BUKU PETUNJUK TEKNIS

PENGUJIAN KARAKTERISTIK ASPAL KERAS

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya dengan terselesaikannya buku ”Petunjuk Teknis Pengujian Karakteristik Aspal Keras” yang tersusun dengan lancar.

Buku petunjuk teknis ini disusun untuk memberikan informasi dan sebagai panduan kepada pengguna Laboratorium Jalan Raya Prodi Teknik Sipil FT-UNS yaitu mahasiswa praktikan tentang cara pengujian karakteristik aspal keras.

Penyusun menyadari bahwa petunjuk teknis ini masih belum lengkap dan terbatas pada beberapa pengujian karakteristik aspal keras tertentu saja, hal ini disebabkan karena keterbatasan alat pengujian yang berada di Laboratorium Jalan Raya FT-UNS. Untuk itu kedepannya penyusun berharap akan ada penambahan item pengujian karakteristik aspal keras pada petunjuk teknis ini.

Masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penyusun harapkan untuk lebih menyempurnakan petunjuk teknis ini. Selanjutnya penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu dalam penyelesaian petunjuk teknis ini.

Penyusun berharap semoga petunjuk teknis ini membawa manfaat bagi para penggunanya.

Surakarta,

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

KATA PENGANTAR ..... **iii**

DAFTAR ISI ..... **iv**

DAFTAR TABEL ..... **v**

DAFTAR GAMBAR ..... **vi**

I. PENDAHULUAN **1**

II. KETENTUAN ASPAL KERAS **2**

III. PENGUJIAN KARAKTERISTIK ASPAL KERAS **3**

3.1. Pengujian Penetrasi Aspal Keras 3

3.2. Pengujian Daktilitas Aspal Keras 10

3.3. Pengujian Berat Jenis Aspal Keras 12

3.4. Pengujian Titik Lembek Aspal Keras 15

3.5. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Keras 21

IV. PENUTUP **25**

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketentuan-ketentuan untuk aspal keras 2

Tabel 3.1 Kondisi lain untuk pengujian khusus 4

Tabel 3.2 Toleransi perbedaan nilai penetrasi yang tertinggi dengan yang terendah 6

Tabel 3.3 Daftar toleransi suhu pengujian titik nyala dan titik bakar 22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Penetrometer MG-500 6

Gambar 2 Cawan contoh 7

Gambar 3 Jarum penetrasi 7

Gambar 4 Bak perendam 8

Gambar 5 Termometer 100^0 C 8

Gambar 6 *Transfer dish* 9

Gambar 7 *Stopwatch* 9

Gambar 8 Mesin uji daktilitas Marui MIA-452 11

Gambar 9 Cetakan daktilitas kuningan beserta sambungannya 12

Gambar 10 Piknometer 14

Gambar 11 Digital balance AND 15

Gambar 12 Cincin *stainless steel* 17

Gambar 13 Bola baja 18

Gambar 14 Alat pengarah bola 18

Gambar 15 Bejana gelas 19

Gambar 16 Dudukan benda uji 19

Gambar 17 Pelat *stainless steel* 20

Gambar 18. Kompor listrik dengan pengatur suhu OSK 3367 20

Gambar 19 Cawan cleveland 23

Gambar 20 Termometer 360^0 C 23

Gambar 21. Kompor listrik dengan pengatur suhu OSK 1931(COC-E) 24

I. PENDAHULUAN

Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik UNS merupakan laboratorium yang berada di bawah Program Studi Teknik Sipil FT-UNS. Dalam kegiatannya untuk mendukung perkuliahan yang dilaksanakan di Program Studi Teknik Sipil FT-UNS, Laboratorium Jalan Raya melaksanakan salah satu unsur kegiatan pendidikan, yaitu kegiatan praktikum mahasiswa, baik praktikum mahasiswa D3 Teknik Sipil Transportasi maupun praktikum mahasiswa S1 Teknik Sipil FT-UNS.

Laboratorium Jalan Raya melayani dua kegiatan praktikum untuk mahasiswa D3 Teknik Sipil Transportasi, yang dibagi ke dalam dua semester, praktikum Bahan Perkerasan Jalan I yang dilaksanakan pada semester ganjil dan praktikum Bahan Perkerasan Jalan II yang dilaksanakan pada semester genap. Sedangkan untuk kegiatan praktikum mahasiswa S1 Teknik Sipil, Laboratorium Jalan Raya melayani praktikum Perkerasan Jalan Raya yang dilaksanakan pada semester genap tahun akademik berjalan.

Kegiatan praktikum mahasiswa D3 Teknik Sipil Transportasi maupun S1 Teknik Sipil yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya senantiasa tidak terlepas dari kegiatan pengujian material bahan jalan, yang mana salah satu kegiatan pengujian bahan jalan yang dilakukan yaitu pengujian karakteristik aspal keras.

Mengingat pentingnya pengujian karakteristik aspal keras bagi praktikan di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil FT-UNS maka perlu disusun petunjuk teknis sebagai panduan para praktikan dalam melaksanakan pengujian karakteristik aspal keras.

II. KETENTUAN ASPAL KERAS

Aspal merupakan salah satu jenis bahan pengikat campuran beraspal untuk perkerasan jalan. Kebutuhan aspal di Indonesia mencapai 1,2 juta ton per tahun (*Sumber: http://finance.detik.com/industri/d-3014500/ri-punya-cadangan-aspal-660-juta-ton-tapi-tiap-tahun-masih-impor*). Aspal minyak adalah jenis aspal buatan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi. Jenis-jenis aspal minyak hasil penyulingan ini yaitu aspal keras, aspal cair dan aspal emulsi.

Aspal keras yang menjadi bagian dari jenis aspal minyak secara visual berbentuk padat, berwarna hitam dan mempunyai daya lekat. Perilaku aspal keras yaitu pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu serta akan kembali membeku jika temperatur turun.

Jenis aspal keras yang dipakai untuk bahan praktikum di Laboratorium Jalan Raya FT-UNS adalah jenis aspal keras Pen 60/70. Jenis pengujian karakteristik aspal keras serta persyaratan untuk aspal keras Pen 60/70 ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Ketentuan-ketentuan untuk aspal keras

No	Jenis Pengujian	Persyaratan
1.	Penetrasi, 25^0 C (0,1 mm)	60-70
2.	Titik Lembek, ^{0}C	≥ 48
3.	Titik Nyala, ^{0}C	≥ 232
4.	Daktilitas 25^0 C, cm	≥ 100
5.	Berat Jenis	≥ 1,0

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (revisi 3)

Jenis-jenis pengujian karakteristik aspal keras tersebut di atas selanjutnya akan dijabarkan lebih lanjut dalam buku petunjuk teknis ini.

III. PENGUJIAN KARAKTERISTIK ASPAL KERAS

3.1. Pengujian Penetrasi Aspal Keras

A. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai penetrasi aspal keras dengan nilai penetrasi di bawah 200.

B. Peralatan

1. Penetrometer MG-500, alat ini dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm.
2. Pemegang jarum seberat 47,5 gram yang dapat dilepas dari penetrometer.
3. Pemberat dari kuningan seberat 50 gram dan 100 gram yang dapat dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram.
4. Jarum penetrasi dari stainless steel dengan ujung jarum berbentuk kerucut terpancung dengan diameter 1 mm, panjang 4,1 cm dan berat berat 2,5 gram.
5. Cawan contoh yang terbuat dari alumunium berbentuk silinder dengan dasar ruang rata, ukuran diameter 5,5 cm dan tinggi bagian dalam 3,5 mm.
6. Bak perendam.
7. *Transfer dish* yang terbuat dari kaca tebal 4 mm, berbentuk silinder dengan dasar rata, ukuran tinggi 6,5 mm dan diameter 10 cm.
8. *Stop watch* digital
9. Termometer100^0 C.
10. Kompor gas 2 tungku, ceret dan pengaduk.

C. Persiapan benda uji

1. Panaskan aspal keras sebanyak ±200 gram di dalam ceret, aduk untuk menghindari pemanasan setempat yang berlebih. Panaskan pada suhu 130^0 C dengan lama pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit. Aduk agar homogen dan jangan sampai ada gelembung udara pada contoh uji aspal keras.

2. Tuangkan contoh aspal keras tersebut ke dalam dua buah cawan alumunium (duplo) sampai tinggi 2,5 cm.
3. Dinginkan benda uji pada suhu ruang dan tutup benda uji dalam cawan tersebut agar bebas dari debu.
4. Siapkan bak perendam sesuai dengan suhu pengujian yang diinginkan. Cek suhu dengan termometer.
5. Letakkan benda uji dalam *transfer dish* kemudian rendam dalam bak perendam selama 1 sampai 1,5 jam sebelum pengujian penetrasi

D. Kondisi pengujian

Untuk kondisi pengujian yang tidak ditentukan maka temperatur, berat total beban dan lama pengujian yaitu 25^0 C, 100 gram dan 5 detik. Kondisi lain dapat digunakan untuk pengujian khusus, antara lain seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1. Kondisi lain untuk pengujian khusus

Temperatur (^{0}C)	Berat total (gram)	Waktu (detik)
0	200	60
4	200	60
45	50	5
46,1	50	5

Sumber: RSNI 06-2456-1991

E. Cara pengujian

1. Cek suhu ruang pengujian ±25^0 C.
2. Cek kerataan penetrometer dengan *waterpass.*
3. Periksa pemegang jarum agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene kemudian keringkan jarum tersebut dengan lap bersih dan pasang jarum pada pemegang jarum.
4. Letakkan pemberat kuningan 50 gram pada tempatnya, untuk memperoleh beban sebesar 100 gram.

5. Letakkan cawan alumunium yang berisi benda uji ke dalam *transfer dish*, rendam cawan alumunium dengan air dari bak perendam.
6. Pindahkan benda uji ke bawah penetrometer.
7. Atur angka 0 di arloji penetrometer.
8. Turunkan jarum penetrasi dengan menggunakan penggerak kasar sehingga berjarak ±0,5 cm di atas permukaan benda uji.
9. Turunkan jarum penetrasi dengan menggunakan penggerak halus perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji.
10. Lepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan *stopwatch* selama jangka waktu (5 ± 0,1) detik.
11. Putar arloji penetrometer dan baca angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk. Bulatkan hingga angka 0,1 mm terdekat.
12. Lepaskan jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
13. Lakukan paling sedikit 5 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lain dan dari tepi dinding lebih dari 1 cm.

F. Pelaporan

Laporkan nilai penetrasi rata-rata yang nilainya tidak berbeda lebih dari persyaratan pada Tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3.2. Toleransi perbedaan nilai penetrasi yang tertinggi dengan yang terendah

Penetrasi	0-49	50-149	150-249	250-500
Maksimum perbedaan nilai penetrasi antara yang tertinggi dengan yang terendah	2	4	12	20

Sumber: RSNI 06-2456-1991

Gambar 1. Penetrometer MG-500

Gambar 2. Cawan contoh

Gambar 3. Jarum penetrasi

Gambar 4. Bak perendam

Gambar 5. Termometer 100^0 C

Gambar 6. *Transfer dish*

Gambar 7. *Stopwatch*

3.2. Pengujian Daktilitas Aspal Keras

A. Maksud

Maksud pengujian daktilitas aspal keras adalah mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

B. Peralatan

1. Termometer 100^0 C
2. Cetakan daktilitas kuningan beserta sambungan cetakan
3. Bak perendam
4. Mesin uji daktilitas Marui MIA-452 dengan kecepatan tarik 5 cm per menit
5. Bahan gliserin dan talk

C. Persiapan benda uji

1. Lapisi semua bagian sisi luar cetakan daktilitas dan seluruh bagian sambungan cetakan daktilitas serta bagian atas pelat dasar dengan dengan campuran gliserin dan talk.
2. Panaskan aspal keras sebanyak ±200 gram di dalam ceret, aduk untuk menghindari pemanasan setempat yang berlebih. Panaskan pada suhu 130^0 C. Aduk agar homogen dan jangan sampai ada gelembung udara pada contoh uji aspal keras.
3. Tuangkan contoh aspal keras tersebut ke dalam dua buah cetakan daktilitas kuningan dari ujung ke ujung hingga penuh berlebih.
4. Dinginkan benda uji pada suhu ruang.
5. Setelah dingin kemudian ratakan bagian atas contoh uji dengan spatula panas hingga cetakan penuh dan rata.

D. Cara pengujian

1. Cek suhu ruang pengujian ±25^0 C.
2. Diamkan benda uji dalam bak perendam selama ±90 menit.

3. Kondisikan berat jenis air pada mesin uji daktilitas dengan berat jenis benda uji sehingga benda uji melayang, untuk meningkatkan berat jenis air pada mesin uji daktilitas yaitu dengan cara menambahan NaCl.
4. Lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sambungan cetakannya kemudian pasang benda uji pada mesin uji daktilitas
5. Hidupkan mesin uji daktilitas, catat panjang pada saat benda uji putus.
6. Matikan mesin uji daktilitas bila sampai ≥150 cm benda uji belum putus.

E. Pelaporan

Laporkan hasil rata-rata 2 benda uji di atas sebagai nilai daktilitas contoh tersebut.

Gambar 8. Mesin uji daktilitas Marui MIA-452

Gambar 9. Cetakan daktilitas kuningan beserta sambungannya

3.3. Pengujian Berat Jenis Aspal Keras

A. Maksud

Maksud dari pengujian ini yaitu untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan piknometer.

B. Peralatan

1. Termometer 100^0 C
2. Digital balance AND kapasitas 210 gram dengan ketelitian 0,001
3. Bak perendam
4. Piknometer 30 ml
5. Bejana gelas 1000 ml
6. Bahan air suling sebanyak 1000 ml

C. Cara pengujian

1. Cek suhu ruang pengujian ±25^0 C.
2. Isi bejana dengan air suling dan perkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian rendam dan jepit bejana tersebut dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm. Atur suhu bak perendam pada suhu 25^0 C.
3. Bersihkan, keringkan dan timbang piknometer (A).
4. Angkat bejana dari bak perendam dan isi piknometer dengan air suling kemudian tutup piknometer tanpa ditekan.
5. Letakkan piknometer kedalam bejana dan tekan penutup sehingga rapat, kembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Diamkan bejana tersebut di dalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian angkat piknometer dan keringkan dengan lap kemudian timbang piknometer (B).
6. Panaskan contoh aspal keras sejumlah ±100 gram, sampai menjadi cair dan aduk untuk mencegah pemanasan setempat, pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 150^0 C.
7. Tuangkan benda uji tersebut ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi ¾ bagian.
8. Biarkan piknometer sampai dingin dan timbang dengan penutupnya (C).
9. Isi piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan tutup tanpa ditekan, diamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.
10. Angkat bejana dari bak perendam dan letakkan piknometer di dalamnya dan kemudian tekan penutup hingga rapat. Masukkan dan diamkan bejana kedalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit. Angkat, keringkan dan timbang piknometer (D).

D. Perhitungan

Hitung berat jenis aspal keras dengan rumus:

$$\delta = \frac{(C - A)}{(B - A) - (B - C)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Keterangan:

δ	=	Berat jenis aspal keras
A	=	Berat piknometer (dengan penutup)
B	=	Berat piknometer berisi air
C	=	Berat piknometer berisi aspal
D	=	Berat piknometer berisi aspal dan air

E. Pelaporan

Laporkan nilai hasil perhitungan berat jenis aspal keras sampai tiga angka di belakang koma.

Gambar 10. Piknometer

Gambar 11. Digital balance AND

3.4. Pengujian Titik Lembek Aspal Keras

A. Maksud

Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan titik lembek aspal keras yang berkisar antara 30° C sampai 200° C.

B. Peralatan

1. Termometer 100^0 C
2. Kompor listrik dengan pengatur suhu OSK 3367
3. Cincin *stainless steel*
4. Bola baja diameter 9,53 berat 3,55 gram
5. Alat pengarah bola
6. Bejana gelas tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 9,5 cm dengan tinggi 15 cm.
7. Dudukan benda uji

8. Pelat *stainless steel*
9. Spatula
10. Penjepit
11. Bahan air suling 500 ml, gliserin dan talk

C. Persiapan benda uji

1. Panaskan contoh aspal keras sejumlah ±200 gram perlahan-lahan sambil diaduk terus menerus hingga cair merata dan usahakan pemanasan dan pengadukan dilakukan perlahan-lahan agar gelembung-gelembung udara tidak masuk.
2. Setelah cair merata contoh aspal keras tuangkan ke dalam dua buah cincin. Panaskan pada suhu 135^0 C. Waktu untuk pemanasan aspal jangan melebihi 2 jam.
3. Panaskan dua buah cincin sampai mencapai suhu tuang contoh, kemudian letakkan di atas pelat yang telah diberi lapisan dari campuran gliserin dan talk.
4. Tuangkan contoh aspal keras ke dalam dua buah cincin. Diamkan pada suhu ruang sekurang-kurangnya selama 30 menit.
5. Setelah dingin, ratakan permukaan contoh dalam cincin dengan spatula yang telah dipanaskan.

D. Cara pengujian

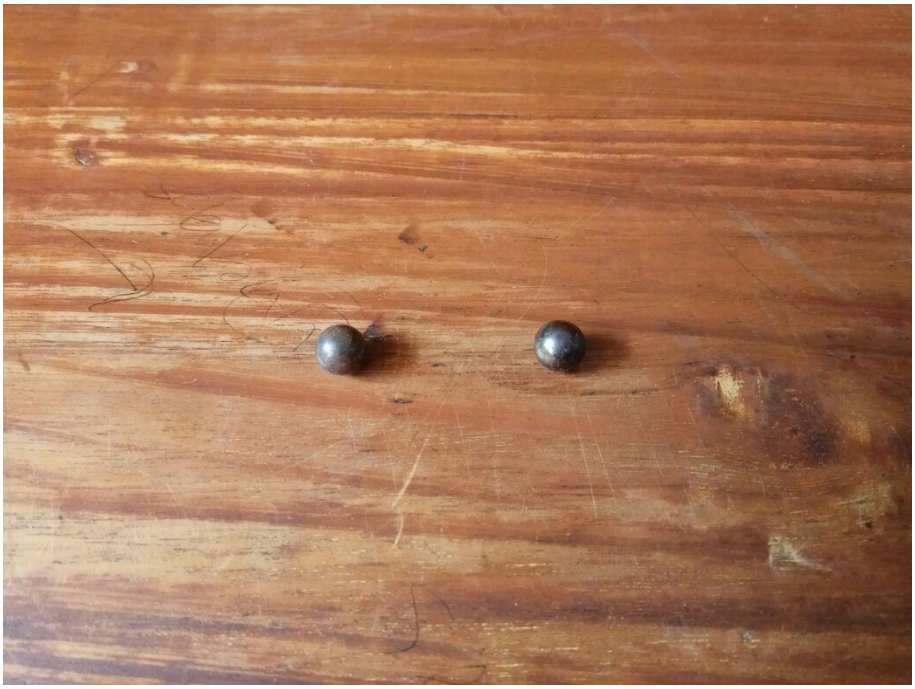
1. Cek dudukan benda uji sehingga jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji menjadi 25,4 mm.
2. Letakkan bejana gelas di atas kompor listrik. Pasang kedua benda uji dan atur di atas dudukannya serta letakkan pengarah bola diatasnya. Kemudian masukkan seluruh peralatan tersebut ke dalam bejana gelas.
3. Isi bejana dengan air suling baru dengan suhu $(5 \pm 1)^0$ C sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6 mm sampai 108 mm. Letakkan termometer di antara kedua benda uji.

4. Letakkan bola-bola baja yang bersuhu 5^0 C di atas dan ditengah permukaan masing-masing benda uji yang bersuhu 5^0 C menggunakan penjepit.
5. Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5^0 C per menit. Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata-rata dari awal dan akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh melebihi $0{,}5^0$ C. Catat suhu pada saat bola menyentuh pelat dasar (titik lembek aspal keras).

E. Pelaporan

Laporkan hasil rata-rata 2 benda uji di atas sebagai nilai titik lembek contoh tersebut.

Gambar 12. Cincin *stainless steel*



Gambar 13. Bola baja

Gambar 14. Alat pengarah bola

Gambar 15. Bejana gelas

Gambar 16. Dudukan benda uji

Gambar 17. Pelat *stainless steel*

Gambar 18. Kompor listrik dengan pengatur suhu OSK 3367

3.5. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Keras

A. Maksud

Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan titik nyala dan titik bakar aspal keras.

B. Peralatan

1. Termometer 360^0 C
2. Cawan cleveland
3. Kompor listrik dengan pengatur suhu OSK 1931(COC-E)
4. Penahan angin, yaitu alat yang menahan angin apabila digunakan nyala sebagai pemanas
5. Nyala penguji

C. Persiapan benda uji

1. Panaskan contoh aspal keras sebanyak ±200 gram pada suhu antara 150^0 C dan 176^0 C sampai cukup cair.
2. Isi cawan cleveland sampai garis dan hilangkan gelembung udara yang ada dipermukaan cairan.

D. Cara pengujian

1. Letakkan cawan cleveland di atas kompor.
2. Letakkan nyala penguji dengan poros pada jarak ±7,5 cm dari titik tengah cawan.
3. Tempatkan termometer tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak ±6,4 mm di atas dasar cawan dan letakkan pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala penguji, kemudian atur sehingga poros termometer terletak pada jarak ±¼ diameter cawan dari tepi.
4. Tempatkan penahan angin di depan nyala penguji.

5. Nyalakan sumber pemanas dan atur pemanasan sehingga kenaikkan suhu menjadi (15 ± 1)^0 C per menit sampai benda uji mencapai suhu 56^0 C di bawah titik nyala perkiraan.
6. Atur kecepatan pemanasan 5^0 C sampai 6^0 C per menit pada suhu antara 56^0 C dan 28^0 C di bawah titik nyala perkiraan.
7. Pasang regulator gas nyala penguji dan nyalakan nyala penguji serta atur agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 sampai 4,8 mm.
8. Putar nyala penguji pada porosnya sehingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam waktu satu detik. Ulangi pekerjaan ini setiap kenaikan 2^0 C.
9. Lanjutkan pekerjaan point 6 dan 8 sampai nyala singkat terlihat dari suatu titik di atas permukaan benda uji. Baca dan catat suhu pada termometer (titik nyala aspal keras).
10. Lanjutkan pekerjaan pada point 9 sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik di atas permukaan benda uji. Baca dan catat suhu pada termometer (titik bakar aspal keras).

Tabel 3.3. Daftar toleransi suhu pengujian titik nyala dan titik bakar

Titik nyala dan titik bakar	Ulangan oleh satu orang dengan satu alat	Ulangan oleh beberapa orang dengan satu alat
Titik nyala 175^0 C sampai 550^0 F	8^0 C (15^0 F)	17^0 C (30^0 F)
Titik bakar lebih dari 175^0 C sampai 550^0 F	8^0 C (15^0 F)	14^0 C (25^0 F)

Sumber: SNI 06-2433-1991

E. Pelaporan

Laporkan hasil rata-rata pengujian ganda (duplo) sebagai titik nyala benda uji, dengan toleransi pada Tabel 3.3 tersebut di atas.

Gambar 19. Cawan cleveland

Gambar 20. Termometer 360^0 C

Gambar 21. Kompor listrik dengan pengatur suhu OSK 1931(COC-E)

IV. PENUTUP

Penggunaan petunjuk teknis pengujian aspal keras pada kegiatan praktikum mahasiswa dapat digunakan sebagai panduan mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum Penggunaan petunjuk teknis pengujian aspal keras diharapkan juga akan meningkatkan tata kelola Laboratorium Jalan Raya FT-UNS dengan pemanfaatan waktu yang lebih efisien pada pelaksanaan kegiatan praktikum mahasiswa.. Untuk selanjutnya maka disarankan agar mahasiswa praktikan sebagai pengguna laboratorium senantiasa memanfaatkan petunjuk teknis pengujian aspal keras ini sebagai panduan dalam pelaksanaan praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball)*. Badan Litbang DPU. Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metoda pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen*. Badan Litbang DPU. Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode pengujian berat jenis aspal padat.* Pusjatan Balitbang PU. Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode pengujian daktilitas bahan-bahan aspal*. Pusjatan Balitbang PU. Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode pengujian titik nyala dan titik bakar dengan cleveland open cup.* Pusjatan Balitbang PU. Bandung.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (revisi 3).* Dirjen Bina Marga Kemen PU. Jakarta.

Sutianto, Febi Dwi. *RI Punya Cadangan Aspal 660 Juta Ton, Tapi Tiap Tahun Masih Impor*. 5 Desember 2017. *http://finance.detik.com/industri/d-3014500/ri-punya-cadangan-aspal-660-juta-ton-tapi-tiap-tahun-masih-impor*