DitJen Bina Marga, 1983

Tabel 3. Syarat Pemeriksaan Aspal Cair (MC)

Pemeriksaan	MC-70		MC-250		MC-800		Satuan
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Viskositas kinematik pada 60°C	70	140	250	500	800	1600	centi stokes
Titik nyala (tag open cup)	100	-	100	-	100	-	°C
Distilasi (terhadap isi distilat pada 360°C)							
▪ sampai 190 °C	-	-	-	-	-	-	% isi
▪ sampai 225 °C	-	20	-	10	-	-	
▪ sampai 260 °C	20	60	15	55	35	-	
▪ sampai 315 °C	65	90	60	87	45	80	
▪ sisa distilasi 350 °C	55	-	67	-	75	-	% isi semula
Penetrasi residu 25°C, 100 gram, 5 det	120	250	120	250	120	250	0,1 mm
Daktilitas residu	100	-	100	-	100	-	cm
Kelarutan dalam CCl_4	99	-	99	-	99	-	% berat
Kelekatan dalam Air	80	-	80	-	80	-	%
Kadar Air	-	0,2	-	0,2	-	0,2	%

Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, DitJen Bina Marga, 1983

Tabel 4. Syarat Pemeriksaan Aspal Cair (SC)

Pemeriksaan	SC-70		SC-250		SC-800		Satuan
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Viskositas kinematik pada 60°C	70	140	250	500	800	1600	centi stokes
Titik nyala (tag open cup)	65	-	80	-	93	-	°C
Distilasi (terhadap isi distilat pada 360°C)	10	30	4	20	2	12	% isi
Viskositas kinematik residu 60°C	4	70	8	100	20	160	Centi stokes
Daktilitas residu 100 pen	100	-	100	-	100	-	cm
Kelarutan dalam CCl_4	99	-	99	-	99	-	% berat
Kelekatan dalam Air	70	-	70	-	70	-	%
Kadar Air	-	0,2	-	0,2	-	0,2	%

Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976, DitJen Bina Marga, 1983

I.4. HAL – HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN DI LABORATORIUM

Peralatan yang digunakan untuk memeriksa dan menguji bahan atau campuran bahan, baik di Laboratorium maupun di lapangan, pada umumnya adalah alat mahal.

Beberapa jenis bahan pencampur atau pelarut atau *additive* dalam uji aspal maupun campuran aspal juga relative mahal. Itulah sebabnya diperlukan kedisiplinan dan hati-hati dalam menggunakan peralatan Laboratorium. Peralatan Laboratorium dapat rusak atau tidak berfungsi secara normal oleh karena kekurangan hati-hatian sehingga dapat mengakibatkan kesalahan fatal terhadap hasil uji dan analisis.

Beberapa alat mempunyai tingkat ketelitian dan sensitifitas alat yang sangat tinggi.
Timbangan adalah salah satu alat yang sensitive dan mudah rusak. Oleh sebab itu, sebaiknya tidak memindahkan peralatan Laboratorium tersebut yang pada umumnya ditempatkan secara tetap.
Timbangan jenis *triple beam* harus selalu pada posisi terkunci, setiap kali timbangan akan di pakai, lakukan dulu pemeriksaan sehingga posisi awal terletak pada titik setimbang (*zero reading*).
Gunakan satu timbangan yang sama untuk rangkaian uji yang dilakukan, untuk menghindari kesalahan akibat alat yang digunakan.

Oven merupakan alat Laboratorium yang sangat dibutuhkan untuk pemanasan agregat. Pada umumnya, pemanasan dilakukan pada temperature tetap antara 105-120°C. Termostat tidak boleh diganggu atau diubah tanpa persetujuan pengawas Laboratorium.

Khusus untuk bahan aspal, pemanasan yang dilakukan harus memperhatikan batas-batas temperatur yang diijinkan pada setiap pemeriksaan.
Tingkat kehati-hatian dituntut lebih tinggi pada saat pemanasan aspal untuk bahan campuran, terutama bila digunakan kompor gas.

Pengawas Laboratorium berhak untuk mematikan oven dan mengeluarkan benda uji yang disimpan dalam oven setelah melewati waktu 24jam.

Perlu juga memperhatikan suhu ruangan pada saat pemeriksaan karena pada beberapa percobaan hal ini akan mempengaruhi hasil dan analisis.

Setelah pelaksanaan setiap jenis pemeriksaan, praktikan diwajibkan untuk membersihkan peralatan dan areal kerja, terutama alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal karena kelalaian membersihkan akan merugikan.
Gunakan minyak solar atau minyak tanah sebagai pembersih bahan beraspal.

I.5. LAPORAN PRAKTIKUM

LAPORAN PRAKTIKUM TEKNIK JALAN RAYA

MODUL I
PENETRASI BAHAN – BAHAN BITUMEN

KELOMPOK 1

(Nama Anggota 1)	(NPM 1)
(Nama Anggota 2)	(NPM 2)
(Nama Anggota 3)	(NPM 3)
(Nama Anggota 4)	(NPM 4)
(Nama Anggota 5)	(NPM 5)
(Nama Anggota 6)	(NPM 6)

Tanggal Praktikum	:
Asisten Praktikum	:
Tanggal Disetujui	:
Nilai	:
Paraf Asisten	:

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK 2009

Keterangan:

1. Nama Anggota Kelompok yang membuat laporan, harus dicetak tebal (**bold**) pada lembar judul.
2. Lembar Judul terdiri dari
    a. Nama Mata Kuliah Praktikum
    b. Nomor dan Judul Modul
    c. Logo Makara
    d. Nomor Kelompok
    e. Nama dan NPM anggota kelompok
    f. Keterangan Laporan, terdiri dari:
        i. Tanggal Praktikum
        ii. Nama Asisten Praktikum
        iii. Tanggal Disetujui Laporan
        iv. Nilai Laporan
        v. Paraf Asisten
    g. Keterangan Laboratorium, terdiri dari
        i. Nama Laboratorium
        ii. Nama Departemen
        iii. Nama Fakultas
        iv. Nama Universitas
        v. Nama Kota dan Tahun Praktikum
3. Isi Laporan menggunakan font Times New Roman dengan ukuran 12, dan spasi 1,5.
4. Sistematika Isi Laporan, terdiri dari
    a. Tujuan Percobaan
    b. Peralatan Percobaan
    c. Bahan Percobaan

    (Point a-c, dibuat sesuai yang tertera pada modul.)

    d. Prosedur Percobaan, merupakan tata cara percobaan yang dilakukan pada saat praktikum. **Isi prosedur percobaan tidak perlu sama dengan yang tertera pada modul, namun harus dapat mewakili langkah percobaan yang dilakukan.**

e. Pengolahan Data Percobaan

   Terdiri dari pengolahan kuantitatif terhadap data percobaan yang didapat. Pengolahan data percobaan harus menghasilkan nilai data yang dibutuhkan, sesuai dengan tujuan percobaan, serta yang tertera pada point perhitungan pada modul.

f. Analisa, secara umum terdiri dari :

   i. Analisa Percobaan

      Merupakan analisa yang dilakukan terhadap langkah-langkah percobaan; tujuan dilakukannya suatu langkah, serta analisa yang dilakukan bila terjadi prosedur yang berbeda dengan yang tertera pada modul.

   ii. Analisa Hasil

      Merupakan analisa yang dilakukan terhadap hasil pengolahan data kuantitatif, untuk kemudian dapat ditarik kesimpulan hasil data secara kualitatif. Analisa hasil dilakukan dengan membandingkan hasil data percobaan dengan standar yang ada.

   iii. Analisa Kesalahan

      Merupakan analisa yang dilakukan, untuk menyatakan kesalahan-kesalahan apa saja yang dilakukan, sehingga menyebabkan penyimpangan terhadap percobaan. Pada umumnya dibuat dalam point-point, yang terdiri dari :

      1. Kesalahan Alat
      2. Kesalahan Paralaks, merupakan kesalahan pembacaan yang tidak dapat dikatakan kesalahan alat ataupun praktikan
      3. Kesalahan Praktikan

g. Kesimpulan

   Merupakan kesimpulan terhadap seluruh percobaan yang dilakukan. Mencakup tujuan, hasil pengolahan data, serta analisa secara keseluruhan.

h. Referensi, yang digunakan dalam pembuatan laporan.

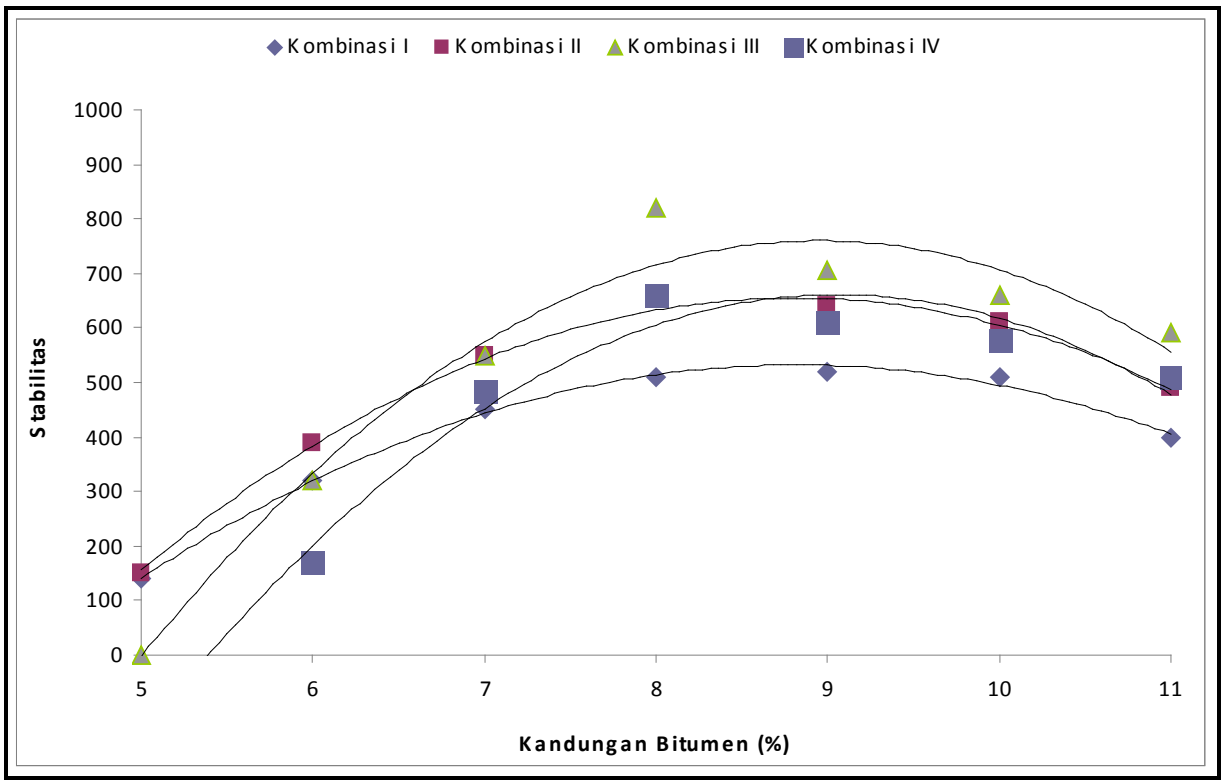
i. Lampiran (bila ada)

I.6. PENYAJIAN DATA

Data atau hasil analisis pada dasarnya dapat disajikan dalam bentuk table atau grafik. Apapun yang dipilih, setiap penyajian harus dibuat sejelas mungkin dan diberi nama/identitas, judul dan besarnya.

Khusus untuk grafik kurva harus dibuat rapi dengan mencantumkan tanda yang jelas pada setiap titik. Bila kurva tersebut lebih dari satu dalam satu system koordinat, disarankan pemberian notasi yang jelas untuk setiap kurva sehingga memudahkan pembacaan dan analisis data.

Skala sistem koordinat tergantung pada manfaat dan tuntutan analisis bentuk. Bentuk normal, semi log atau log dapat dipergunakan dengan tetap memperhatikan kerapihan. Sebagai contoh dapat dilihat grafik pada gambar 2.



Gambar 2. Contoh penggambaran grafik

J-01 PENETRASI BAHAN-BAHAN BITUMEN
(PA – 0301 – 76)
(AASHTO T – 49 – 80)
(ASTM D – 5 – 97)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, dengan beban dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu.

2. PERALATAN

a. Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum turun naik tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 milimeter.

b. Pemegang jarum seberat (47,5 ± 0,05 gram) yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk peneraan.

c. Pemberat dari (50 ± 0,05) gram dan (100 ± 0,05) gram masing-masing dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram.

d. Jarum penetrasi dibuat dari *stainless steel* mutu 440 C atau HRC 54 sampai 60 dengan bentuk dan ukuran menurut gambar 3, ujung jarum harus berbentuk kerucut terpancung.

e. Cawan contoh terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder dengan dasar yang rata. Ukuran cawan untuk pengukuran penetrasi sebagai berikut:

Penetrasi	Kapasitas	Diameter	Dalam
di bawah 200	90 ml	55 mm	35 mm
200 – 350	175 ml	70 mm	55 mm

f. Bak perendam (*waterbath*)

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian ± 0,1 °C. Bejana dilengkapi dengan pelat dasar berlubang-lubang, terletak 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana.

g. Tempat air untuk benda uji ditempatkan di bawah alat penetrasi. Tempat tersebut mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan tinggi yang cukup untuk merendam benda uji tanpa bergerak.

h. Pengukur waktu

Untuk pengukur penetrasi dengan tangan diperlukan *stopwatch* dengan skala pembagian terkecil 0,1 detik atau kurang dan kesalahan tertinggi 0,1 detik 60 per detik. Untuk pengukuran dengan alat otomatis kesalahan alat tersebut tidak boleh melebihi 0,1 detik.

i. Termometer, sesuai gambar 4.

3. BENDA UJI

Panaskan contoh perlahan-lahan dan aduklah sehingga cukup cair untuk dapat dituangkan. Pemanasan contoh untuk ter tidak boleh melebihi dari 60 °C di atas perkiraan titik lembek, dan untuk bitumen tidak boleh lebih dari 90 °C di atas perkiraan titik lembek.

Waktu pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit. Aduklah perlahan-lahan agar udara tidak masuk ke dalam contoh. Setelah contoh cair merata tuangkan ke dalam tempat contoh dan diamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. buatlah dua benda uji (duplo).

Tutuplah benda uji agar bebas dari debu dan diamkan pada suhu ruang selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil, dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar.

4. PROSEDUR

A. Untuk Benda Uji sebelum Kehilangan Berat

a. Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut ke dalam bak perendam yang telah berada pada suhu yang telah ditetapkan. Diamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar.

b. Periksalah pemegang jarum agar jarum dapat di pasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene atau pelarut lain kemudian keringkan jarum tersebut dengan lap bersih dan pasanglah jarum pada pemegang jarum.

c. Letakkan pemberat 50 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar (100 $\pm$ 0,1) gram.

d. Pindahkan tempat air dari bak perendam ke bawah alat penetrasi.

e. Turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji. Kemudian aturlah angka 0 di arloji penetrometer, sehingga jarum penunjuk berimpit dengannya.

f. Lepaslah pemegang jarum dan serentak jalankan *stopwatch* selama jangka waktu (5 ± 0,1) detik
g. Putarlah arloji penetrometer dan bacalah angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk. Bulatkan hingga angka 0,1 mm terdekat.
h. Lepaskan jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
i. Lakukan pekerjaan (a) sampai (g) di atas tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lainnya dan dari tepi dinding lebih dari 1 cm.

B. Untuk Benda Uji setelah Kehilangan Berat
a. Lakukan pemeriksaan penurunan berat minyak dan aspal sesuai dengan tata cara PA-0304-76 standar Bina Marga.
b. Lakukan langkah-langkah seperti pada pemeriksaan sebelum kehilangan berat (langkah A).

5. PERHITUNGAN

6. PELAPORAN

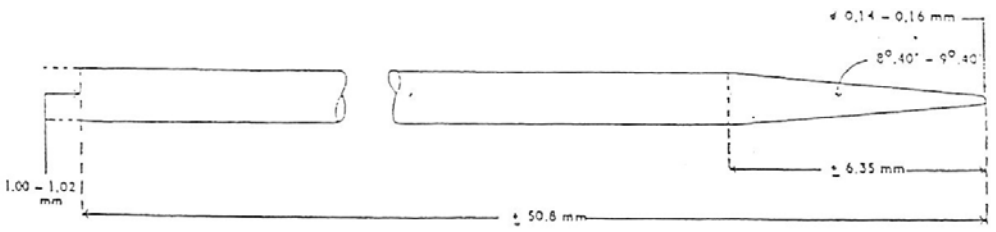
Laporkan angka penetrasi rata-rata dalam bilangan bulat sekurang-kurangnya dari 3 pembacaan dengan ketentuan bahwa hasil-hasil pembacaan tidak melampaui ketentuan di bawah ini:

HASIL PENETRASI	0 - 49	50 - 149	150 - 249	250
TOLERANSI	2	4	6	8

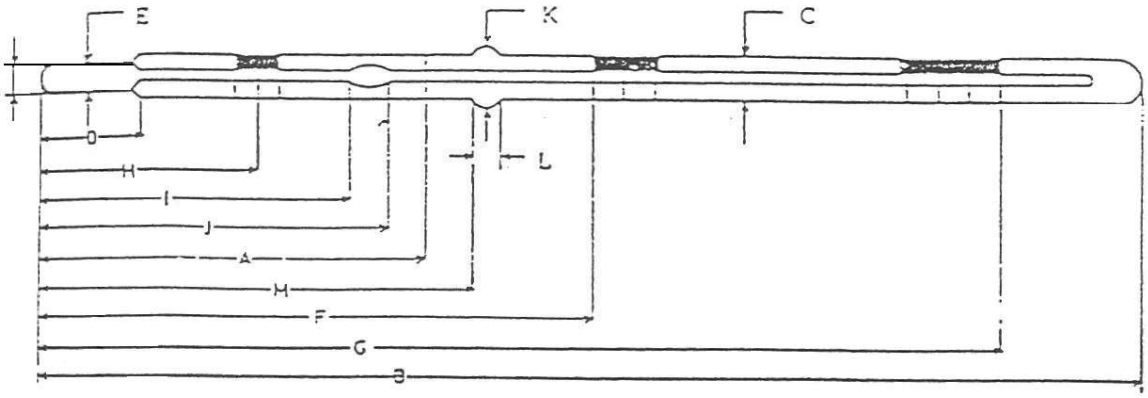
Apabila perbedaan antara masing-masing pembacaan melebihi toleransi, pemeriksaan harus diulangi.

7. CATATAN

a. Termometer untuk bak perendam harus ditera teratur dan sesuai dengan gambar 4
b. Bitumen dengan penetrasi kurang dari 150 dapat diuji dengan alat-alat dan cara pemeriksaan ini sedangkan bitumen dengan penetrasi antara 350 dan 500 perlu dilakukan uji menggunakan alat-alat lain
c. Apabila pembacaan *stopwatch* lebih dari (5 ± 0,1) detik, hasil tersebut tidak berlaku (diabaikan).



Gambar 3 : Jarum Penetrasi



Termometer ASTM No.		17 C
Daerah Pengukuran		19 °C sampai 27 °C
Pemeriksaan pada suhu		21,1 °C sampai 25 °C
Skala terkecil		0,1 °C
Skala terbesar		0,5 °C
Kesalahan karena pembacaan skala (maksimum)		0,1 °C
Panjang seluruhnya	B	275 mm
Diameter batang	C	6,0 mm sampai 7,0 mm
Diameter bagian ujung	E	tidak lebih kecil dari 5,0 mm tidak lebih besar dari diameter batang
Panjang bagian tempat cairan	D	25 mm sampai 35 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke garis skala Jarak	F	19 °C 136 sampai 151 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke garis skala Jarak	G	26,7 °C 217 sampai 236 mm
Jarak ujung tempat cairan sampai bagian teratas	J	60 mm $(m)^x$
Ruang penampung cairan		cincin gelas
Tanda		ASTM SAYVIS

Keterangan : $(m)^x$ bentuk kapilar sempit terisi air raksa pada 0°C

Gambar 4. Termometer Penetrasi

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Pengirim :
Proyek :
Lokasi :

Jenis Contoh :
Sumber Contoh :

JENIS PEMERIKSAAN

- PENETRASI PADA 25ºC, 5 detik, 100 gram
- PENETRASI SETELAH KEHILANGAN BERAT PADA 25ºC, 5 detik, 100 gram
- PENETRASI SETELAH DESTILASI PADA 25ºC, 5 DETIK, 100 gram
- PENETRASI PADA KONDISI LAINNYA :
  - TEMPERATUR :
  - WAKTU :
  - BEBAN :

PERCOBAAN I	1	2	3	4	5	Rata-rata (mm)
BENDA UJI 1						
BENDA UJI 2						

PERCOBAAN II	1	2	3	4	5	Rata-rata (mm)
BENDA UJI 1						
BENDA UJI 2						

Dikerjakan Oleh :
Tanggal :

Diperiksa/disetujui
Kepala Laboratorium,

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

J-07 BERAT JENIS BITUMEN KERAS DAN TER
(PA – 0307 – 76)
(AASHTO T – 228 – 79)
(ASTM D – 70 – 03)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dan ter dengan piknometer. Berat jenis bitumen atau ter adalah perbandingan antara berat bitumen atau ter dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

2. PERALATAN

a. Bak Perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian 0,1 °C.
b. Piknometer, sesuai gambar 13
c. Thermometer, sesuai gambar 14
d. Air suling sebanyak 1000 cm^3
e. Bejana gelas

3. BENDA UJI

Panaskan contoh bitumen keras atau ter sejumlah 50 gram sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegah pemanasan setempat.

4. PROSEDUR

a. Isilah bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam setinggi 40 mm. Kemudian rendam dan jepitlah bejana tersebut dalam bak perendam sekurang-kurangnya 100 mm aturlah suhu bak perendam pada suhu 25 °C.
b. Bersihkan, keringkan dan timbanglah piknometer dengan ketilitian 1 mg (A)
c. Angkatlah bejana dari bak perendam dan isilah piknometer dengan air suling kemudian tutuplah piknometer tanpa ditekan.
d. Letakkan piknometer kedalam bejana dan tekanlah penutup sehingga rapat, kembalikan bejana berisi piknometer kedalam bak perendam. Diamkan bejana tersebut didalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian angkatlah piknometer dan keringkan dengan lap (kain pel). Timbanglah piknometer dengan ketelitian 1 mg (B)

e. Tuanglah benda uji tersebut kedalam piknometer yang telah kering hingga terisi ¾ bagian.
f. Biarkan piknometer sampai dingin, waktu tidak kurang dari 40 menit dan timbanglah dengan penutupnya dengan ketelitian 1 mg (C)
g. Isilah piknometer yang berisi benda uji dengan air dan tutuplah tanpa di tekan, diamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.
h. Angkatlah bejana dari bak perendam dan letakkan piknometer di dalamnya dan kemudian tekanlah penutup hingga rapat.
i. Masukkan dan diamkan bejana ke dalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit. Angkat, keringkan dan timbanglah piknometer (D)

5. PERHITUNGAN

Hitunglah berat jenis dengan rumus :

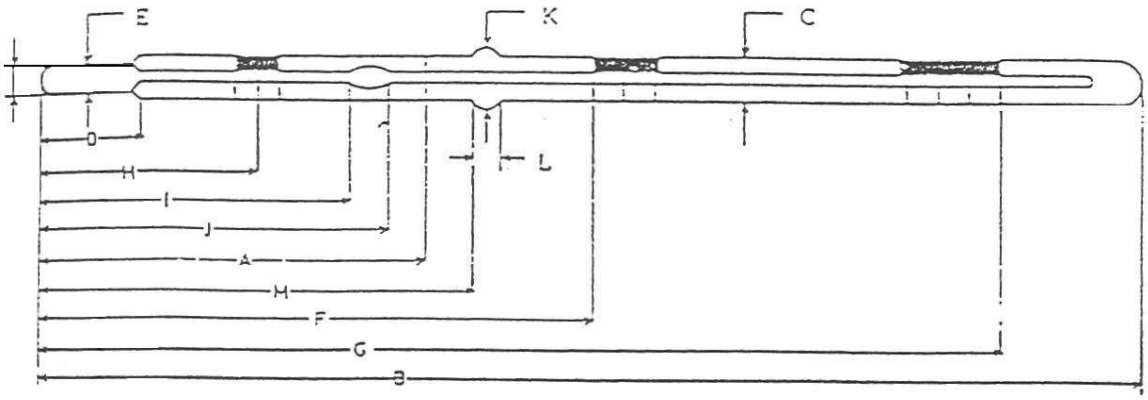
$$B.J = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$$

Dimana : A = Berat piknometer (dengan penutup) (gram)
B = Berat piknometer berisi air (gram)
C = Berat piknometer berisi aspal (gram)
D = Berat piknometer berisi aspal dan air (gram)

6. PELAPORAN

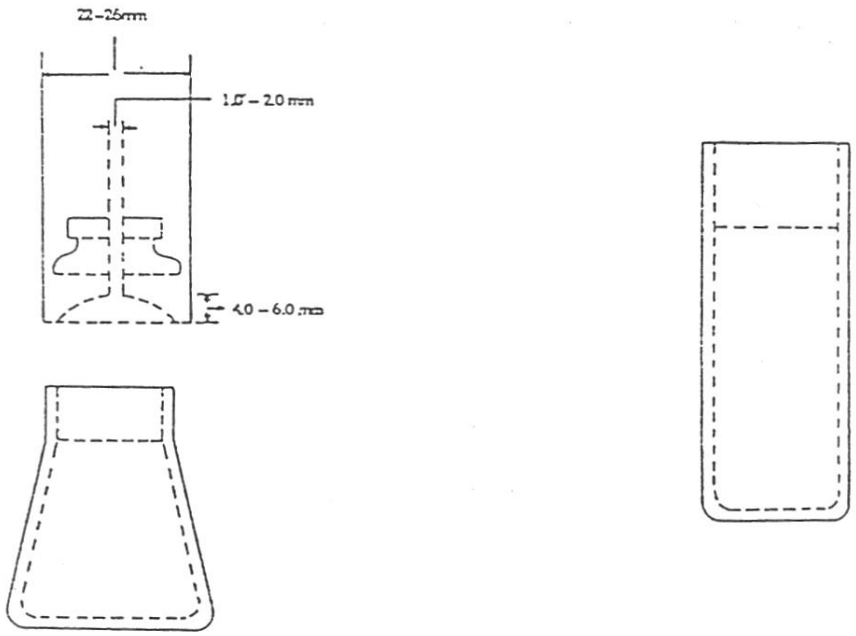
Laporkan berat jenis bitumen keras atau ter sampai tigak angka dibelakang koma.

7. CATATAN



Termometer ASTM No.		63 C	63 F
Daerah Pengukuran		-8 °C sampai 32 °C	18 °F sampai 89 °F
Skala terkecil		0,1 °C	0,2 °F
Skala terbesar		0,5 °C	1 °F
Kesalahan karena pembacaan skala (maksimum)		0,1 °C	0,2 °F
Standarisasi		Setiap 10 °C	Setiap 20 °F
Panjang seluruhnya	B	379 mm	379 mm
Diameter batang	C	7,0 mm sampai 8,0 mm	7,0 mm sampai 8,0 mm
Panjang bagian cairan	D	25 mm sampai 35 mm	25 mm sampai 35 mm
Diameter bagian ujung	E	6,0 mm sampai 7,0 mm	6,0 mm sampai 7,0 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke skala Jarak	 F	35 °C 77 sampai 98 mm	31 °F 77 sampai 98 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan sampai garis Jarak	 G	0 °C 307 sampai 330 mm	302 °F 307 sampai 330 mm
Ruang penampung cairan		cincin gelas	
Tanda		ASTM 63 C atau 63 F	

Gambar 13. Termometer Berat Jenis



Gambar 14. Piknometer

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

BERAT JENIS BITUMEN

Pengirim :
Proyek :
Lokasi :

Jenis Contoh :
Sumber Contoh :

Proses	Waktu		Suhu
	Mulai	Selesai	
Pemanasan			
Pendinginan			
Perendaman			
Pemeriksaan			

PEMERIKSAAN

BERAT PIKNOMETER	A	
BERAT PIKNOMETER + AIR	B	
BERAT PIKNOMETER + ASPAL	C	
BERAT PIKNOMETER + ASPAL + AIR	D	
BERAT JENIS BITUMEN		

Dikerjakan Oleh :
Tanggal :

Diperiksa/disetujui
Kepala Laboratorium,

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

J-02 TITIK LEMBEK ASPAL DAN TER
(PA – 0302 – 76)
(AASHTO T – 53 – 81)
(ASTM D – 36 – 95)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal dan ter yang berkisar antara 30 °C sampai 200 °C.

Yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja, dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan aspal atau ter yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal atau ter menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

2. PERALATAN

a. Termometer sesuai gambar 5.
b. Cincin kuningan, gambar 6a.
c. Bola baja, diameter 9,53 mm berat 3,45 sampai 3,55 gram.
d. Alat pengarah bola, gambar 6b.
e. Bejana gelas tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 18,5 cm dengan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm.
f. Dudukan benda uji, gambar 6c.
g. Penjepit.

3. BENDA UJI

a. Panaskan contoh perlahan-lahan sambil diaduk terus-menerus hingga cair merata dan dapat dituang. Pemanasan dan pengadukan dilakukan perlahan-lahan agar gelembung-gelembung udara tidak masuk.

   Suhu pemanasan ter tidak melebihi 56 °C diatas perkiraan titik lembeknya dan untuk aspal tidak melebihi 100 °C.

   Waktu untuk pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit di atas kompor/*hotplate* atau tidak lebih dari 2 jam di dalam oven.
b. Panaskan 2 buah cincin sampai mencapai suhu tuang dan letakkan kedua cincin di atas pelat kuningan yang telah diberi lapisan dari campuran *talc* atau sabun.
c. Tuangkan contoh ke dalam 2 buah cincin. Diamkan pada suhu sekurang-kurangnya 8 °C dibawah titik lembeknya selama minimal 30 menit.

d. Setelah dingin, ratakan permukaan contoh dalam cincin dengan pisau yang telah dipanaskan.

4. PROSEDUR

a. Pasang dan aturlah kedua benda uji diatas dudukannya dan letakkan pengarah bola diatasnya. Kemudian masukkan seluruh peralatan tersebut ke dalam bejana gelas.

   Isilah bejana dengan air suling baru, dengan suhu (5 $\pm$ 1) °C sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6 mm sampai 108 mm. Letakkan termometer yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji (kurang lebih 12,7 mm dari tiap cincin).

   Periksalah dan aturlah jarak antara permukaan pelat dasar benda uji sehingga menjadi 25,4 mm.

b. Letakkan bola-bola baja yang bersuhu 5 °C diatas dan ditengah permukaan masing-masing benda uji yang bersuhu 5 °C menggunakan penjepit dengan bantuan pengarah bola.

c. Panaskan bejana dengan kecepatan pemanasan 5 °C per menit.

   Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata-rata dari awal dan akhir pekerjaan ini.

   Untuk 3 menit berikutnya perbedaan kecepatan pemanasan per menit tidak boleh melebihi 0,5 °C.

5. PERHITUNGAN

6. PELAPORAN

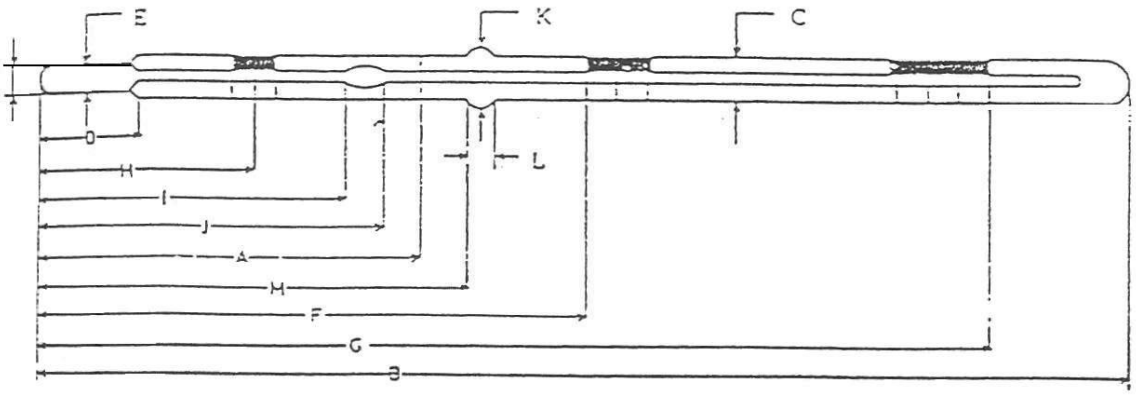
Laporkan suhu pada saat setiap bola menyentuh pelat dasar.

Laporkan suhu titik lembek bahan bersangkutan dari hasil pengamatan rata-rata dan bulatkan sampai 0,5 °C terdekat untuk tiap percobaan ganda (duplo).

7. CATATAN

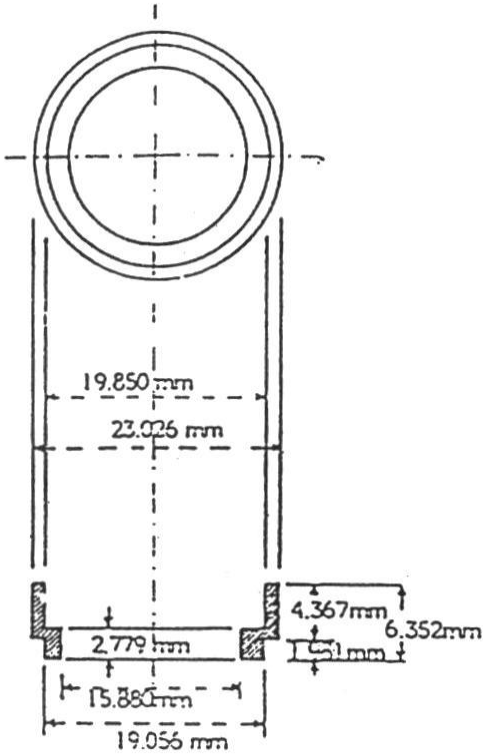
a. Apabila kecepatan pemanasan melebihi ketentuan dalam (4c). maka pekerjaan diulangi.

b. Apabila dari suatu pekerjaan duplo perbedaan suhu dalam pelaporan melebihi 1°C, maka pekerjaan diulangi.



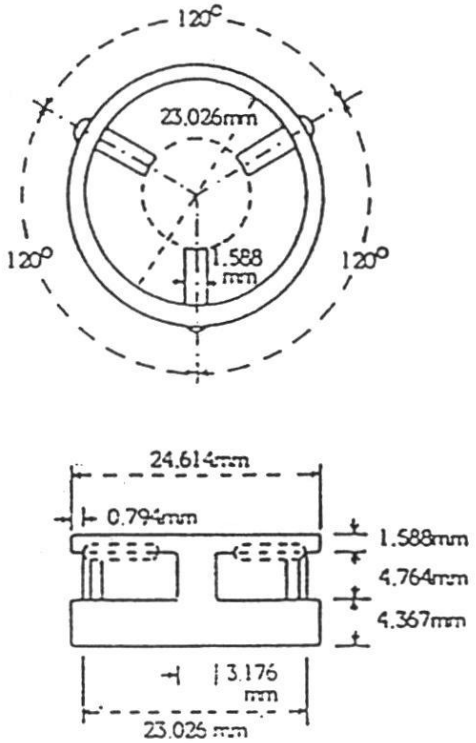
Nama		ASTM Softening Point		ASTM High Softening Point	
Termometer ASTM No		15 °C	15 °F	16 °C	16 °F
Terendam		seluruh	seluruh	seluruh	seluruh
Daerah pengukuran		2- 80 °C	30 - 180 °F	30 - 200 °C	85 - 392 °F
Skala terkecil		0,2 °C	0,5 °F	0,5 °C	1 °F
Skala terbesar		1 °C	1 °F	5 °C	10 °F
Kesalahan karena pembacaan skala (maksimum)		0,2 °C	0,4 °F	0,3 °C	0,5 °F
Standarisasi		es dan setiap 20 °C	es dan setiap 40 °F	setiap 40 °C	setiap 70 °F
Panjang seluruhnya	B	397 mm		397 mm	
Diameter batang	C	6,0 - 7,0 mm		6,0 - 7,0 mm	
Diameter bagian ujung	E	4,5 - 5,5 mm		4,5 - 5,5 mm	
Panjang bagian cairan	D	9,0 - 14 mm		9,0 - 14 mm	
Jarak ujung bawah tempat cairan ke garis	F	0 °C	32 °F	30 °C	86 °F
		75 - 90 mm		75 - 90 mm	
Derajat pada jarak	G	80 °C	176 °F	200 °C	392 °F
		333 - 354 mm		333 - 354 mm	
Ruang penampungan cairan		cincin gelas	cincin gelas	cincin gelas	cincin gelas

Gambar 5 . Termometer Titik Lembek



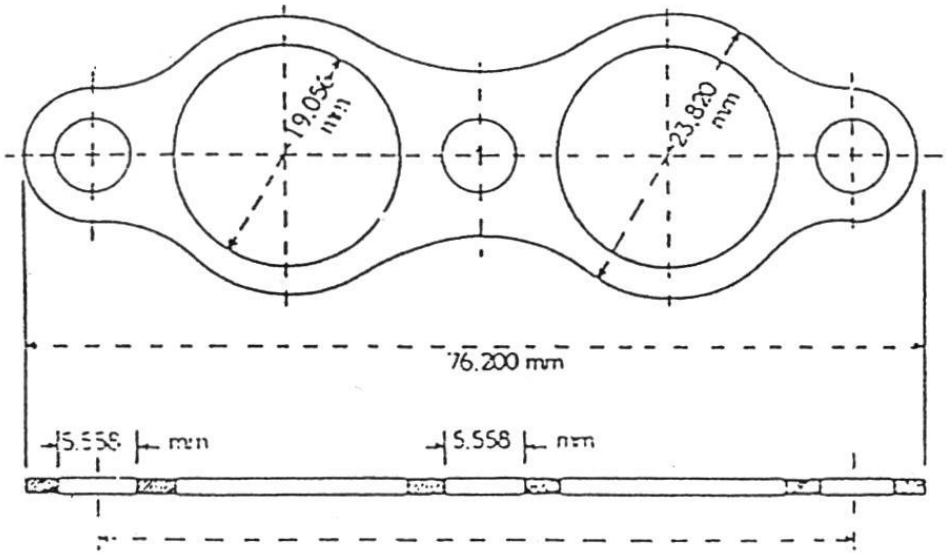
Gambar 6a.

Cincin Kuningan



Gambar 6b.

Alat Pengarah Bola



Gambar 6c.

Dudukan Benda Uji

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Pengirim :
Proyek :
Lokasi :

Jenis Contoh :
Sumber Contoh :

PEMERIKSAAN I

No	Waktu	Suhu (ºC)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

PEMERIKSAAN II

No	Waktu	Suhu (ºC)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

TEMPERATUR PADA SAAT BOLA MENYENTUH PELAT DASAR :
I. .....
II. .....
TEMPERATUR TITIK LEMBEK (RING&BALL) RATA-RATA :

Dikerjakan Oleh :
Tanggal :

Diperiksa/disetujui
Kepala Laboratorium,

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

J-03 TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR DENGAN CLEVELAND OPEN CUP

(PA – 0303 – 76)
(AASHTO T – 48 – 81)
(ASTM D – 92 – 02)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil minyak bumi kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79 °C.

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal.

2. PERALATAN

a. Termometer, sesuai gambar 7
b. *Cleveland open cup* yaitu cawan kuningan dengan bentuk dan ukuran, seperti gambar 8a.
c. Pelat Pemanas, terdiri dari logam, untuk melekatkan cawan *Cleveland*, gambar 8b dan bagian atas dilapisi seluruhnya oleh asbes setebal 0,6 cm (1/4”).
d. Sumber Pemanas, Pembakar gas atau tungku listrik, atau pembakar alcohol yang tidak menimbulkan asap atau nyala disekitar bagian atas cawan.
e. Penahan angin, alat yang menahan angin apabila digunakan nyala sebagai pemanas.
f. Nyala penguji, yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 – 4,8 mm dengan panjang tabung 7,5 cm seperti gambar 8c.

3. BENDA UJI

a. Panaskan contoh aspal antara 148,9 °Cdan 176 °C sampai cukup cair.
b. Kemudian isilah cawan *cleveland* sampai garis dan hilangkan (pecahkan) gelembung udara yang ada pada permukaan cairan.

4. PROSEDUR

a. Letakkan cawan diatas pelat pemanas dan aturlah sumber pemanas sehingga terletak di bawah titik tengah cawan.
b. Letakkan nyala penguji dengan poros jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.

c. Tempatkan termometer tegak lurus didalam benda uji dengan jarak 6,4 mm diatas dasar cawan dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala penguji. Kemudian aturlah sehingga poros thermometer terletak pada jarak 1/4 diameter cawan tepi.
d. Tempatkan penahan angin di depan nyala penguji.
e. Nyalakan sumber pemanas dan aturlah pemanasan sehingga kenaikan suhu menjadi (15 ± 1) °C per menit sampai benda uji mencapai suhu 56 °C dibawah titik nyala perkiraan.
f. Kemudian aturlah kecepatan pemanasan 5 °C per menit sampai 28 °C dibawah titik nyala perkiraan.
g. Nyalakan nyala penguji dan aturlah agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 sampai 4,8 mm.
h. Putarlah nyala penguji sehingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam waktu satu detik. Ulang pekerjaan tersebut setiap kenaikan 2 °C.
i. Lanjutkan pekerjaan (f) dan (h) sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji. Bacalah suhu pada termometer dan catat.
j. Lanjutkan pekerjaan (i) sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik diatas permukaan benda uji (aspal). Bacalah suhu pada termometer dan catat.

5. PERHITUNGAN

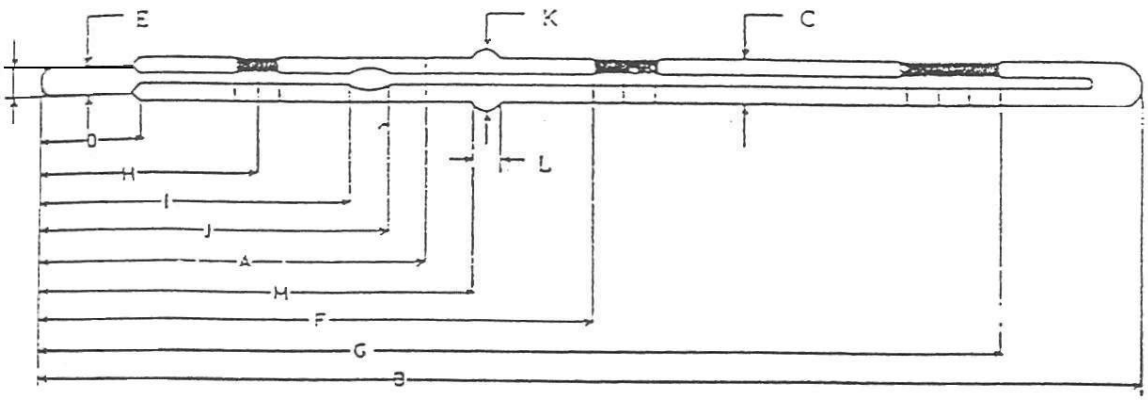
6. PELAPORAN

Laporan hasil rata-rata pemeriksaan ganda (duplo) sebagai titik nyala benda uji, dengan toleransi sebagai berikut:

Titik Nyala dan Titik Bakar	Ulangan oleh satu orang dengan satu alat	Ulangan oleh beberapa orang degan satu alat
Titik Nyala : 175 °F s/d 550 °F	5 °F (2 °C)	10 °F (5,5 °C)
Titik Bakar : lebih dari 550 °F	10 °F (5,5 °C)	15 °F (8 °C)

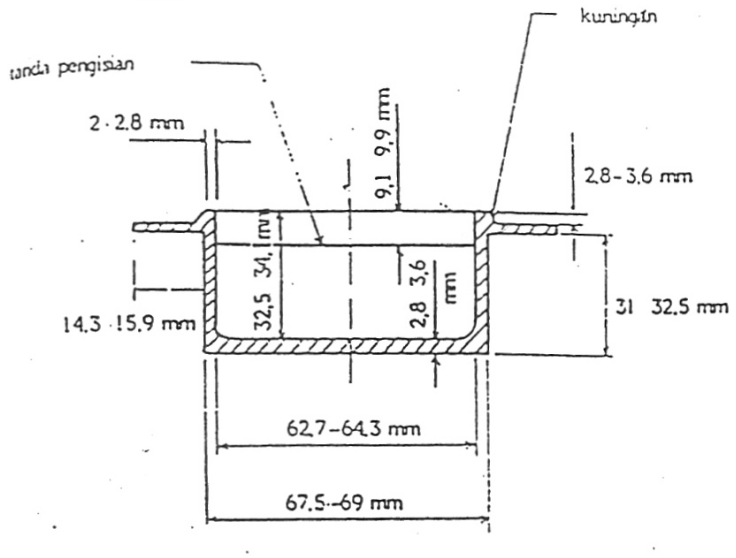
7. CATATAN

Pemeriksaan yang tidak memenuhi syarat toleransi dianggap gagal dan harus diulangi.

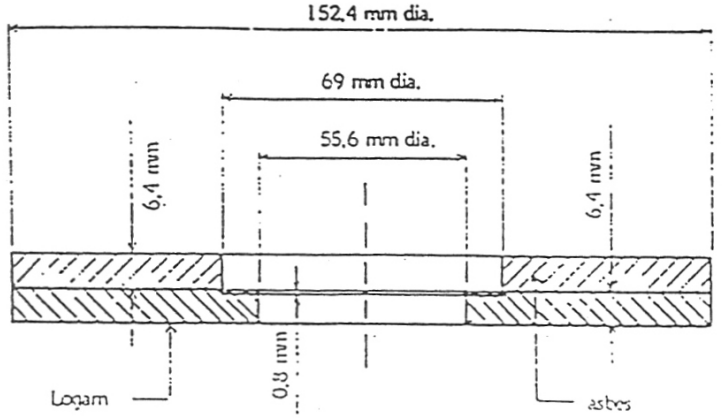


Termometer ASTM No.		11 C
Daerah Pengukuran pemeriksaan pada suhu		-6 °C sampai ± 400 °C
Skala terkecil		2 °C
Skala terbesar		10 °C
Kesalahan karena pembacaan skala (maksimum)		2 °C
Panjang seluruhnya	B	308 mm
Diameter batang	C	6,0 mm sampai 7,0 mm
Diameter bagian ujung Panjang bagian tempat cairan	E D	4,5 mm sampai 6,0 mm 7,5 mm sampai 10 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke garis skala Jarak	F	10 °C 49 sampai 58 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke garis skala Jarak	G	360 °C 237 sampai 254 mm
Ruang penampung cairan		cincin gelas
Tanda pengenal		ASTM SAYVIS

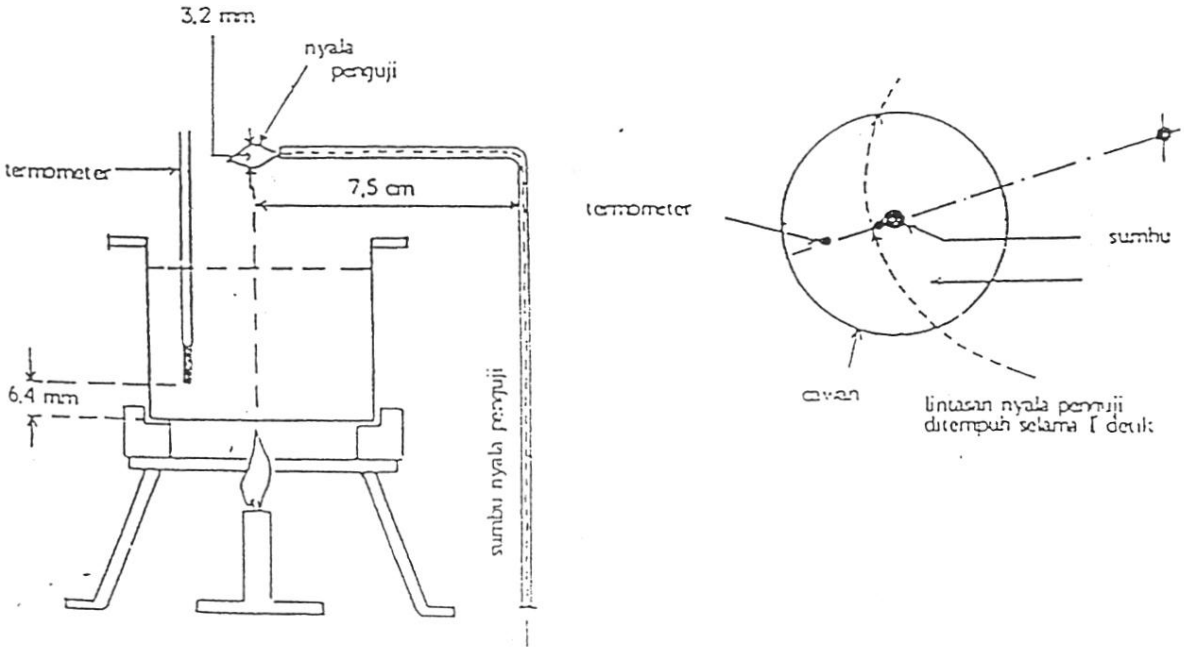
Gambar 7. Termometer Titik Nyala



Gambar 8a.
Cleveland Open Cup



Gambar 8b.
Pelat Pemanas



Gambar 8c. Nyala Penguji

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

PEMERIKSAAN TITIK NYALA & TITIK BAKAR ASPAL (CLEVELAND OPEN CUP)

Pengirim :
Proyek :
Lokasi :

Jenis Contoh :
Sumber Contoh :

No	Waktu	Suhu (ºC)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

No	Waktu	Suhu (ºC)
21.		
22.		
23.		
24.		
25.		
26.		
27.		
28.		
29.		
30.		
31.		
32.		
33.		
34.		
35.		
36.		
37.		
38.		
39.		
40.		

TEMPERATUR PADA SAAT TERLIHAT NYALA SINGKAT (TITIK NYALA) :
…….ºC

TEMPERATUR PADA SAAT TERLIHAT NYALA MIN 5 DETIK (TITIK BAKAR) :
…….ºC

Dikerjakan Oleh :
Tanggal :

Diperiksa/disetujui
Kepala Laboratorium,

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

J-06 DAKTILITAS BAHAN-BAHAN BITUMEN
(PA – 0306 – 76)
(AASHTO T – 51 – 81)
(ASTM D – 113 – 79)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

2. PERALATAN

a. Cetakan daktilitas kuningan, gambar 10.
b. Termometer sesuai gambar 11.
c. Bak perendam isi 10 liter yang dapat menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian 0,1 °C, dan benda uji dapat direndam sekurang-kurangnya 10 cm, dibawah permukaan air. Bak tersebut diperlengkapi dengan pelat dasar yang berlubang diletakkan 5 cm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
d. Mesin uji dengan ketentuan sebagai berikut:
   - Dapat menarik benda uji.
   - Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.
e. Methyl Alkohol teknik dan sodium klorida teknik (jika diperlukan)

3. BENDA UJI

a. Lapisi semua bagian dalam cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dengan campuran glycerin dan dextrin atau glycerin dan talk atau glycerin dan kaolin atau amalgam.
b. Panaskan contoh aspal kira-kira 100 gram sehingga cair dan dapat dituang. Untuk menghindarkan pemanasan setempat, lakukan dengan hati-hati. Pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80 °C sampai 100 °C (diatas titik lembek). Kemudian contoh disaring dengan saringan No. 50 dan setelah diaduk, dituangkan dalam cetakan.

c. Pada waktu mengisi, contoh dituangkan hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan.
d. Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit lalu pindahkan seluruhnya ke dalam bak peredam yang telah disiapkan pada suhu pemeriksaan (sesuai dengan spesifikasi) selama 30 menit, kemudian ratakan contoh yang berkelebihan dengan pisau atau spatula yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.

4. PROSEDUR

a. Benda uji didiamkan pada suhu 25 °C dalam bak perendam selama 85 sampai 95 menit, kemudian lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakannya.
b. Pasanglah benda uji pada alat mesin uji dan tariklah benda uji secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit, sampai benda uji putus. Perbedaan kecepatan lebih kurang 5% masih diizinkan. Bacalah jarak antara pemegang cetakan, pada saat benda uji putus (dalam cm). selama percobaan berlangsung benda selalu terendam sekurang-kurangnya 2,5 cm dari air dan suhu dipertahankan tetap (25 $\pm$ 0,5) °C

5. PERHITUNGAN

6. PELAPORAN

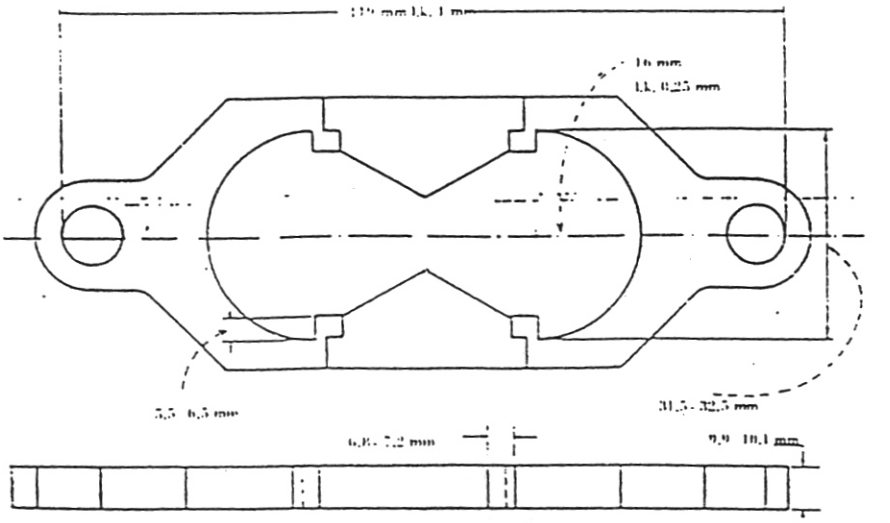
Laporkan hasil rata-rata dari tiga benda uji normal sebagai harga daktilitas contoh tersebut.

7. CATATAN

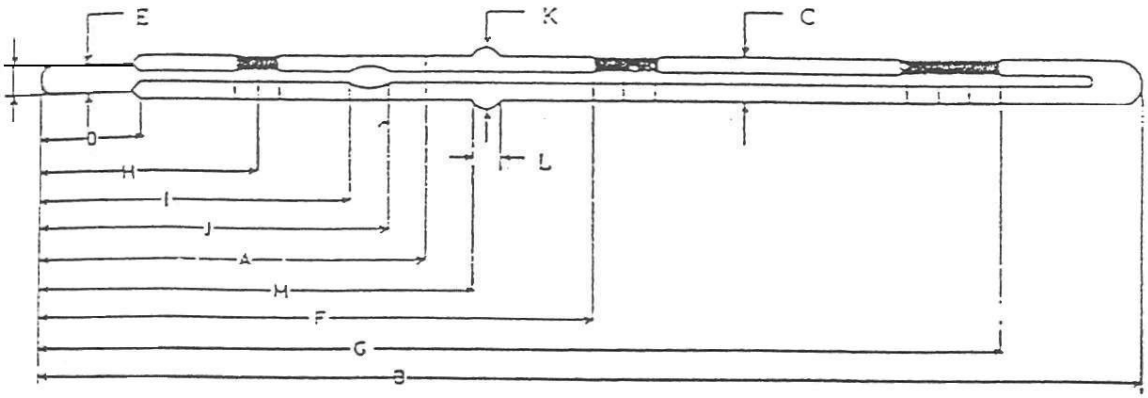
Apabila benda uji menyentuh dasar mesin uji atau terapung pada permukaan air, maka pengujian dianggap tidak normal.

Untuk menghindari hal semacam ini maka berat jenis air harus disesuaikan dengan berat jenis benda uji dengan menambah methyl alkohol atau sodium klorida.

Apabila pemeriksaan normal tidak berhasil setelah dilakukan 3 kali, maka dilaporkan bahwa pengujian daktilitas bitumen tersebut gagal.



Gambar 10. Cetakan benda uji Daktilitas



Termometer ASTM No.		63 C	63 F
Daerah Pengukuran		2 °C sampai 32 °C	25 °F sampai 85 °F
Skala terkecil		0,1 °C	0,2 °F
Skala terbesar		0,5 °C	1 °F
Kesalahan karena pembacaan skala (maksimum)		0,1 °C	0,2 °F
Panjang seluruhnya	B	37,8 - 38,4 mm	37,8 - 38,4 mm
Diameter batang	C	7,0 mm sampai 8,0 mm	7,0 mm sampai 8,0 mm
Panjang bagian cairan	D	25 mm sampai 35 mm	25 mm sampai 35 mm
Diameter bagian ujung	E	6,0 mm sampai 7,0 mm	6,0 mm sampai 7,0 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke skala Jarak	 F	-2 °C 55 sampai 71 mm	25 °F 55 sampai 71 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan sampai garis Jarak	 G	32 °C 25 sampai 53 mm	85 °F 25 sampai 53 mm
Ruang penampung cairan		cincin gelas	
Tanda		ASTM PRECISION	

Gambar 11. Termometer Daktilitas

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

DAKTILITAS BAHAN-BAHAN BITUMEN

Pengirim :
Proyek :
Lokasi :

Jenis Contoh :
Sumber Contoh :

Proses	Waktu		Suhu
	Mulai	Selesai	
Pemanasan			
Pendinginan			
Perendaman			
Pemeriksaan			

PEMERIKSAAN

No	Waktu	Jarak
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

No	Waktu	Jarak
21.		
22.		
23.		
24.		
25.		
26.		
27.		
28.		
29.		
30.		
31.		
32.		
33.		
34.		
35.		
36.		
37.		
38.		
39.		
40.		

Daktilitas Rata-rata : .....

Dikerjakan Oleh :
Tanggal :

Diperiksa/disetujui
Kepala Laboratorium,

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

III.5. PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES

A. TUJUAN PERCOBAAN

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin Los Angeles. Keausan agregat tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no.12 terhadap berat semula, dalam persen.

B. PERALATAN

1. Mesin Los Angeles; mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm [26”] panjang dalam 50 cm [20”]. Silinder tertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm [3,56”].
2. Saringan no.12 dan saringan-saringan lainnya seperti tercantum dalam Tabel 3.3.
3. Timbangan, dengan ketelitian 5 gram.
4. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm [1,84”] dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram.
5. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai [110 $\pm$ 5] °C.

C. BAHAN

1. Berat dengan gradasi benda uji sesuai Tabel 3.3.
2. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu [110 $\pm$ 5] °C sampai berat tetap.

Tabel 3.3. Berat untuk setiap gradasi benda uji

Ukuran Saringan		Berat dengan Gradasi Benda Uji [gram]						
Lewat [mm]	Tertahan [mm]	A	B	C	D	E	F	G
76,2	63,5	---	---	---	---	2500	---	---
63,5	50,8	---	---	---	---	2500	---	---
50,8	38,1	---	---	---	---	5000	5000	
38,1	25,4	1250	---	---	---	---	5000	5000
25,4	19,05	1250	---	---	---	---		5000
19,05	12,7	1250	2500	---	---	---	---	---
12,7	9,51	1250	2500	---	---	---	---	---
9,51	6,35	---	---	2500	---	---	---	---
6,35	4,75	---	---	2500	---	---	---	---
4,75	2,36	---	---	---	5000	---	---	---
Jumlah Bola		12	11	8	6	12	12	12
Berat Bola [gram]		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 25	2500 ± 15	5000 ± 25	5000 ± 25	5000 ± 25

D. PROSEDUR

1. Benda uji dan bola-bola baja dimasukkan kedalam mesin Los Angeles
2. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, 500 putaran untuk gradasi A, B, C dan D; 1000 putaran untuk gradasi E, F dan G.
3. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no.12. Butiran yang tertahan datanya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven suhu 110 ± 5 °C sampai berat tetap

E. PERHITUNGAN

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat benda uji semula [gram]

b = Berat benda uji tertahan saringan no.12 [gram]

F. LAPORAN

Keausan dilaporkan sebagai bilangan bulat dalam persen

CONTOH

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES

Grad. Pemeriksaan		……			
Ukuran Saringan		I		II	
Lewat [mm]	Tertahan [mm]	Berat Sebelum [a]	Berat Sesudah [b]	Berat Sebelum [a]	Berat Sesudah [b]
76,2	63,5	---	---	---	---
63,5	50,8	---	---	---	---
50,8	38,1	---	---	---	---
38,1	25,4	---	---	---	---
25,4	19,0	---	---	---	---
19,0	12,7	2500	---	2500	---
12,7	9,5	2500	---	2500	---
9,5	6,3	---	---	---	---
6,3	4,75	---	---	---	---
4,75	2,36	---	---	---	---
Jumlah Berat		5000	---	5000	---
Berat tertahan saringan no.12		1011,8	---	1208	---

I. a = ……. gram.
b = ……. gram.
a - b = ...……. gram.

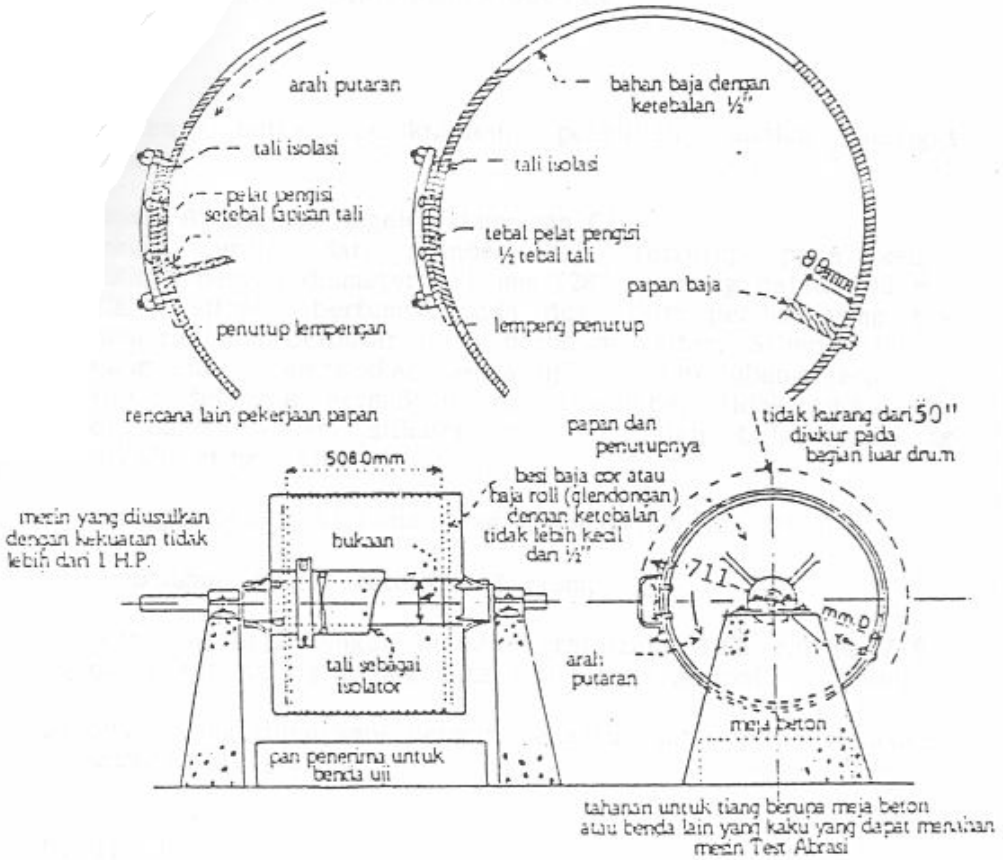
II. a = ……. gram.
b = ……. gram.
a - b = ……. gram.

Keausan I $= \frac{a-b}{a} \times 100\% =$

Keausan II $= \frac{a-b}{a} \times 100\% =$

Keausan Rata-rata $= \frac{\text{Keausan I} + \text{Keausan II}}{2} =$

G. CATATAN



Gambar 3.1. Mesin Test Abrasi Los Angeles

H. REFERENSI

American Society for Testing and Materials. "Standards Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine", No. ASTM C 131 – 03. *Annual Book of ASTM Standards,* Vol 04.02.

Badan Standarisasi Nasional. "Metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles", SNI 03-2417-1991

J-11 CAMPURAN ASPAL DENGAN ALAT MARSHALL
(PA – 0305 – 76)
(AASHTO T – 44 – 81)
(ASTM D – 1559 – 76)

1. MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelehan plastis (*flow*) dari campuran aspal.

Ketahanan (stabilitas) ialah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelehan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau pound

Kelelehan plastis ialah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam millimeter atau 0,01 inci.

2. PERALATAN

a. 9 buah cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4”) dan tinggi 7,5 cm (3”) lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
b. Alat pengeluar benda uji. Untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebagai alat ejector.
c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 pound), dan tinggi jatuh lebih bebas 45,7 cm (18”)
d. Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran kira-kira $20 \times 20 \times 45$ cm (8”x 8”x18”) yang dilapisi dengan pelat baja berukuran $30 \times 30 \times 2{,}5$ cm (12”x 12”x1”) dan kaitkan pada lantai beton dengan 4 bagian siku.
e. Silinder cetakan benda uji
f. Mesin tekan lengkap dengan
    a. Kepala penekan berbentuk lengkung (breaking head)
    b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001”)
    c. Arloji kelelehan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”) dengan perlengkapannya

g. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (200 ± 3) °C
h. Bak perendam (waterbath) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20 °C
i. Perlengkapan lain:
   a. Panci-panci untuk memanaskan agregat aspal dan campuran aspal
   b. Pengukur suhu dari logam (metal thermometer) berkapasitas 250 °C dan 100 °C dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas
   c. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2kg dengan ketelitian 0,1 gr dan timbangan berkapasitas 5kg ketelitian 1gr
   d. Kompor
   e. Sarung asbes dan karet
   f. Sendok pengaduk dan perlengkapan lain

3. BENDA UJI

a. Persiapan benda uji

Keringkan agregat, sampai beratnya tetap pada suhu (105 ± 5) °C

Pisah-pisahkan agregat dengan cara penyaringan kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki atau seperti berikut ini:

1” sampai ¾”
¾” sampai ⅜”
⅜” sampai No.4 (4,76 mm)
No.4 (4,76 mm) sampai No.8 (2,38 mm)
Lewat saringan No.8 (2,38 mm)

b. Penentuan suhu pencampuran dan pemadatan

Suhu pencampuran dan pemadatan harus ditentukan sehingga bahan pengikat yang dipakai menghasilkan viscositas seperti tabel 5

Tabel 5. Viskositas Penentu Suhu

Bahan Pengikat	Campuran			Pemadatan		
	Kinematik	Saybolt Furol	Engler	Kinematik	Saybolt Furol	Engler
	C. St	Det S. F.		C. St	Det S. F.	
Aspal Panas	170 ± 20	85 ± 10		280 ± 30	140 ± 15	
Aspal Dingin	170 ± 20	85 ± 10		280 ± 30	140 ± 15	
Tar			25 ± 3			40 ± 5

c. Persiapan campuran

Untuk tiap benda uji diperlukan campuran agregat dan aspal sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 6,25 cm ± 0,125 (2,5” ± 0,05”)

Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira ± 28 °C diatas suhu pencampur untuk aspal panas dan tar dan aduk sampai merata, untuk aspal dingin pemanasan sampai 14 °C di atas suhu pencampuran

Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran. Tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut

Kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai tabel 5 sampai agregat terlapis merata

d. Pemadatan benda uji

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara 93,3 °C dan 148,9 °C.

Letakkan selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan, kemudian masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduklah dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalam

Lepaskan lehernya dan ratakanlah permukaan campuran dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung. Waktu akan dipadatkan suhu campuran harus dalam batas-batas suhu pemadatan seperti yang disebut pada tabel 5.Letakkan cetakan diatas landasan pemadat, dalam pemegang cetakan. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75, 50 atau 35 kali sesuai kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm (18”), selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pemadat selalu tegak harus pada cetakan. Lepaskan *capping* alas dan lehernya balikkan alat cetak berisi benda uji dan pasang kembali lehernya dibalik ini tumbuklah dengan jumlah tumbukkan yang sama

Sesudah pemadatan, benda uji didiamkan sampai suhu ruang, kemudian lepaskan *capping* alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini.Dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji diatas permukaan rata yang halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

4. PROSEDUR

a. Bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel
b. Berilah tanda pengenal pada masing-masing benda uji
c. Ukur tebal benda uji dengan ketelitian 0,1 mm
d. Timbang benda uji
e. Rendam kira-kira 24 jam pada suhu ruang
f. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi
g. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh
h. Rendamlah benda uji dalam kondisi aspal panas atau ter dalam bak perndam selama 30 sampai 40 menit atau dipanaskan didalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap (60 ± 1) °C untuk benda uji aspal panas dan (38 ± 1) °C untuk benda uji tar.

   Untuk benda uji aspal dingin masukkan benda uji ke dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap (25 ± 1) °C.

   Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test heads*). Lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara 21 sampa 38 °C. keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven pemanas udara dan letakkan kedalam segmen bawah kepala penekan. Pasang segmen atas diatas benda uji, dan letakkan keeluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji kelelhan (*flowmeter*) pada kedudukannya di atas sa;ah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Tekan selubung tangkai arloji kelelehan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlansung.
i. Sebelum pembebanan diberikan, kepaa penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga enyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.

   Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurut seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum yang dicapai

Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelehan yang ditunjukkan oleh jarum arloji.

Waktu yang diperlukan dan saat diangkatnya benda uji dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

5. PERHITUNGAN

6. PELAPORAN

- Kadar aspal dilaporkan dalam bilangan desimal tiga angka dibelakang koma
- Berat isi dilaporkan dalam ton/m^3 dua angka dibelakang koma
- Persen rongga terhadap batuan dilaporkan dalam bilangan bulat
- Persen rongga terhadap campuran dilaporkan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma
- Persen rongga terisi aspal dilaporkan dalam bilangan bulat
- Stabilitas dilaporkan dalam bilangan bulat
- Untuk benda uji yang diperiksa, laporan harus dapat meliputi keterangan berikut:
    a) Tinggi benda uji percobaan
    b) Beban maksimum dalam pound, bila perlu dikoreksi
    c) Nilai kelelahan, dalam perseratus inci
    d) Suhu pencampuran
    e) Suhu pemadatan
    f) Suhu percobaan

7. CATATAN

Untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 2,5 inci, koreksilah bebannya dengan mempergunakan factor perkalian yang bersangkutan dari tabel 6. Umumnya benda uji harus didinginkan seperti yang ditentukan diatas. Bila diperlukan pendinginan yang lebih cepat dapat dipergunakan kipas angin meja. Campuran-campuran yang daya kohesinya kurang sehingga pada waktu dikeluarkan dari cetakan segera sesudah pemadatan tidak dapat menghasilkan bentuk silinder yang diperlukan bias didinginkan bersama-sama cetakannya di udara, sampai terjadi cukup kohesi untuk menghasilkan bentuk silinder yang semestinya.

Tabel 6. Faktor Koreksi Stabilitas

Isi benda uji	Tebal benda uji		Angka Korelasi
(cm)	(in)	(mm)	
200 - 213	1	25,4	5,56
214 - 225	$1\frac{1}{16}$	27,0	5,00
226 - 237	$1\frac{1}{8}$	28,6	4,55
238 - 250	$1\frac{3}{16}$	30,2	4,17
251 - 264	$1\frac{1}{4}$	31,8	3,85
265 - 276	$1\frac{5}{16}$	33,3	3,57
277 - 289	$1\frac{3}{8}$	34,9	3,33
290 - 301	$1\frac{7}{16}$	36,5	3,03
302 - 316	$1\frac{1}{2}$	38,1	2,78
317 - 328	$1\frac{9}{16}$	39,7	2,50
329 - 340	$1\frac{5}{8}$	41,3	2,27
341 - 353	$1\frac{11}{16}$	42,9	2,08
354 - 367	$1\frac{3}{4}$	44,4	1,92
368 - 379	$1\frac{13}{16}$	46,0	1,79
380 - 392	$1\frac{7}{8}$	47,6	1,67
393 - 405	$1\frac{15}{16}$	49,2	1,56
406 - 420	2	50,8	1,47
421 - 431	$2\frac{1}{16}$	52,4	1,39
432 - 443	$2\frac{1}{8}$	54,0	1,32
444 - 456	$2\frac{3}{16}$	55,6	1,25
457 - 470	$2\frac{1}{4}$	57,2	1,19
471 - 482	$2\frac{5}{16}$	58,7	1,14
483 - 495	$2\frac{3}{8}$	60,3	1,09
496 - 508	$2\frac{7}{16}$	61,9	1,04
509 - 522	$2\frac{1}{2}$	63,5	1,00
523 - 535	$2\frac{9}{16}$	64,0	0,96
536 - 546	$2\frac{5}{8}$	65,1	0,93
547 - 559	$2\frac{11}{16}$	66,7	0,89
560 - 573	$2\frac{3}{4}$	68,3	0,86
574 - 585	$2\frac{13}{16}$	71,4	0,83
586 - 598	$2\frac{7}{8}$	73,0	0,81
599 - 610	$2\frac{15}{16}$	74,6	0,78
611 - 625	3	76,2	0,76

a. Stabilitas benda uji yang diukur dikalikan angka perbandingan tebal sama dengan stabilitas setelah koreksi untuk benda uji tebal 63,5 mm

b. Hubungan isi/tebal, didasarkan pada benda uji yang berdiameter 101,6 mm

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

ANALISA CAMPURAN AGREGAT (BLENDING)

Pengirim :
Proyek :
Lokasi :

Jenis Contoh :
Sumber Contoh :

Saringan No.	Agregat Kasar		Agregat Medium		Agregat Halus		Total	Spesifikasi
	100%	... %	100%	... %	100%	... %		

Dikerjakan Oleh :
Tanggal :

Diperiksa/disetujui
Kepala Laboratorium,

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL
Departemen Teknik Sipil - Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424, Indonesia Telp. (021) 787 4878 - 727 0029 (Ext.110/111) - 727 0028 (Fax)

Tanggal Pemeriksaan :
Spesifikasi :
Mix design dari :
Untuk proyek :
Jenis pekerjaan :
Diperiksa Oleh :

PERCOBAAN MARSHALL TEST

No.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s

KETERANGAN

a = % aspal terhadap campuran
b = tinggi benda uji
c = berat (gram)
d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
e = berat dalam air (gram)
f = isi (ml) = d-e
g = berat isi benda uji = c/f

suhu pencampuran :
suhu pemadatan :
suhu percobaan :

h = berat jenis teoritis

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

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

$$j = \frac{(100 - a) \times g}{\text{BJ. agregat}}$$

berat jenis aspal :
berat jenis agregat :

k = jumlah kandungan rongga (%) = 100 - i - j
l = prosen rongga terhadap agregat = 100 - j
m = prosen rongga terisi aspal = 100x i/l
n = prosen rongga terhadap campuran = 100-(100 j
o = pembacaan arloji stabilitas
p = stabilitas = o x kalibrasi alat
q = stabilitas = p x korelasi tinggi
r = kelelehan (mm)
s = stabilitas/kelelehan = q/r (kg/mm)

LAMPIRAN

HUBUNGAN ANTARA SPECIFIC GRAVITY BITUMEN DENGAN GRADE BITUMEN

Grade of bitumen	Typical Specific Gravity at 25°C
Penetration Grades	
300	1,010 - 1,020
200	1,015 - 1,025
100	1,020 - 1,030
70	1,020 - 1,030
50	1,025 - 1,035
40 HD	1,025 - 1,035
35	1,025 - 1,035
25	1,030 - 1,040
Oxidised Grades	
75/30	1,015 - 1,030
85/25	1,020 - 1,035
85/40	1,010 - 1,025
95/25	1,015 - 1,030
105/35	1,000 - 1,015
115/15	1,020 - 1,035
Hard Grades	
H 80/90	1,045 - 1,055
H 110/120	1,055 - 1,065
Cutback Grades	
50 sec	0,992 - 1,002
100 sec	0,995 - 1,005
200 sec	0,997 - 1,007

FAKTOR-FAKTOR KONVERSI SATUAN

—CONVERSION FACTORS—LENGTH MEASUREMENTS

Units	Inches	Feet	Yards	Rods	Miles	Meters
1 Inch	1	0.08333	0.027778	0.005051	0.0000157828	0.0254
1 Foot	12	1	0.3333	0.060606	0.00018939	0.304801
1 Yard	36	3	1	0.181818	0.000568182	0.914402
1 Rod (Surveyor's Measure)	198	16.5	5.5	1	0.003125	5.029216
1 Mile (U.S. Statute)	63360	5280	1760	320	1	1609.347
1 Meter	39.37	3.280833	1.093611	0.198838	0.00062137	1
1 Link	7.92	0.66	0.22	0.04	0.000125	0.201168
1 Chain (Surveyor's)	792	66	22	4	0.0125	20.117
1 Station	1200	100	33.33	6.060606	0.0189394	30.4801
1 Furlong	7920	660	220	40	0.125	201.168
1 Mile (Int. Nautical)	72913	6076.103	2025.366	368.248	1.15078	1852
1 Millimeter	0.03937	0.003281	0.001094	0.000199	—	0.001
1 Centimeter	0.3937	0.032808	0.010936	0.001988	—	0.01
1 Kilometer	—	3280.833	1093.611	198.836	0.621370	1000

—CONVERSION FACTORS—WEIGHT MEASUREMENTS

Units	Ounces	Pounds	Tons (Short)	Tons (Long)	Kilograms	Tons (Metric)
1 Ounce	1	0.0625	—	—	0.028349	—
1 Pound	16	1	0.0005	0.0004464	0.4535924	0.00045359
1 Ton (Short)	32000	2000	1	0.892857	907.18486	0.907185
1 Ton (Long)	35840	2240	1.12	1	1016.047	1.016047
1 Kilogram	35.27396	2.204622	0.0011023	0.0009842	1	0.001
1 Ton (Metric)	35273.96	2204.62	1.10231	0.98421	1000	1
1 Hundredweight (Short)	1600	100	0.05	0.044643	45.3592	0.045359
1 Hundredweight (Long)	1792	112	0.056	0.05	50.8023	0.050802
1 Grain	0.0022857	—	—	—	—	—
1 Gram	0.0352739	0.002204	—	—	0.001	—
1 Milligram	—	—	—	—	0.000001	—

—CONVERSION FACTORS—AREA MEASUREMENTS

Units	Square Inches	Square Feet	Square Yards	Square Rods	Acres	Square Miles	Square Meters
1 Square Inch	1	0.006944	0.0007716	—	—	—	0.00064516
1 Square Foot	144	1	0.11111	0.0036731	—	—	0.09290341
1 Square Yard	1296	9	1	0.033058	0.0002066	—	0.8361307
1 Square Rod	39204	272.25	30.25	1	0.00625	—	25.29295
1 Acre	—	43560	4840	160.	1	0.0015625	4046.873
1 Square Mile	—	—	3097600	102400	640	1	2589998
1 Square Meter	1550	10.76387	1.195985	0.0395367	0.0002471	—	1
1 Square Link	62.7264	0.4356	0.0484	0.0016	0.00001	—	0.040468
1 Square Chain	627264	4356	484	16	0.1	—	404.689
1 Square	14400	100	11.1111	0.367309	0.0022956	—	9.29034
1 Section	—	—	3097600	102400	640	1	2589998
1 Square Centimeter	0.1549997	0.0010764	0.0001196	—	—	—	0.0001
1 Hectare	—	107638.7	11959.85	395.367	2.471044	0.003861	10000
1 Square Kilometer	—	—	1195985	39536.7	247.1044	0.3861006	1000000

—CONVERSION FACTORS—VOLUME MEASUREMENTS

Units	Cubic Inches	Cubic Feet	Cubic Yards	Pints (Liquid)	Quarts (Liquid)	Gallons (U.S.)	Liters (1000 cc)
1 Cubic Inch.....	1	0.000579	0.0000214	0.034632	0.017316	0.004329	0.016387
1 Cubic Foot.....	1728	1	0.037037	59.844	29.922	7.4805	28.31625
1 Cubic Yard.....	46656	27	1	1615.8	807.9	201.975	764.54
1 Pint (Liquid).....	28.875	0.016710	0.000619	1	0.5	0.125	0.473168
1 Quart (Liquid).....	57.75	0.033420	0.001238	2	1	0.25	0.946333
1 Gallon (U.S.).....	231	0.1336805	0.004951	8	4	1	3.78533
1 Liter (1000 cc).....	61.025	0.035316	0.001308	2.11336	1.056682	0.264178	1
1 Gill.....	7.21876	0.004177	0.000155	0.25	0.125	0.03125	0.118292
1 Pint (Dry).....	33.6003	0.019445	0.000720	1.163647	0.581823	0.145456	0.550599
1 Quart (Dry).....	67.200625	0.038889	0.001440	2.32730	1.163646	0.290912	1.10120
1 Quart (Imperial)....	69.35503	0.040135	0.001486	2.4019	1.200953	0.300238	1.13650
1 Gallon (Imperial)...	277.4201	0.16054	0.0059457	9.60762	4.80381	1.20095	4.54609
1 Peck.....	537.605	0.311114	0.011523	18.61835	9.309177	2.327294	8.809586
1 Bushel (US).....	2150.42	1.2444	0.046089	74.47341	37.23670	9.3092	35.238329
1 Board Foot.....	144	0.08333	0.003086	4.987012	2.493506	0.623376	2.3597
1 Cord.....	221184	128	4.74074	7660.051	3830.025	957.506	3624.48
1 Petroleum Barrel....	9701.975	5.614569	0.207947	336	168	42	158.9839
1 Barrel (U.S. Liquid)..	7276.370	4.21086	0.15596	252	126	31.5	119.237895
1 Cubic Meter.....	61023.38	35.314445	1.307943	2113.4	1056.7	264.178	1000
1 Cubic Centimeter...	0.061024	0.0000353	—	0.002113	0.001057	0.0002642	0.001

—MISCELLANEOUS CONVERSION FACTORS

Multiply	By	To Obtain
Pounds per foot	1.48816	Kilograms per meter
Pounds per square foot	4.88241	Kilograms per square meter
Pounds per square inch	0.07031	Kilograms per square cm.
Pounds per square inch	0.0007031	Kilograms per square mm.
Pounds per cubic foot	16.0184	Kilograms per cubic meter
Radians	57.29578	Degrees, angular
Horsepower	550	Ft-lbs per second
Horsepower	2544	B.T.U.'s per hour
Horsepower	745.5	Watts
B.T.U.	251.98	Calories, gram
B.T.U.	777.98	Ft-lbs
Feet per second	0.68182	Miles per hour
Miles per hour	88	Feet per minute
Miles per hour	1.46667	Feet per second
Pounds	444822	Dynes
Kilograms	980665	Dynes
Atmosphere	1.0333	Kilograms per square cm.
Atmosphere	14.697	Pounds per square inch
Atmosphere	29.921	Inches of mercury (0°C. at sea level)
Atmosphere	0.76	Meters of mercury (0°C. at sea level)
Atmosphere	33.9	Feet of water (4°C. at sea level)
Pounds of water per minute	0.016021	Cubic feet per minute
Cubic feet per minute	0.12468	Gallons per second
Fathoms	6	Feet
Degrees per foot	0.00057261	Radians per centimeter
Centimeters of mercury (at 20°C.)	5.34	Inches of water (at 20°C.)

—DENSITY AND VISCOSITY OF WATER AT VARIOUS TEMPERATURES

Temperature		Density gm/ml	Density in lbs/cu ft	Viscosity in Centipoises
°C	°F			
−10	+14	0.99815	62.3128	2.60
−5	23	0.99930	62.3846	2.13
0	32	0.99987	62.4201	1.7921
+4	39.20	1.00000	62.4283	1.5674
5	41	0.99999	62.4276	1.5188
10	50	0.99973	62.4114	1.3077
15	59	0.99913	62.3739	1.1404
20	68	0.99823	62.3178	1.0050
20.2	68.36	0.99819	62.3153	1.0000
25	77	0.99707	62.2453	0.8937
30	86	0.99567	62.1579	0.8007
35	95	0.99406	62.0574	0.7225
40	104	0.99224	61.9438	0.6560
45	113	0.99025	61.8196	0.5988
50	122	0.98807	61.6835	0.5494
55	131	0.98573	61.5374	0.5064
60	140	0.98324	61.3820	0.4688
65	149	0.98059	61.2165	0.4355
70	158	0.97781	61.0430	0.4061
75	167	0.97489	60.8607	0.3799
80	176	0.97183	60.6697	0.3565
85	185	0.96865	60.4711	0.3355
90	194	0.96534	60.2643	0.3165
95	203	0.96192	60.0510	0.2994
100	212	0.95838	59.8300	0.2838

Alat Uji Daktilitas

Alat Penetrasi Aspal

Water Bath

Timbangan

Alat Titik Lembek Aspal

Alat Pemadat/Compacting Machine

Alat Marshall

Alat Titik Lembek Aspal

Cetakan Benda Uji Aspal

Benda Uji Aspal

Kompor Listrik

Alat Kelarutan Bitumen