

**ANALISIS HASIL NILAI VISKOSITAS DENGAN METODE
PENCAMPURAN KEROSIN PADA ASPAL MURNI PENETRASI
60/70 DENGAN MENGGUNAKAN SAYBOLT FUROL**

SKRIPSI

Oleh :
TAUFIK HIDAYAT
NIM. 17640012



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**ANALISIS HASIL NILAI VISKOSITAS DENGAN METODE
PENCAMPURAN KEROSIN PADA ASPAL MURNI PENETRASI
60/70 DENGAN MENGGUNAKAN SAYBOLT FUROL**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
TAUFIK HIDAYAT
NIM. 17640012**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS HASIL NILAI VISKOSITAS DENGAN METODE
PENCAMPURAN KEROSIN PADA ASPAL MURNI PENETRASI
60/70 DENGAN MENGGUNAKAN SAYBOLT FUROL

SKRIPSI

Oleh :
Taufik Hidayat
NIM. 17640012

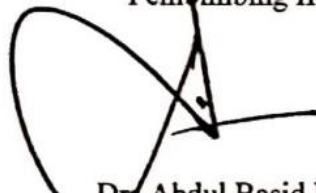
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 29 Oktober 2021

Pembimbing I,



Farid Samsu Hananto S.Si, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II,



Drs. Abdul Basid M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

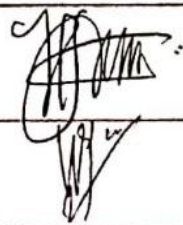
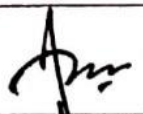
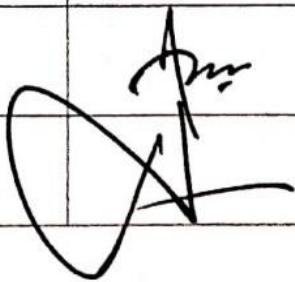
HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS HASIL NILAI VISKOSITAS DENGAN METODE
PENCAMPURAN KEROSIN PADA ASPAL MURNI PENETRASI
60/70 DENGAN MENGGUNAKAN SAYBOLT FUROL

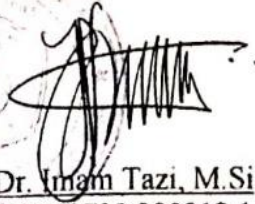
SKRIPSI

Oleh:
Taufik Hidayat
NIM. 17640012

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 14 Desember 2021

Ketua Penguji	:	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota 1	:	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Anggota 2	:	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota 3	:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Taufik Hidayat
NIM : 17640012
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Judul Penelitian : Analisis Hasil Nilai Viskositas Dengan Metode
Pencampuran Kerosin Pada Aspal Murni Penetrasi
60/70 Dengan Menggunakan Saybolt Furol

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 29 Oktober 2021

Veri; Membuat Pernyataan



Taufik Hidayat
NIM. 17640012

MOTTO

“Start now. Start where you are. Start with fear. Start with pain. Start with doubt. Start with hand shaking. Start with voice trembling; but start. Start and don’t stop. Start where you are, with what you have. Just start”

“Buatlah diri kamu menjadi versi terbaik dari dirimu sendiri”
(penulis)

“Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil. Tapi berusahalah untuk menjadi manusia yang berguna.”

(Albert Einstein)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur Alhamdulillah

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- 1. Bunda Afridayeni, Papa Syafrul, Ibu Yasmi Fenti dan Ayah Junaidi untuk kasih, sayang, dan motivasi, serta doa yang tiada henti. Sehingga saya dapat menjalani dan melewati segala rintangan yang ada dalam kehidupan.*
- 2. Abang dan Adik-adik saya yang saya banggakan, Bang Hamzah Satria, Adik Aldi Kurniawan, dan Adik Nadila Indah Sari yang selalu mendukung dan mendoakanku.*
- 3. Para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukkan melalui keluasan ilmu pengetahuan. Semoga dapat bermanfaat di dunia dan di akhirat.*
- 4. Bapak Fuad Mahmudi, ST yang telah memberikan kesempatan yang luar biasa untuk saya dalam mengikuti penelitian beliau, serta arahan dan masukkan melalui keluasan ilmu pengetahuan. Semoga dapat bermanfaat di dunia dan di akhirat.*
- 5. Jeman-teman seperjuangan di program studi S1 Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2017 yang selalu memberikan motivasi.*
- 6. Dewirza Husni Utami, yang telah memberikan support, dan perhatiannya yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi saya.*
- 7. Jeman satu kos, Asnan Khomis AR, S.Pd yang telah banyak memberi motivasi dalam penyelesaian skripsi saya.*

Saya ucapkan terima kasih atas segalanya kepada Allah SWT yang telah mempertemukan saya dengan orang-orang yang luar biasa. Semoga Allah SWT melancarkan seluruh usaha kita semua. Amin.

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia menuju zaman zakiyyah, yakni Addinul Islam Wal Iman sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Hasil Nilai Viskositas Dengan Metode Pencampuran Kerosin Pada Aspal Murni Penetrasi 60/70 Dengan Menggunakan Saybolt Furol”. Skripsi ini ditulis dalam rangka menyelesaikan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Farid Samsu Hananto S.Si M.T selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, pengarahan, motivasi dan meluangkan waktu

- untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi dengan baik.
5. Drs. Abdul Basid M.Si selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, pengarahan, motivasi dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi dengan baik.
 6. Ir. Fitriani Amran, MM., selaku Kepala UPTD yang telah membantu saya dalam proses perizinan pelaksanaan penelitian tugas akhir di Kantor UPTD Laboratorium bahan konstruksi Sumatera Barat.
 7. Azmu Devinus, ST, MT., selaku Kepala Seksi Mutu Konstruksi / Manajer Teknik Mutu Konstruksi sebagai pembimbing yang telah banyak membantu dalam proses pembelajaran dan pelaksanaan penelitian tugas akhir.
 8. Segenap staf dan pegawai Kantor UPTD Laboratorium Bahan Konstruksi Sumbar yang telah membantu melancarkan dan memberikan pelayanan yang baik selama pelaksanaan penelitian.
 9. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
 10. Bapak, Ibu, serta keluarga di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan, baik riil maupun materiil selama proses penelitian.
 11. Teman-teman angkatan 2017 yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
 12. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 29 Oktober 2021

Penulis



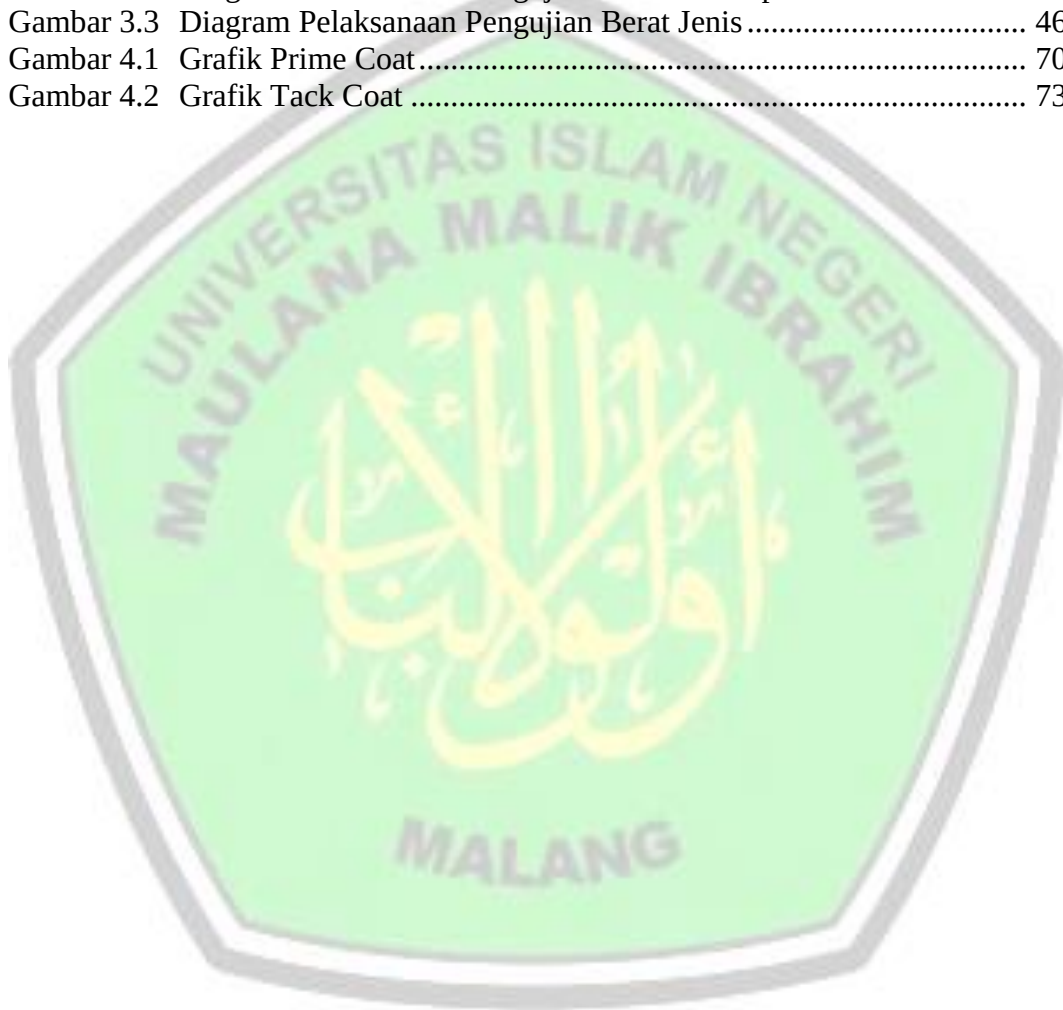
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Umum Viskositas.....	8
2.1.1 Viskositas (Kekentalan)	8
2.1.1.1 Viskositas Dinamik	11
2.1.1.2 Viskositas Kinematik	12
2.1.2 Karakteristik Fluida.....	12
2.1.2.1 Karakteristik Aspal.....	13
2.1.2.2 Karakteristik Kerosin (Minyak Tanah)	15
2.2 Penetrasi Aspal.....	16
2.2.1 Penetrometer.....	18
2.3 Berat Jenis.....	19
2.3.1 Penentuan Berat Jenis dengan Piknometer.....	20
2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Berat Jenis.....	21
2.4 Aspal	22
2.4.1 Jenis Aspal.....	22
2.4.2 Sifat Kimia Aspal	24
2.4.3 Sifat Fisik Aspal	25
2.5 Sifat Aspal Terhadap Temperatur	26
2.6 Kerosin	27
2.6.1 Sifat Fisik Kerosin.....	28
2.6.2 Kandungan Kerosin.....	28
2.6.3 Standar Mutu Minyak Tanah.....	29
2.7 Viskositas Aspal.....	30
2.7.1 Saybolt Furol	32
2.8 <i>Prime Coat</i>	33
2.9 <i>Tack Coat</i>	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.2 Jenis Penelitian.....	37

3.3 Studi Literatur	38
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.4.1 Alat dan Bahan Pengujian Penetrasi Aspal	38
3.4.2 Alat dan Bahan Pengujian Berat Jenis	40
3.4.3 Alat dan Bahan Pengujian Viskositas	41
3.5 Diagram Alir Penelitian	44
3.5.1 Diagram Pelaksanaan Pengujian Penetrasi Aspal	45
3.5.2 Diagram Pelaksanaan Pengujian Berat Jenis	46
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	46
3.6.1 Prosedur Pengujian Penetrasi Aspal.....	46
3.6.2 Prosedur Pengujian Berat Jenis	48
3.6.3 Prosedur Pengujian Viskositas	49
3.7 Metode Pengambilan Data	50
3.8 Pengolahan Data	52
3.8.1 Penentuan Persentase Komposisi Campuran <i>Prime Coat</i> dan <i>Tack Coat</i> dalam Berat.....	52
3.8.2 Penentuan Berat Jenis Gabungan	52
3.8.3 Penentuan Persentase Komposisi Campuran Dalam Volume (Liter)	53
3.9 Metode Analisis Data.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Hasil Pembahasan	55
4.1.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Penetrasi Aspal.....	57
4.1.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Berat Jenis Aspal.....	61
4.1.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Berat Jenis Kerosin	63
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Viskositas Aspal	64
4.2.1 Hasil dan Pembahasan <i>Prime Coat</i>	69
4.2.2 Hasil dan Pembahasan <i>Tack Coat</i>	71
4.2.3 Kalkulasi Campuran <i>Prime Coat</i>	74
4.2.4 Kalkulasi Campuran <i>Tack Coat</i>	77
4.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Kesalahan Dalam Pengujian Viskositas.....	79
4.3 Integrasi Al-Qur'an	81
BAB V PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	84
LAMPIRAN	
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Viskositas	9
Gambar 2.2	Tingkat Kekentalan (Viskositas)	9
Gambar 2.3	Hukum Stokes.....	11
Gambar 2.4	Fluida Aspal	15
Gambar 2.5	Penetrometer	18
Gambar 2.6	Piknometer	20
Gambar 2.7	<i>Saybolt Furol</i>	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 3.2	Diagram Pelaksanaan Pengujian Penetrasi Aspal.....	45
Gambar 3.3	Diagram Pelaksanaan Pengujian Berat Jenis	46
Gambar 4.1	Grafik Prime Coat	70
Gambar 4.2	Grafik Tack Coat	73



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Kerosin atau Minyak Tanah	16
Tabel 2.2	Klasifikasi Aspal Keras.....	19
Tabel 2.3	Persyaratan Aspal.....	24
Tabel 2.4	Standar dan Mutu Bahan Bakar Minyak Tanah.....	30
Tabel 3.1	Format Pengambilan Hasil Pengujian Penetrasi Aspal.....	51
Tabel 3.2	Format Pengambilan Hasil Pengujian Berat Jenis	51
Tabel 3.3	Format Pengambilan Hasil Pengujian Viskositas Aspal.....	51
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Penetrasi Aspal	57
Tabel 4.2	Standar Deviasi Sampel 1	59
Tabel 4.3	Standar Deviasi Sampel 2	60
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal	62
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Berat Jenis Kerosin.....	63
Tabel 4.6	Konsentrasi 20 pph.....	64
Tabel 4.7	Konsentrasi 30 pph.....	65
Tabel 4.8	Konsentrasi 40 pph.....	65
Tabel 4.9	Konsentrasi 50 pph.....	66
Tabel 4.10	Konsentrasi 60 pph.....	67
Tabel 4.11	Konsentrasi 70 pph.....	67
Tabel 4.12	Konsentrasi 80 pph.....	68
Tabel 4.13	Konsentrasi 90 pph.....	69
Tabel 4.14	Data Rekap Prime Coat.....	70
Tabel 4.15	Data Rekap Tack Coat	72
Tabel 4.16	Kalkulasi Campuran Prime Coat.....	74
Tabel 4.17	Komposisi Prime Coat Dalam Volume (Liter)	76
Tabel 4.18	Kalkulasi Campuran Tack Coat	77
Tabel 4.19	Komposisi Volume Campuran Tack Coat	78

ABSTRAK

Hidayat, Taufik. 2021. **Analisis Hasil Nilai Viskositas Dengan Metode Pencampuran Kerosin Pada Aspal Murni Penetrasi 60/70 Dengan Menggunakan Saybolt Furol**. Skripsi: Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata Kunci: Viskositas, Kerosin, PPH (*Part Per Hundred*), Saybolt Furol, Penetrasi Aspal, Hubungan Pencampuran Kerosin pada Aspal dengan Viskositas, *prime coat*, *tack coat*

Penggunaan dan penerapan aspal sebagai material utama dalam perkerasan jalan di Indonesia sebenarnya sudah dilaksanakan sejak lama. Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan pemakaian aspal beton di Indonesia cukup meningkat. Seiring dengan penggunaannya, banyak ditemukan masalah-masalah terutama dalam hal teknis perkerasan jalan yang mengakibatkan kinerja lapisan permukaan berkurang. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja aspal beton tersebut adalah nilai viskositas aspal. Penelitian ini bersifat eksperimental dan Standar penelitian ini menetapkan cara uji viskositas saybolt furol aspal secara empiris pada temperatur yang ditentukan 50°C dengan mencampurkan kerosin pada aspal dengan variasi campuran 20 PPH (*Part Per Hundred*) sampai dengan 90 PPH (*Part Per Hundred*). Penelitian ini memiliki tahapan di mulai dari pengujian penetrasi aspal, lalu pengujian berat jenis aspal dan berat jenis kerosin, kemudian pengujian viskositas aspal. Data nilai viskositas digunakan untuk menentukan nilai *prime coat* dan *tack coat* melalui uji viskositas aspal dengan alat saybolt furol dengan metode pencampuran kerosin pada aspal penetrasi 60/70. Diperoleh data nilai *prime coat* berada pada rentang 76 pph hingga 82 pph, untuk penggunaan *prime coat* menggunakan 80 pph, dengan komposisi campuran *prime coat* dalam berat, aspal pen 60/70 yaitu 55,56 %, kerosin 44,44 %. Komposisi campuran *prime coat* dalam volume (liter) aspal pen 60/70 yaitu 49,89 %, kerosin 50,11 %. Data nilai *tack coat* berada pada rentang 26 pph hingga 32 pph, untuk penggunaan *tack coat* menggunakan 29 pph, dengan komposisi campuran *tack coat* dalam berat, aspal pen 60/70 yaitu 77,52 %, kerosin 22,48 %. Komposisi campuran *tack coat* dalam volume (liter) aspal pen 60/70 yaitu 73,30 %, kerosin 26,70 %. Data ini dapat dimanfaatkan untuk pelaksanaan *prime coat* dan *tack coat*. Setelah dilakukan penelitian maka diketahui hubungan antara pencampuran kerosin pada aspal (pph) dengan viskositas adalah semakin tinggi nilai pph yang diberikan maka semakin rendah nilai viskositasnya, begitu sebaliknya jika pph rendah maka semakin tinggi viskositasnya.

ABSTRACT

Hidayat, Taufik. 2021. **Analysis of Viscosity Value Results Using Kerosene Mixing Method on 60/70 Penetration Pure Asphalt Using Saybolt Furol**. Thesis: Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim Islamic State University Malang. Supervisor: (I) Farid Samsu Hananto, MT, (II) Drs. Abdul Basid, M. Si

Keywords: Viscosity, Kerosene, PPH (*Part Per Hundred*) , Saybolt Furol, Asphalt Penetration, Relationship of Mixing Kerosene in Asphalt with Viscosity, *prime coat*, *tack coat*

The use and application of asphalt as the main material in road pavements in Indonesia has actually been implemented for a long time. In recent years, the need for asphalt concrete in Indonesia has increased quite a bit. Along with its use, many problems were found, especially in terms of road pavement technical which resulted in reduced surface layer performance. One of the factors that affect the performance of the asphalt concrete is the asphalt viscosity value. This research is experimental and the standard of this research stipulates how to test the viscosity of saybolt furol asphalt empirically at a specified temperature of 50°C by mixing kerosene in asphalt with a mixture variation of 20 PPH (*Part Per Hundred*) to 90 PPH (*Part Per Hundred*) . This research has stages starting from testing the penetration of asphalt, then testing the specific gravity of asphalt and specific gravity of kerosene, then testing the viscosity of the asphalt. Viscosity value data is used to determine the value of *prime coat* and *tack coat* through asphalt viscosity test using Saybolt Furol with kerosene mixing method on 60/70 penetration asphalt. The data obtained for prime coat values are in the range of 76 pph to 82 pph, for the use of prime coat using 80 pph, with a mixture composition of prime coat in weight, asphalt pen 60/70 which is 55.56%, kerosene 44.44%. The composition of the prime coat mixture in the volume (liter) of 60/70 asphalt pen is 49.89%, kerosene 50.11%. The tack coat value data is in the range of 26 pph to 32 pph, for the use of tack coat using 29 pph, with the composition of the tack coat mixture in weight, asphalt pen 60/70 which is 77.52%, kerosene 22.48%. The composition of the tack coat mixture in the volume (liters) of 60/70 asphalt pen is 73.30%, kerosene 26.70%. This data can be used for the implementation of *prime coat* and *tack coat*. After doing research, it is known that the relationship between mixing kerosene in asphalt (pph) and viscosity is that the higher the given pph value, the lower the viscosity value, and vice versa if the pph is low, the higher the viscosity.

هدايت توفيق. 2021. تحليل نتائج قيمة اللزوجة باستخدام طريقة خلط الكيوسين على 70/60 تغفل أسفلت نقي باستخدام سايبولت فورول. الأطروحة: قسم الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. المشرف (I) : فاريد مشس هاننتو املاجستري (II) الدكاترة. عبد الباسيد ، م

كلمات البحث: اللزوجة، الكيوسين، (PPH لجزء لكل مائة)، سيبولت فورول ، الأسفلت الاختراق، علاقة خلط الكيوسين في الأسفلت مع اللزوجة، معطف رئيس، ومعطف تك

إن استخدام وتطبيق الأسفلت باعتباره المادة الرئيسية في أرصفة الطرق في إندونيسيا قد تم تنفيذه فعلياً لفترة طويلة. في السنوات الأخيرة ، ازدادت الحاجة إلى الخرسانة الإسفلتية في إندونيسيا قليلاً. إلى جانب استخدامه ، تم العثور على العديد من المشاكل ، خاصة من حيث فن رصف الطرق مما أدى إلى انخفاض أداء الطبقة السطحية. من العوامل التي تؤثر على أداء الخرسانة الإسفلتية قيمة لزوجة الإسفلت. هذا البحث تجريبي ومعياري هذا البحث ينص على كيفية اختبار لزوجة إسفلت سيبولت فورول تجريبياً عند درجة حرارة محددة 50 °C عن طريق خلط الكيوسين في الأسفلت مع خليط خليط من 20 pph جزء لكل مائة (إلى 90 pph (الجزء) لكل مائة. (يتألف هذا البحث من مراحل تبدأ من اختبار تغفل الأسفلت ، ثم اختبار الثقل النوعي للأسفلت والجاذبية النوعية للكيوسين ، ثم اختبار لزوجة الأسفلت. وتستخدم بيانات قيمة اللزوجة لتحديد قيمة معطف رئيس و معطف تك من خلال اختبار الأسفلت اللزوجة باستخدام سيبولت فورول مع الكيوسين خلط الطريقة على الأسفلت 70/60 الاختراق. تتراوح البيانات التي تم الحصول عليها لقيم الطلاء الأولي من 76 pph إلى 82 pph ، لاستخدام طبقة أولية باستخدام 80 pph ، مع تركيبة خليط من الطلاء الأولي بالوزن ، قلم الأسفلت 70/60 وهو 55.56٪ ، الكيوسين 44.44٪. تكوين خليط الطلاء الأولي في الحجم (لتر) 70/60 قلم أسفلت هو 49.89٪ ، كيوسين 50.11٪. تتراوح بيانات قيمة طبقة التكرسية من 26 إلى 32 في الساعة ، لاستخدام طبقة التكرسية باستخدام 29 pph ، مع تركيبة خليط الطلاء بالوزن ، وقلم الأسفلت 70/60 وهو 77.52٪ ، والكيوسين 22.48٪. تركيبة خليط الطلاء في الحجم (لتر) 70/60 قلم أسفلت هو 73.30٪ ، كيوسين 26.70٪. هذه البيانات يمكن استخدامها لتنفيذ معطف رئيس و معطف تك. بعد إجراء البحث ، من المعروف أن العلاقة بين خلط الكيوسين في الأسفلت (pph) واللزوجة هي أنه كلما زادت قيمة pph المعطاة ، انخفضت قيمة اللزوجة ، والعكس صحيح إذا كان pph منخفضاً ، زادت اللزوجة

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi darat atau jalan raya mempunyai peranan dan fungsi sangat strategis bagi pengembangan kegiatan perekonomian masyarakat dan pertumbuhan pembangunan secara luas. Jalan raya sebagai salah satu infrastruktur ekonomi memang paling vital dan populer di daratan, dan tercatat dalam sejarah bangsa Indonesia bahwa lebih dari dua ratus tahun yang lalu, Gubernur Jenderal Herman Willem Deandels memulai tugasnya dengan banyak membangun infrastruktur jalan raya kemudian munculah jalan raya memanjang dari anyer sampai panarukan kurang lebih 1100 km yang sebagian besar melalui pantai. Tentu pembangunan jalan raya saat itu sangat memiliki motivasi ekonomi-politik bagi pemerintahan Hindia-Belanda sebagai bentuk integrasi dalam penguasaan sumber-sumber komoditas ekonomi, khususnya di Pulau Jawa. (Wahidi, 2013).

Indonesia merupakan negara beriklim tropis mempengaruhi secara langsung kondisi desain jalan yang ada. Selain menerima temperatur tinggi dari radiasi sinar matahari dan curah hujan yang tinggi, lapisan permukaan jalan juga menerima panas akibat gaya gesek roda kendaraan yang melintas di atasnya. Apabila temperatur naik melampaui titik leleh aspal, maka viskositas atau kekentalan campuran aspal akan menurun sehingga fungsinya sebagai bahan pengikat dalam campuran menjadi berkurang.

Sifat kekentalan material aspal merupakan salah satu faktor penting dalam pelaksanaan perencanaan campuran maupun dalam pelaksanaan di lapangan. Sebelum dilakukan perencanaan campuran, biasanya kekentalan material aspal

harus ditentukan dulu karena bila tidak akan mempengaruhi sifat campuran aspal itu selanjutnya. Apabila viskositasnya terlalu tinggi, maka akan menyulitkan dalam pelaksanaan campuran. Sebaliknya apabila viskositasnya terlalu rendah, maka aspal tersebut menjadi kurang berperan sebagai bahan perekat pada campuran dan ini akan mengurangi stabilitas campuran

Penggunaan dan penerapan aspal sebagai material utama dalam perkerasan jalan di Indonesia sebenarnya sudah dilaksanakan sejak lama. Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan pemakaian aspal beton di Indonesia cukup meningkat. Seiring dengan penggunaannya, banyak ditemukan masalah-masalah terutama dalam hal teknis perkerasan jalan yang mengakibatkan kinerja lapisan permukaan berkurang. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja aspal beton tersebut adalah nilai viskositas aspal.

Allah SWT telah menetapkan ukuran dan takaran tertentu pada semua makhluk ciptaanNya. Seperti planet-planet yang diciptakan lebih kecil dari matahari, gunung diciptakan kokoh menjulang ke langit, zat cair diciptakan dengan kekentalan yang berbeda-beda. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Al-Furqaan ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ۝

Artinya : Yang memiliki kerajaan langit dan bumi, tidak mempunyai anak, tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaanNya, dan Dia menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat (Al-Furqaan:2).

Ukuran dan takaran ini membentuk suatu keteraturan dan keseimbangan dalam kehidupan makhluk ciptaan-Nya. Di alam semesta miliaran benda-benda langit yang tak terhitung jumlahnya bergerak mengikuti orbitnya masing-masing.

Karena benda-benda tersebut memiliki ukuran-ukuran yang berbeda maka orbit atau garis edarnya pun berbeda sehingga tidak terjadi tabrakan. Gunung-gunung yang kokoh diciptakan dengan akar yang tajam menghujam ke bumi dan kemudian disebarkan sebagai pasak dan tiang agar bumi tidak goyah.

Lain halnya jika ukuran-ukuran itu berubah, matahari dan benda-benda langit mempunyai ukuran tidak seperti saat ini, gunung tidak berakar dan tidak kokoh, maka alam tidak lagi memiliki keseimbangan, semuanya akan bergerak acak dan tidak teratur. Planet-planet akan saling bertabrakan dan di bumi akan sering terjadi gempa. Maka tidak mustahil kehidupan pun akan berakhir.

Seperti halnya benda-benda lain yang memiliki ukuran sehingga terjadi keteraturan dan keseimbangan, zat cair juga memiliki ukuran partikel tertentu. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam surat Al-Mu'minun ayat 18:

وَلَقَدْ أَرْسَلْنَا نُوحًا إِلَىٰ قَوْمِهِ فَقَالَ يَتَّقُوا اللَّهَ مَا لَكُمْ مِنْ إِلَهٍ غَيْرُهُ أَفَلَا تَتَّقُونَ ۝

Artinya : *Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya (Al-Mu'minun:18).*

Ukuran partikel ini menentukan tingkat kekentalan (viskositas) dari cairan tersebut. Air, minyak, oli dan aspal semuanya merupakan zat cair, akan tetapi viskositas dari masing-masing zat tersebut berbeda. Perbedaan viskositas zat cair ini sangat bermanfaat bagi kehidupan kita sehari-hari. Sebagai contoh oli lebih tinggi viskositasnya dibandingkan air. Oli digunakan untuk pelumas kendaraan bermotor dan air digunakan sebagai minuman bagi makhluk hidup.

Setiap zat cair mempunyai karakteristik yang khas, berbeda satu zat cair dengan zat cair yang lain. Oli mobil sebagai salah satu contoh zat cair dapat kita lihat lebih kental daripada minyak kelapa. Apa sebenarnya yang membedakan

cairan itu kental atau tidak. Kekentalan atau viskositas dapat dibayangkan sebagai peristiwa gesekan antara satu bagian dan bagian yang lain dalam fluida. Dalam fluida yang kental kita perlu gaya untuk menggeser satu bagian fluida terhadap yang lain. Di dalam aliran kental kita dapat memandang persoalan tersebut seperti tegangan dan regangan pada benda padat. Kenyataannya setiap fluida baik gas maupun zat cair mempunyai sifat kekentalan karena partikel di dalamnya saling menumbuk (Lutfy, 2007).

Adapun pengujian viskositas ini sudah pernah dilakukan dalam beberapa metode. Contohnya penelitian yang dilakukan oleh Novia, Oscar dan Theo (2015) dimana penelitiannya dilaksanakan dengan menggunakan alat saybolt furol temperatur tinggi dengan menguji nilai viskositas dengan rentang suhu 120°C-200°C. Penelitian ini berguna untuk mengetahui temperatur pemadatan dan temperatur pencampuran, tentunya penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini dimana penelitian ini dilaksanakan pada temperature 50°C dengan metode pencampuran kerosin pada aspal penetrasi 60/70 nantinya penelitian ini berguna untuk mengetahui nilai *prime coat* (lapis pengikat) dan *tack coat* (lapis perekat).

Lalu ada juga penelitian yang di teliti oleh Fahrul Al Amri (2019) dengan menggunakan marshall test untuk mengetahui perbandingan aspal minyak dengan aspal buton lawele. Dari hasil studi perbandingan campuran ac-bc, penggunaan aspal minyak, aspal buton dengan variasi kadar aspal minyak, maka diperoleh campuran yang proporsional yaitu, campuran ac-bc dengan menggunakan aspal buton 25% dari berat agregat dan campuran ac-bc dengan kadar aspal minyak 5,0 %, memiliki grafik stabilitas yang hamper sama akan tetapi pada campuran tambahan lawele memiliki stabilitas flow yang relatif tinggi.

Dalam proses pekerjaan pengaspalan jalan oleh kontraktor pengaspalan jalan, lapis *prime coat* dan *tack coat* adalah hal krusial yang menjadi pembeda. Selain itu, kedua lapis itu menjadi penentu apakah jalan akan berumur panjang atau tidak. Walaupun sama-sama lapis dan memiliki nama yang mirip, namun *prime coat* dan *tack coat* memiliki fungsi yang berbeda. Perbedaan itu terkait kebutuhan, fungsi, dan faktor lainnya yang menyebabkan kedua lapis ini mendapatkan perlakuan berbeda pada saat proses pengaspalan jalan.

Lapis resap pengikat atau *prime coat* adalah lapis atau cairan ikat aspal cair yang diletakkan di atas lapisan pondasi. *Prime coat* harus diberikan dan dipastikan meresap ke dalam pondasi. Walaupun berfungsi mengikat, *prime coat* tidak boleh diberikan berlebih. Karena jika diberikan berlebih akan menimbulkan *bleeding* atau kegemukan pada jalan.

Lapisan *tack coat* atau lapis perekat adalah lapisan aspal cair yang diberikan sebelum lapis berikutnya akan dihamparkan. *Tack coat* diberikan di atas lapisan beraspal atau lapis beton semen. Ini dilakukan agar fungsi *tack coat* sebagai perekat dapat berfungsi, antara lapisan lama dan lapisan baru. Pemakaian *tack coat* berkisar antara 0,15 liter/m², atau lebih tipis dari *prime coat*.

Lapis *prime coat* ataupun *tack coat* memiliki tata cara pelaksanaan yang sama. Keduanya memiliki spesifikasi, standar, perhitungan volume, dan aturan khusus serta berbeda untuk dapat dipakai, mengingat peran keduanya untuk keawetan jalan sangat krusial, dan faktor yang mempengaruhi nilai lapis *prime coat* dan *tack coat* adalah nilai viskositas. Maka oleh sebab itu penulis ingin mengkaji dan meneliti tentang analisis hasil nilai viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada viskositas aspal murni penetrasi 60/70 dengan menggunakan saybolt

furol, yang mana penelitian ini berguna untuk mendapatkan nilai lapis *prime coat* dan *tack coat* yang terbaik sehingga fungsi dari sifat aspal sebagai durabilitas (keawetan) menjadi semakin lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai *prime coat* dan *tack coat* pada pengujian viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada aspal murni?
2. Bagaimana pengaruh kerosin terhadap nilai viskositas aspal murni penetrasi 60/70 dengan menggunakan Saybolt Furol?
3. Bagaimana analisis hasil nilai viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada aspal murni penetrasi 60/70?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai *prime coat* dan *tack coat* pada pengujian viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada aspal murni.
2. Untuk mengetahui pengaruh kerosin terhadap nilai viskositas aspal murni penetrasi 60/70 dengan menggunakan Saybolt Furol.
3. Untuk mengetahui analisis hasil nilai viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada aspal murni penetrasi 60/70.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membuat penelitian kali ini lebih terarah sesuai yang diharapkan, maka permasalahan yang terbentuk harus diberi batasan. Adapun batasan masalah yang ada pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. SPEC Bina Marga 2010 REV 3, pengujian viskositas dilaksanakan pada temperature 50°C.
2. Menggunakan Saybolt Furol sebagai alat pengujian viskositas.
3. Aspal murni yang digunakan jenis Pertamina penetrasi 60/70.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi Penulis

Manfaat yang dapat diambil oleh penulis dari penelitian kali ini yaitu untuk menambah pengetahuan tentang cara analisis nilai viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada aspal murni penetrasi 60/70 dan serta menambah wawasan penulis tentang penggunaan alat Saybolt Furol sebagai alat uji viskositas.

2. Bagi Pembaca

Manfaat yang dapat diambil bagi pembaca dari penelitian ini supaya menambah pengetahuan mengenai pencampuran kerosin atau minyak tanah sebagai bahan alternatif untuk pengujian viskositas aspal murni penetrasi 60/70 dan semoga penelitian ini berguna baik dalam segi ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

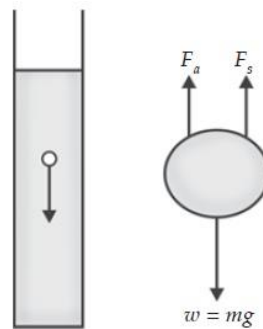
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Viskositas

2.1.1 Viskositas (Kekentalan)

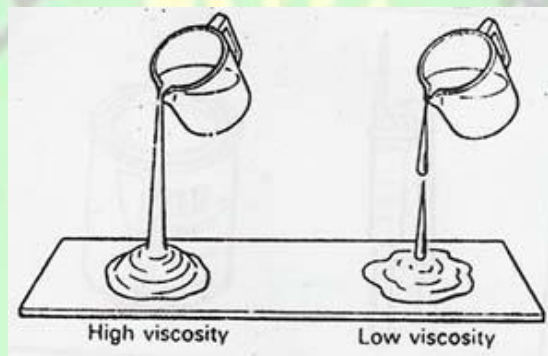
Pengertian viskositas fluida (zat cair) adalah gesekan yang ditimbulkan oleh fluida yang bergerak, atau benda padat yang bergerak didalam fluida. Besarnya gesekan ini biasa juga disebut sebagai derajat kekentalan zat cair. Jadi semakin besar viskositas zat cair, maka semakin susah benda padat bergerak didalam zat cair tersebut. Viskositas dalam zat cair, yang berperan adalah gaya kohesi antar partikel zat cair (Martoharsono, 2006).

Viskositas menentukan kemudahan suatu molekul bergerak karena adanya gesekan antar lapisan material. Karenanya viskositas menunjukkan tingkat ketahanan suatu cairan untuk mengalir. Semakin besar viskositas maka aliran akan semakin lambat. Besarnya viskositas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, gaya tarik antar molekul dan ukuran serta jumlah molekul terlarut. Fluida, baik zat cair maupun zat gas yang jenisnya berbeda memiliki tingkat kekentalan yang berbeda. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sedangkan dalam zat gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antara molekul. Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir, dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi (Sarojo, 2009).



Gambar 2.1 Prinsip Viskositas

Cairan yang mudah mengalir, misalnya air atau minyak tanah, tegangan luncur itu relatif kecil untuk cepat perubahan regangan luncur tertentu, dan viskositasnya juga relatif kecil, dan begitu pula sebaliknya (Lutfy, 2007).

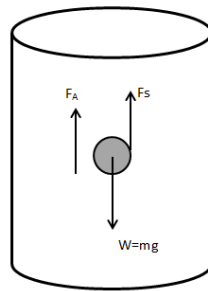


Gambar 2.2 Tingkat Kekentalan (Viskositas)

Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi. Pada hukum aliran viskositas, Newton menyatakan hubungan antara gaya-gaya mekanika dari suatu aliran viskos sebagai geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (s) dengan kecepatan geser (g) nya konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas.

Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua buah bidang sejajar yang dilapisi fluida tipis diantara kedua bidang tersebut. Suatu bidang permukaan bawah yang tetap dibatasi oleh lapisan fluida setebal h , sejajar dengan suatu bidang permukaan atas yang bergerak seluas A . Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan fluida dibawahnya, maka tidak ada gaya tekan yang bekerja pada lapisan fluida. Suatu gaya F dikenakan pada bidang bagian atas yang menyebabkan bergerakaknya bidang atas dengan kecepatan konstan v , maka fluida dibawahnya akan membentuk suatu lapisan-lapisan yang saling bergeseran. Setiap lapisan tersebut akan memberikan tegangan geser (s) sebesar F/A yang seragam dengan kecepatan lapisan fluida yang paling atas sebesar v dan kecepatan lapisan fluida paling bawah sama dengan nol, maka kecepatan geser (g) pada lapisan fluida di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap dengan tidak adanya tekanan fluida (Kanginan, 2006).

Berdasarkan hukum Stokes pada kecepatan bola maksimum, terjadi keseimbangan sehingga gaya gesek = gaya berat - gaya archimedes. Prinsip kerjanya adalah menggelindingkan bola (yang terbuat dari kaca) melalui tabung gelas yang berisi zat cair yang diselidiki. Kecepatan jatuhnya bola merupakan fungsi dari harga resiprok sampel. Berdasarkan hukum stoke yaitu pada saat kecepatan bola maksimum, terjadi kesetimbangan sehingga gaya gesek sama dengan gaya berat archimedes. Dalam fluida regangan geser selalu bertambah dan tanpa batas sepanjang tegangan yang diberikan. Tegangan tidak bergantung pada regangan geser tetapi tergantung pada laju perubahannya. Laju perubahan regangan juga disebut laju regangan (D. Young , 2009).



Gambar 2.3 Hukum Stokes

2.1.1.1 Viskositas Dinamik

Viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida. Viskositas dinamik tampaknya sama dengan rasio tegangan geser terhadap gradien kecepatan (D. Young , 2009).

Viskositas absolut (koefisien viskositas mutlak) adalah sebuah ukuran resistensi internal. Viskositas dinamik merupakan gaya tangensial per satuan luas yang dibutuhkan agar dapat memindahkan suatu bidang horisontal ke sebuah bidang lainnya, dalam unit velositas (*velocity*), ketika mempertahankan jarak dalam sebuah cairan.

Hukum Newton berbunyi: bahwa tegangan geser dalam suatu cairan sebanding dengan laju perubahan kecepatan normal aliran, laju kecepatan ini disebut sebagai gradien kecepatan (Kanginan, 2006).

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}} \quad (2.1)$$

Dimana:

μ : Viskositas dinamik (kg/m.s)

τ : Tegangan geser (N/m²)

du/dy : Gradien kecepatan ((m/s)/m)

2.1.1.2 Viskositas Kinematik

Viskositas Kinematik adalah perbandingan antara viskositas dinamik dengan kerapatan fluida.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.2)$$

Dimana :

ν : Viskositas kinematik (m^2/s)

μ : Viskositas dinamik (kg/m.s)

ρ : Kerapatan fluida (kg/m^3)

Dalam sistem SI atau (satuan internasional) satuan viskositas kinematis adalah m^2/s atau Stoke (St), dimana:

$$1 \text{ st (stoke)} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} = 1 \text{ cm}^2/\text{s}$$

Karena Stoke merupakan satuan unit yang besar maka perlu di bagi dengan angka 100, supaya menjadi unit yang lebih kecil, yaitu centiStoke (cSt), dengan begitu maka akan berubah menjadi (D. Young , 2009):

$$1 \text{ St} = 100 \text{ cSt}$$

$$1 \text{ cSt} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$$

2.1.2 Karakteristik Fluida

Fluida Menurut Raswari (1986), merupakan suatu zat/bahan yang dalam keadaan setimbang tidak dapat menahan gaya atau tegangan geser (*shear force*). Dapat pula didefinisikan sebagai zat yang dapat mengalir bila ada perbedaan tekanan dan atau tinggi. Suatu sifat dasar fluida, yaitu tahan terhadap aliran yang diukur sebagai tegangan geser yang terjadi pada bidang geser yang dikenai tegangan tersebut adalah viskositas atau kekentalan/kerapatan zat fluida tersebut. Berdasarkan wujudnya, fluida dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Fluida cair, merupakan fluida dengan partikel yang rapat dimana gaya tarik antara molekul sejenisnya sangat kuat dan mempunyai permukaan bebas serta cenderung untuk mempertahankan volumenya.
2. Fluida gas, merupakan fluida dengan partikel yang renggang dimana gaya tarik antara molekul sejenis relatif lemah dan sangat ringan sehingga dapat melayang dengan bebas serta volumenya tidak menentu.

Fluida dapat didefinisikan sebagai suatu zat mampu alir dan dapat menyesuaikan bentuk dengan bentuk wadah yang ditempatinya, serta apabila diberikan tegangan geser, betapapun kecilnya akan menyebabkan fluida tersebut bergerak dan berubah bentuk secara terus-menerus selama tegangan tersebut bekerja (White, 1986).

2.1.2.1 Karakteristik Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen, oleh karena itu bitumen seringkali disebut pula sebagai aspal. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada suhu ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Yaitu aspal akan mencair jika dipanaskan, dan kembali membeku jika suhu turun. Sedangkan sifat aspal lainnya adalah :

1. Aspal mempunyai sifat mekanis (*rheologic*), yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, tetapi jika pembebanannya terjadi dalam jangka waktu yang lambat maka sifat

aspal menjadi plastis (*viscous*).

2. Aspal adalah bahan yang Thermoplastis, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah atau semakin encer demikian pula sebaliknya. Dari segi pelaksanaan lapis keras, aspal dengan viskositas yang rendah akan menguntungkan karena aspal akan menyelimuti batuan dengan lebih baik dan merata. Akan tetapi dengan pemanasan yang berlebihan maka akan merusak molekul-molekul dari aspal, aspal menjadi getas dan rapuh.
3. Aspal mempunyai sifat Thixotropy, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami teganganregangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu. Fungsi aspal dalam campuran agregat aspal adalah sebagai bahan pengikat yang bersifat *visco-elastis* dengan tingkat *viscositas* yang tinggi selama masa layan dan berfungsi sebagai pelumas pada saat penghamparan di lapangan sehingga dipadatkan.

Pada AASHTO (1982) dinyatakan bahwa jenis aspal keras ditandai dengan angka penetrasi aspal, angka ini menyatakan tingkat kekerasan aspal atau tingkat konsistensi aspal. Semakin meningkatnya besar angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin rendah, sebaliknya semakin kecil angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin tinggi. Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedang aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah yang bercuaca dingin ataupun lalu lintas dengan volume rendah. Di

Indonesia pada umumnya digunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100, Syarat-syarat aspal semen keras diberikan oleh Dirjen Bina Marga – DPU.



Gambar 2.4 Fluida Aspal

2.1.2.2 Karakteristik Kerosin (Minyak Tanah)

Kerosin (Minyak Tanah) adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150°C dan 275°C (rantai karbon dari C12 sampai C15). Sebuah bentuk dari minyak tanah dikenal sebagai RP-1 dibakar dengan oksigen cair sebagai bahan bakar roket. Nama kerosene diturunkan dari bahasa Yunani keros (κερωσ, malam).

Biasanya, minyak tanah didistilasi langsung dari minyak mentah membutuhkan perawatan khusus, dalam sebuah unit Merox atau hidrotreater, untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya. Minyak tanah dapat juga diproduksi oleh hidrocracker, yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bagian dari minyak mentah yang akan bagus untuk bahan bakar minyak.

Tabel 2.1 Persyaratan Kerosin atau Minyak Tanah

NO	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN ¹⁾		METODE UJI	
			MIN	MAKS	ASTM	LAIN
1.	Densitas pada 15 °C	kg/m ³	-	835	D 1298	
2.	Titik Asap	mm	15	-	D 1322	
3.	Nilai Jelaga (Char Value)	mg/kg	-	40		IP 10
4.	Distilasi: Perolehan pada 200 °C Titik Akhir	% vol °C	18 -	- 3 1 0	D 86	
5.	Titik Nyala Abel	°C	38,0	-		IP 170
6.	Kandungan Belerang	% massa	-	0,20	D 1266	
7.	Korosi Bilah Tembaga (3 jam/50 °C)	-	-	No. 1	D 130	
8.	Bau dan Warna	-	Dapat dipasarkan			
Rujukan: Keputusan Jendral Minyak dan Gas Bumi NO. 17.K/72/DJM/1999 tanggal 16 April 1999 Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Minyak Bumi jenis Minyak Tanah yang dipasarkan Di Dalam Negeri.						

2.2 Penetrasi Aspal

Aspal adalah material termoplastis yang mencair apabila dipanaskan dan akan membeku/mengental apabila didinginkan, namun demikian prinsip material tersebut terhadap suhu prinsipnya membentuk suatu spektrum/beragam tergantung komposisi unsur unsur penyusunnya (PEDC, 1983).

Dari sudut pandang rekayasa (*engineering*), ragam dari komposisi unsur penyusun aspal biasanya tidak ditinjau lebih lanjut. Untuk menggambarkan karakteristik ragam respon material aspal tersebut diperkenalkan beberapa parameter, yang salah satunya adalah nilai PEN (Penetrasi). Nilai ini menggambarkan kekerasan aspal pada suhu standar 25°C yang diambil dari pengukuran kedalaman penetrasi jarum standar dengan beban standar (50 sampai 100 gr) dalam rentang waktu yang juga standar (5 detik) (PEDC, 1983).

Aspal merupakan bahan pengikat agregat yang mutu dan jumlahnya sangat menentukan keberhasilan suatu campuran beraspal yang merupakan bahan jalan. Salah satu jenis pengujian dalam menentukan persyaratan mutu aspal adalah penetrasi aspal yang merupakan sifat *rheologi* aspal yaitu kekerasan aspal (RSNI 06-2456-1991). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu.

British Standard (BSI) membagi nilai penetrasi tersebut menjadi 10 macam dengan rentang nilai PEN 15 s/d 450 sedangkan AASHTO mendefinisikan nilai PEN 40-50 sebagai rentang PEN untuk material aspal terkeras dan PEN 200-300 untuk material aspal terlembut.

Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam hal pengendalian mutu aspal atau tar untuk keperluan pembangunan, peningkatan atau pemeliharaan jalan. Pengujian penetrasi ini sangat dipengaruhi oleh faktor berat beban total, ukuran sudut dan kehalusan permukaan jarum, temperatur dan waktu. Oleh karena itu perlu disusun dengan rinci ukuran, persyaratan dan batasan peralatan, waktu dan beban yang digunakan dalam penentuan penetrasi aspal (RSNI 06-2456-1991). Aspal keras/panas (*Asphalt cement*, AC), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang). Di Indonesia, aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu:

1. AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40-50.
2. AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60-70.

3. AC pen 80/100, yaitu AC dengan penetrasi antara 80-100.
4. AC pen 120/150, yaitu AC dengan penetrasi antara 120-150.
5. AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200-300.

Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas volume rendah. Di Indonesia umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 85-100 (Sukirman S,1999).

2.2.1 Penetrometer

Alat yang digunakan untuk menyatakan kedalaman masuknya jarum penetrasi standar secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm pada kondisi beban, waktu dan temperatur yang diketahui.



Gambar 2.5 Penetrometer (SNI 2456:2011)

Uji penetrasi ini digunakan untuk menguji konsistensi aspal, dimana semakin tinggi nilai penetrasi menunjukkan konsistensi aspal yang lebih lunak (SNI 2456:2011)

Tabel 2.2 Klasifikasi Aspal Keras

Berdasarkan Nilai Viskositas	Nilai Viskositas					
	AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Penetrasi	220	140	80	60	50	40
Titik Nyala	163	177	219	232	232	232
Kelarutan pada <i>trichloroethene</i>	99	99	99	99	99	99
Kehilangan Berat	-	1	1	0,5	0,5	0,5

Nilai penetrasi diukur dinyatakan dalam nilai yang merupakan kelipatan 0,1 mm. Nilai penetrasi menentukan kekerasan aspal semakin tinggi nilai penetrasi makin lunak aspal tersebut begitu sebaliknya.

2.3 Berat Jenis

Berat jenis didefinisikan sebagai massa suatu zat per satuan volume bahan tersebut. Bentuk persamaannya dapat di tulis sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{massa (berat)}}{\text{volume}} \text{ atau } \frac{m}{v} \quad (2.3)$$

Satuan berat jenis adalah kg/dm³ atau gr/ml. Berat jenis mempunyai harga konstan pada suatu temperature tertentu dan tidak bergantung pada jumlah bahan cuplikan (sampel). Dikenal beberapa alat yang menentukan berat jenis, yaitu Aerometer, Piknometer, dan Neraca *Whestpaal*.

Untuk pekerjaan secara rutin di laboratorium terdapat peralatan elektrolit untuk menentukan berat jenis. Untuk menentukan massa dan volume tergolong bersifat ekstensif, yaitu sifat yang besarnya tergantung pada jumlah bahan yang diselidiki. Sedangkan berat jenis tergolong intensif yaitu sifat yang tidak bergantung pada jumlah zat.

2.3.1 Penentuan Berat Jenis dengan Piknometer

Berat jenis zat padat dapat dihitung, yaitu dengan cara mengukur secara langsung berat zat dalam piknometer (dengan menimbang) dan volume zat (ditentukan dengan piknometer). Volume zat padat yang tidak dapat ditentukan secara tidak langsung dengan menggunakan zat cair jenisnya telah diketahui, maka dapat dihitung berat jenisnya dengan menggunakan persamaan berat jenis, yaitu berat berbanding volume.

1. Berat jenis zat cair = $\frac{\text{berat zat cair dalam piknometer}}{\text{volume zat cair dalam piknometer}}$ (2.4)
2. Berat zat cair dalam piknometer = (berat piknometer + berat zat cair) - berat pikno kosong
3. Volume zat cair dalam piknometer = volume piknometer

Volume piknometer harus ditentukan terlebih dahulu dengan menggunakan zat cair lainnya yang telah diketahui berat jenisnya. Penentuan berat jenis zat padat yang mempunyai bentuk tidak beraturan dapat ditentukan secara tidak langsung dengan menggunakan zat cair yang telah diketahui berat jenisnya.



Gambar 2.6 Piknometer

Volume zat padat = Volume piknometer – volume zat cair

Berat jenis zat padat dengan bentuk yang tidak beraturan adalah :

$$\text{Berat jenis zat padat} = \frac{\text{berat zat padat dalam piknometer}}{\text{Volume piknometer} - \text{volume zat cair}} \quad (2.5)$$

Berat jenis zat padat dinyatakan dengan symbol ρ atau d . Berat jenis relative(berat spesifik) adalah perbandingan berat antara berat jenis zat pada temperature terhadap berat jenis air pada temperature pula.

2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Berat Jenis

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi berat jenis adalah :

a. Komposisi zat

Komposisi zat dapat dinyatakan dalam % massa atau % volume dengan rumus:

$$\% \text{ massa} = \frac{\text{massa zat}}{\text{massa campuran}} \times 100\% \quad (2.6)$$

$$\% \text{ Volume} = \frac{\text{volume zat}}{\text{volume campuran}} \times 100\% \quad (2.7)$$

Pada penentuan berat jenis, komposisi zat sangat berpengaruh pada hasil yang akan diperoleh, karena kita harus mengetahui berat atau massa suatu zat dan volume zat tersebut.

Dengan mengetahui berat dan volume zat yang digunakan, dapat menghitung berat jenis dari zat tersebut.

b. Kondisi Alat

Alat yang digunakan pada berat jenis salah satunya adalah piknometer sebelum ditimbang dan digunakan, sebaiknya piknometer dalam keadaan kering dan bersih.

c. Suhu

Suhu memiliki sifat yang sukar didefinisikan walaupun secara naluri dapat dirasakan.Suhu dapat diukur dengan menggunakan thermometer.

2.4 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat

terdiri dari hydrocarbon atau turunannya, terlarut dalam trichloro-ethylene dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan. Aspal berwarna coklat tua sampai hitam dengan bitumen sebagai kandungan utama, diperoleh secara alamiah maupun dari hasil penyulingan minyak bumi (Krebs and Walker, 1971). Aspal cair juga sering digunakan sebagai bahan lapis peresap (*prime coat*) dan lapis pengikat (*tack coat*) dalam pembangunan dan pemeliharaan konstruksi jalan. Sifat- sifat teknis aspal cair tersebut dan tingkat kemudahan dalam pelaksanaan di lapangan tergantung kepada nilai kekentalannya yang mana sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pelarutnya dan juga suhu pelaksanaan. Dari segi molekulnya, aspal terdiri atas *asphalthenes*, *resins*, dan *oils*.

- *Asphalthenes* merupakan bagian aspal yang memiliki berat molekul terbesar yang menentukan wujud dari aspal.
- *Resins* memiliki berat molekul menengah yang berpengaruh terhadap sifat adhesif dan kekenyalan aspal. Resins merupakan bagian yang struktur molekulnya paling labil, sehingga akibat adanya oksidasi, struktur bagian ini akan berubah dan cenderung membentuk molekul yang mempunyai berat yang lebih besar.
- *Oils* mempunyai berat molekul paling ringan yang mempengaruhi kekentalan aspal.

2.4.1 Jenis Aspal

Umumnya, aspal terdiri dari 3 jenis, yaitu :

1. Aspal Alam, terbentuk oleh adanya minyak bumi yang mengalir ke permukaan bumi melalui celah-celah bumi. Proses terbentuknya aspal alam ini adalah penguapan bagian yang ringan pada minyak bumi oleh

matahari sehingga hanya tertinggal residu yang berwarna hitam dan plastis.

2. Tar, diperoleh dari proses destilasi batubara. Jenis aspal ini tidak digunakan pada pekerjaan aspal di Indonesia.
3. Aspal Minyak, diperoleh dari proses destilasi minyak bumi yang memiliki kandungan aspal.

Minyak bumi yang mengandung paraffin tidak digunakan dalam pembuatan aspal, karena residu yang diperoleh tidak dapat memberikan ikatan. Aspal minyak dapat digunakan pada pekerjaan-pekerjaan pengaspalan dengan berbagai nama, yaitu :

- Aspal Keras (*Asphalt Cement*)

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

- Aspal Cair

Aspal cair adalah aspal minyak yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair. Aspal cair terdiri dari aspal keras yang diencerkan dengan bahan pelarut. Persyaratan umum aspal cair yaitu kadar parafin tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung air dan jika dipakai tidak menunjukkan pemisahan atau penggumpalan

- Aspal Emulsi

Aspal emulsi adalah suatu jenis aspal yang terdiri aspal keras, air dan bahan pengemulsi dimana pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair.

Tabel 2.3. Persyaratan Aspal Keras

Jenis pemeriksaan	Penetrasi 40/50		Penetrasi 60/70		Penetrasi 80/10	
	min	max	min	max	Min	max
Penetrasi 25°C, 100 gr, 5 detik	40 mm	59 mm	60 mm	79 mm	80 mm	99 mm
Titik lembek 5°C (<i>Ring and ball</i>)	51	63	48	58	46	54
Titik nyala (<i>cleaveland open cup</i>)	232°C	-	232°C	-	232°C	-
Kehilangan berat (<i>thick film oven test</i>)	-	0,4%	-	0,4%	-	0,4%
Kelarutan dalam CCl ₄	99%	-	99%	-	99%	-
Daktilitas	100 cm	-	100 cm	-	100 cm	-
Penetrasi setelah kehilangan berat	75%	-	75%	-	75%	-
Berat jenis 25°C	1 gr/cc	-	1 gr/cc	-	1 gr/cc	-

2.4.2 Sifat Kimia Aspal

Adapun sifat kimia aspal sebagai berikut:

1. *Asphalthene*

Asphalthene adalah unsur kimia aspal yang padat yang tidak larut dalam n-penten. Asphaltene berwarna coklat sampai hitam yang mengandung karbon dan hidrogen dengan perbandingan 1 : 1. Molekul asphaltene memiliki ukuran 5-30 nano meter.

2. *Malthene*

Malthene adalah unsur kimia yang terdapat di aspal selain asphaltene. Unsur malthene dapat dibagi lagi menjadi resin, aromatik, dan saturated.

2.4.3 Sifat Fisik Aspal

Sifat fisik aspal sangat berpengaruh terhadap perencanaan, produksi, dan kinerja campuran beraspal antara lain adalah :

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi permanen yang disebabkan oleh lalu lintas, baik beban yang bersifat statis maupun dinamis sehingga campuran akan tidak mudah aus, bergelombang, melendut, bergeser, dan lain-lain

2. Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan)

Durabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk mempertahankan kualitasnya dari disintegrasi atas unsur-unsur pembentuknya yang diakibatkan oleh beban lalu lintas dan pengaruh cuaca. Campuran aspal harus mampu bertahan terhadap perubahan yang disebabkan oleh proses penuaan pada aspal dimana aspal akan menjadi lebih keras. Hal ini disebabkan oleh pengaruh oksidasi dari udara dan proses penguapan yang berakibat akan menurunkan daya lekat dan kekenyalan aspal. Pengaruh air yang menyebabkan kerusakan atau kehilangan sifat lekat antara aspal dan material lainnya.

3. Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk dapat menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar, penggunaan aspal lunak (aspal dengan

penetrasi yang tinggi), dan penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. *Skid Resistance* (Kekesatan)

Skid resistance adalah kekesatan lapisan permukaan yang akan berkaitan dengan kemampuan permukaan lapis keras tersebut untuk melayani arus lalu lintas kendaraan yang lewat di atasnya tanpa terjadi skidding slipping pada saat kondisi permukaan basah.

5. *Fatigue Resistance* (Ketahanan Kelelahan)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah VIM tinggi dan kadar aspal rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat dan VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

6. *Workability* (Kemudahan Pelaksanaan)

Workability adalah campuran agregat aspal harus mudah dikerjakan saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan, untuk mencapai satuan berat jenis yang diinginkan tanpa mengalami suatu kesulitan sampai mencapai tingkat pemadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan.

2.5 Sifat Aspal Terhadap Temperatur

Aspal merupakan material yang bersifat viskoelastis dan memiliki ciri yang beragam mulai dari yang bersifat lekat sampai yang bersifat elastis. Diantara sifat

aspal lainnya adalah aspal mempunyai sifat *rheologic* (mekanis), yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, tetapi jika pembebanannya terjadi dalam jangka waktu yang lambat, sifat aspal menjadi plastis (*viscous*).

Aspal juga merupakan bahan yang *thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah atau semakin encer, demikian pula sebaliknya. Pada saat pemadatan dan pencampuran, sifat aspal dapat ditunjukkan dari nilai viskositasnya, sedangkan pada sebagian besar kondisi saat masa layan, aspal mempunyai sifat viskositas yang diwujudkan dalam suatu modulus kekakuan.

Pada lalu lintas dengan lalu lintas tinggi dan atau temperatur tinggi diperlukan aspal yang dapat menghasilkan campuran yang mempunyai deformasi permanen kecil atau Stabilitas Marshall tinggi serta titik lembek tinggi sehingga aspal ini akan tahan terhadap perubahan temperatur dan memperkecil terjadinya kerusakan/deformasi (Suroso, 2005)

2.6 Kerosin

Dalam Al-qur'an Surah An-Nahl ayat 13:

وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَنُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ۝١٣

Artinya : dan (Dia juga mengendalikan) apa yang Dia ciptakan untukmu di bumi ini dengan berbagai jenis dan macam warnanya. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.

Sumber daya alam diciptakan oleh Allah SWT untuk dimanfaatkan oleh umat manusia, agar dapat mempertahankan hidupnya dan menikmati kehidupan dunia yang salah satunya minyak bumi. Allah menciptakan sesuatu di bumi tentu ada manfaatnya. Di akhir ayat dijelaskan bahwa sesungguhnya pada nikmat-nikmat yang telah diciptakan Allah yang beraneka ragam bentuk itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang mengambil pelajaran. Yaitu bagi mereka yang memahami betapa besarnya nikmat Allah yang telah diberikan kepada mereka dan mensyukuri dengan memanfaatkannya sebagaimana mestinya dan sesuai dengan keperluan mereka menurut keridaan Allah.

Minyak tanah atau disebut juga kerosin (parafin) adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Ini diperoleh dari hasil destilasi bertingkat dari petroleum pada 150o C dan 275o C (rantai karbon C12- C15). Minyak tanah banyak digunakan untuk lampu minyak dan kompor, sekarang banyak digunakan sebagai bahan bakar mesin jet (Avtur, Jet-A, Jet-B, JP-4 atau JP-8). Kerosin dikenal sebagai RP-1 digunakan sebagai bahan bakar roket. Pada proses pembakarannya menggunakan oksigen cair.

Minyak tanah didestilasi langsung dari minyak mentah dan memerlukan pengendalian khusus dalam sebuah unit Merox atau hydrotreater untuk mengurangi kadar belerang dan perkaratan. Kerosin dapat juga diproduksi oleh *hydrocraker*, yang digunakan untuk meningkatkan bagian dari minyak mentah yang cocok untuk bahan bakar minyak.

2.6.1 Sifat Fisik Kerosin

Minyak bumi biasanya mengandung 5-25% minyak tanah, sedangkan dalam minyak tanah mengandung senyawa-senyawa seperti parafin, naften,

aromatik, dan senyawa belerang. Jumlah kandungan komponen senyawa dalam minyak tanah akan mempengaruhi sifat-sifat minyak tanah. Minyak tanah memiliki spesifikasi titik didih $175\text{-}284^{\circ}\text{C}$ dan berat jenis $0,7\text{-}0,83$

Sifat-sifat yang harus dimiliki minyak tanah adalah : titik nyala, titik asap, kekentalan, kadar belerang, sifat pembakaran serta bau dan warna yang khas.

2.6.2 Kandungan Kerosin

Adapun kandungan kerosin (minyak tanah) sebagai berikut:

1. Parafin

Parafin adalah kelompok senyawa hidrokarbon jenuh berantai lurus (alkana), $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Contohnya adalah metana (CH_4), etana (C_2H_6), n-butana (C_4H_{10}), isobutana (2-metil propana, C_4H_{10}), isopentana (2-metilbutana, C_5H_{12}), dan isooktana (2,2,4-trimetil pentana, C_8H_{18}). Jumlah senyawa yang tergolong ke dalam senyawa isoparafin jauh lebih banyak daripada senyawa yang tergolong n-parafin. Tetapi, di dalam minyak bumi mentah, kadar senyawa isoparafin biasanya lebih kecil daripada n-parafin

2. Naften

Naften adalah senyawa hidrokarbon jenuh yang membentuk struktur cincin dengan rumus molekul C_nH_{2n} . Senyawa-senyawa kelompok naften yang banyak ditemukan adalah senyawa yang struktur cincinnya tersusun dari 5 atau 6 atom karbon. Contohnya adalah siklopentana (C_5H_{10}), metilsiklopentana (C_6H_{12}) dan sikloheksana (C_6H_{12}). Umumnya, di dalam minyak bumi mentah, naftena merupakan kelompok senyawa hidrokarbon yang memiliki kadar terbanyak kedua setelah n-parafin.

3. Aromatik

Aromatik adalah hidrokarbon-hidrokarbon tak jenuh yang berintikan atom-atom karbon yang membentuk cincin benzen (C_6H_6). Contohnya benzen (C_6H_6), metilbenzen (C_7H_8), dan naftalena ($C_{10}H_8$). Minyak bumi dari Sumatera dan Kalimantan umumnya memiliki kadar aromatik yang relatif besar.

4. Senyawa Belerang

Belerang terdapat dalam bentuk hidrogen sulfida (H_2S), belerang bebas (S), merkaptan ($R-SH$, dengan R =gugus alkil), sulfida ($R-S-R'$), disulfida ($R-S-S-R'$) dan tiofen (sulfida siklik)

2.6.3 Standar Mutu Minyak Tanah

Berdasarkan pertimbangan dan memperhatikan Pasal 3 ayat 1 Permen ESDM Nomor 0048 Tahun 2005, Pelaksana Tugas Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Ego Syahril tanggal 9 Juli 2020 menetapkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 119.K/18/DJM/2020 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Tanah yang Dipasarkan di Dalam Negeri.

Diktum kesatu menyatakan, Dirjen Migas menetapkan standar dan mutu (spesifikasi) BBM jenis minyak tanah yang dipasarkan di dalam negeri, sebagaimana tercantum dalam lampiran yang menjadi bagian tidak terpisahkan dari Kepdirjen ini.

Tabel 2.4 Standar dan Mutu Bahan Bakar Minyak Tanah (Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 119.K/18/DJM/2020)

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji	
			Min.	Maks.	ASTM	lainnya
1.	Berat Jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	-	835	D 1298/ D 4052	-
2.	Titik Asap	mm	15	-	D 1322	-
3.	Nilai Jelaga (<i>Char Value</i>)	% m/m	-	0,004 ¹⁾	-	IP 10
4.	Distilasi :				D 86	
4.1	Perolehan Volume pada 200°C	% vol	18	-	-	-
4.2	Titik Akhir	°C	-	310	-	-
5.	Titik Nyala Abel	°C	38,0	-	-	IP 170
6.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,20 ²⁾	D 1266/ D 2622/ D 4294/ D 5453	-
7.	Korosi Bilah Tembaga	merit	Kelas 1		D 130	-
8	Bau dan Warna	-	Dapat dipasarkan		-	-

2.7 Viskositas Aspal

Viskositas atau kekentalan aspal secara universal adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan bahan sebanyak 60 ml dalam detik pada slump tertentu melalui lubang universal (*Universal Orifice*) yang telah distandarkan dan dinyatakan dalam S.U.S (*Saybolt Universal Second*). Viskositas dapat pula disebut sebagai kekentalan saybolt furol yaitu waktu yang diperlukan untuk mengalirkan suatu bahan sebanyak 60 ml dalam detik pada suhu tertentu melalui lubang Furol (*Furol Orifice*) yang telah distandarkan dan dinyatakan dalam S.F.S (*Saybolt Furol Second*). Viskositas biasanya dilakukan untuk aspal cair atau aspal emulsi. Pengujian ini dilakukan terhadap aspal keras untuk menentukan suhu pencampuran

dan pemadatan dari campuran aspal beton. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat viscometer (RSNI M-01-2003).

Kekuatan absolut atau dinamik dinyatakan dalam satuam pada detik atau poise (1 poise = 0,1 Pa detik) viskositas kinematika dinyatakan dalam satuan cm^2/detik dan stoket atau centitokes (1 stokes = 100 centistokes. 1 cm^2/detik) karena kekentalan kinematik sama dengan kekentalan absolut dibagi dengan berat jenis (kira-kira 1 cm^2/detik untuk bitumen)

Kekentalan kinematik absolut dan kekentalan kionematik mempunyai harga yang relatif sama apabila kedua-duanya dinyatakan masing-masing dalam stokes. Kekentalan kedua-duanya dinyatakan oleh waktu menetes (dalam detik /menit) dan pada suhu berapa dilakukan pengujian. Waktu yang didapat harus dirobah dalam bentuk c (cst)

$$C \text{ (cst)} = \text{Waktu yang dicatat} \times 2,18 \quad (2.8)$$

C (cst) berguna untuk pembuatan dan memasukan nilai pada grafik natinya pada pratikum pengujian viskositas diperlukan 60 ml sampel untuk melalui suatu lubang yang telah dikalibrasi. Diukur dibawah kondisi tertentu dan selanjutnya dilaporkan sebagai nilai viskositas dari sampel tersebut pada suhu tertentu, sedangkan viskositas kinematik dinyatakan dengan waktu Yang dibutuhkan oleh bitumen cair dengan suhu 50°C untuk mengisi penuh wadah gelas (viskositas)

Penentuan kekentalan dengan menggunakan alat saybolt ini sebenarnya kurang praktis karena hasilnya didapat dari hasil percobaan tidak bisa digunakan langsung tetapi harus dihitung dulu dengan menggunakan faktor koreksi.

Tetapi dengan mengabaikan ketidakpraktisan diatas, sifat kekentalan material bitumen merupakan salah satu faktor penting dalam pelaksanaan perencanaan

campuran maupun dilapangan disini hubungan antara kekentalan dan suhu mencapai peranan sifat campuran tertentu . Apabila viskositas yang terlalu tinggi, maka akan menyulitkan dalam pelaksanaanya campuran sebaiknya apabila suhu viskositas terlalu rendah maka bitumen tersebut menjadi kurang berperan sebagai bahan perekat pada campuran dan ini akan mengurangi stabilitas campuran.

2.7.1 *Saybolt Furol*

Viskositas dapat pula disebut sebagai kekentalan *saybolt furol* yaitu waktu yang diperlukan untuk mengalirkan suatu bahan sebanyak 60 ml dalam detik pada suhu tertentu melalui lubang Furol (*Furol Office*) yang telah distandarkan dan dinyatakan dalam S.F.S (*Saybolt Furol Second*) (SNI 7729, 2011).



Gambar 2.7 *Saybolt Furol* (SNI 7729, 2011).

2.8 *Prime Coat*

Prime Coat (Lapis resap pengikat) adalah lapis ikat yang diletakkan di atas lapis pondasi agregat. *Prime Coat* umumnya adalah aspal dengan penetrasi 80/100 atau penetrasi 60/70 yang dicairkan dengan minyak tanah.

Volume yang digunakan berkisar antara 0,4 sampai dengan 1,3 liter/ m^3 untuk lapis pondasi agregat kelas A dan 0,2 sampai 1 liter/ m^3 untuk pondasi tanah semen. Setelah pengeringan selama 4 sampai 6 jam, bahan pengikat harus telah meresap

kedalam lapis pondasi. Lapis resap pengikat yang berlebih dapat mengakibatkan pelelehan (*bleeding*) dan dapat menyebabkan timbulnya bidang geser, untuk itu pada daerah yang berlebih ditabur dengan pasir dan dibiarkan agar pasir tersebut diselimuti aspal.

Kegunaan dari *prime coat* adalah untuk :

1. Memberikan daya ikat antara lapis pondasi agregat dengan campuran aspal.
2. Mencegah lepasnya butiran lapis pondasi agregat jika dilewati kendaraan sebelum dilapis dengan campuran aspal.
3. Menjaga lapis pondasi agregat dari pengaruh cuaca, khususnya hujan, sehingga air tidak masuk ke dalam lapisan pondasi agregat yang bisa saja menyebabkan kerusakan struktur jalan.

Bahan Lapis Resap Pengikat :

1. Aspal emulsi reaksi sedang (*medium setting*) atau reaksi lambat (*slow setting*) yang memenuhi SNI 03-4798-1998.
2. Umumnya hanya aspal emulsi yang dapat menunjukkan peresapan yang baik pada lapis pondasi tanpa pengikat yang disetujui. Aspal emulsi harus mengandung residu hasil penyulingan minyak bumi (aspal dan pelarut) tidak kurang dari 60 % dan mempunyai penetrasi aspal tidak kurang dari 80/100. Direksi Pekerjaan dapat mengizinkan penggunaan aspal emulsi yang diencerkan dengan perbandingan 1 bagian air bersih dan 1 bagian aspal emulsi dengan syarat tersedia alat pengaduk mekanik yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
3. Aspal semen Pen.80/100 atau Pen.60/70, memenuhi AASHTO M20, diencerkan dengan minyak tanah (kerosin). Proporsi minyak tanah yang

digunakan sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan. Kecuali diperintah lain oleh Direksi Pekerjaan, perbandingan pemakaian minyak tanah pada percobaan pertama harus dari 80 – 85 bagian minyak per 100 bagian aspal semen (80 pph – 85 pph) kurang lebih ekivalen dengan viskositas aspal cair hasil kilang jenis MC-30).

4. Pemilihan jenis aspal emulsi yang digunakan, kationik atau anionik, harus sesuai dengan muatan batuan lapis pondasi. Gunakan aspal emulsi kationik bila agregat untuk lapis pondasi adalah agregat basa (bermuatan negatif) dan gunakan aspal emulsi anionik bila agregat untuk lapis pondasi adalah agregat asam (bermuatan positif). Bila ada keraguan atau bila aspal emulsi anionik sulit didapatkan, Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan untuk menggunakan aspal emulsi kationik.
5. Bilamana lalu lintas diijinkan lewat di atas lapis resap pengikat maka harus digunakan bahan penyerap (*blotter material*) dari hasil pengayakan kerikil atau batu pecah, terbebas dari butiran-butiran berminyak atau lunak, bahan kohesif atau bahan organik. Tidak kurang dari 98 persen harus lolos ayakan ASTM 3/8" (9,5 mm)

2.9 Tack Coat

Tack Coat adalah lapis perekat yang diletakkan diatas lapis beraspal atau lapis beton semen. *Tack coat* berfungsi untuk memberikan daya ikat antara lapis lama dengan lapisan baru, dan dipasang pada permukaan beraspal atau beton semen yang kering dan bersih. Bahan lapis perekat adalah aspal emulsi yang cepat menyerap atau aspal keras pen 80/100 atau pen 60/70 yang dicairkan dengan 25 sampai 30 bagian minyak tanah per 100 bagian aspal. Pemakaiannya berkisar

antar 0,15 liter/m² samapai 0,50 liter /m². Lebih tipis dibandingkan dengan pemakaian lapis resap pengikat (*prime coat*).

Banyak pendapat yang berbeda mengenai kapan penghamparan campuran aspal dapat dilakukan. Ada yang berpendapat bahwa penghamparan bias dilakukan dengan segera meskipun proses pengeringan belum sepenuhnya selesai, ada juga yang berpendapat bahwa harus menunggu lapisan lapis perekat ini kering terlebih dahulu, baru bias dilakukan penghamparan campuran aspal. Tetapi kenyataan dilapangan banyak menggunakan pendapat yang pertama.

Bahan Lapis Perekat :

- a. Aspal emulsi reaksi cepat (*rapid setting*) yang memenuhi ketentuan SNI 03-6932-2002 atau SNI 03-4798-1998. Direksi Pekerjaan dapat mengijinkan penggunaan aspal emulsi yang diencerkan dengan perbandingan 1 bagian air bersih dan 1 bagian aspal emulsi dengan syarat tersedia alat pengaduk mekanik yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- b. Aspal semen Pen.60/70 atau Pen.80/100 yang memenuhi ketentuan AASHTO M20, diencerkan dengan 25 - 30 bagian minyak tanah per 100 bagian aspal (25 pph – 30 pph).
- c. Bila lapis perekat dipasang di atas lapis beraspal atau berbahan pengikat aspal, gunakan aspal emulsi kationik. Bila lapis perekat dipasang di atas perkerasan beton atau berbahan pengikat semen, gunakan aspal emulsi anionik. Bila ada keraguan atau bila bila aspal emulsi anionik sulit didapatkan, Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan untuk menggunakan aspal emulsi kationik.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2021 di UPTD Laboratorium Bahan dan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Provinsi Sumatera Barat, pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di labor aspal UPTD Laboratorium Bahan dan Konstruksi sebagai tempat uji penetrasi aspal, berat jenis aspal dan kerosin, dan viskositas aspal dengan alat uji Penetrometer untuk mendapatkan nilai penetrasi aspal dan Saybolt Furol untuk alat uji viskositas aspal

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan kali ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental dan Standar penelitian ini menetapkan cara uji viskositas saybolt furol aspal secara empiris pada temperatur yang ditentukan 50°C dengan mencampurkan kerosin pada aspal dengan variasi campuran 20 PPH (*Part Per Hundred*) sampai dengan 90 PPH (*Part Per Hundred*) dengan metode pengujian di mulai dari uji penetrasi aspal, berat jenis dan uji viskositas, dimana pengujian ini nantinya diperoleh nilai viskositas untuk *prime coat* (lapis pengikat) dan *tack out* (lapis perekat) yang dapat digunakan untuk menentukan campuran kerosin dengan aspal. Pencampuran antara kerosin dan aspal untuk *prime coat* dan *tack out* diperoleh dari nilai viskositas berdasarkan hasil kalibrasi dan standarisasi SNI 06-6721-2002 dan SPEC Bina Marga REV 3 2010.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan

dengan teori-teori relevan yang mendukung dalam pengambilan data dan perancangan aplikasi. Kajian pustaka yang diperlukan penelitian ini mengenai viskositas aspal, karakteristik aspal, karakteristik kerosin, penetrasi aspal, berat jenis aspal, cara mencari nilai viskositas dengan saybolt furol, penggunaan kerosin pada aspal, parameter yang mempengaruhi kualitas aspal, mencari nilai viskositas lapis pengikat (*prime coat*) dan lapis perekat (*tack coat*)

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, dilaksanakan beberapa pengujian, oleh sebab itu alat dan bahan penelitian dibagi menjadi 3, yaitu alat dan bahan untuk pengujian penetrasi aspal, pengujian berat jenis aspal dan pengujian viskositas aspal.

3.4.1 Alat dan Bahan Pengujian Penetrasi Aspal

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian penetrasi aspal sebagai berikut:

1. Penetrometer (1 buah)

Penetrometer yang digunakan dalam penelitian ini adalah penetrometer otomatis. Ada dua macam penetrometer yaitu penetrometer manual dan penetrometer otomatis. Perbedaan kedua penetrometer ini terletak pada:

Pengukur waktu. Pada penetrometer manual diperlukan stopwatch sedangkan pada penetrometer otomatis tidak diperlukan stopwatch karena pengukur waktu otomatis sudah terangkai dalam alat penetrometer,

2. Jarum penetrasi (1 buah)

Harus terbuat dari stainless steel dan dari bahan yang kuat, Grade 440-C atau yang setara, HRC 54 sampai 60.

3. Cawan benda uji (2 buah)

Terbuat dari logam atau gelas yang berbentuk silinder dengan dasar yang rata

4. Bak perendam (1 buah)

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat mempertahankan temperatur $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Bejana atau bak perendam harus dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang terletak tidak kurang dari 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana.

5. Transfer dish (1 buah)

Transfer dish harus mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan cukup tinggi untuk dapat merendam cawan benda uji ukuran besar. Transfer dish harus disertai dudukan, antara lain kaki tiga, agar cawan benda uji tidak bergerak selama pengujian.

6. Pengatur waktu (1 buah)

Untuk penetrometer yang dijalankan secara manual dapat digunakan pengukur waktu apa saja seperti stopwatch atau pengatur waktu elektrik yang terkalibrasi dan mempunyai skala terkecil 0,1 detik atau kurang dengan kesalahan tertinggi 0,1 detik untuk setiap 60 detik. Untuk penetrometer otomatis kesalahan tidak boleh lebih dari 0,1 detik.

7. Termometer (1 buah)

Termometer harus dikalibrasi dengan maksimum kesalahan skala tidak melebihi $0,1^{\circ}\text{C}$ atau dapat juga digunakan pembagian skala termometer lain yang sama ketelitiannya dan kepekaannya;

8. Benda uji

Benda uji adalah aspal sebanyak 100 gram yang bersih dan bebas dari air serta minyak ringan

3.4.2 Alat dan Bahan Pengujian Berat Jenis

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian berat jenis aspal sebagai berikut:

1. Piknometer (2 buah)

Piknometer terbuat dari gelas dengan bentuk dan ukuran. Diameter penutup piknometer 22 mm sampai dengan 26 mm. Pada bagian tengah penutup harus terdapat lubang ke atas dengan diameter antara 1,0 mm sampai dengan 2,0 mm. Penutup harus memiliki permukaan atas yang halus dan rata serta memiliki permukaan bawah yang cekung sehingga udara dalam piknometer mudah keluar melalui lubang pada penutup. Tinggi cekungan pada bagian tengah penutup harus 4,0 mm sampai dengan 18,0 mm. Piknometer harus memiliki kapasitas isi 24 mL sampai dengan 30 mL serta berat tidak lebih dari 40 g.

2. Bak perendam (1 buah)

Bak perendam memiliki temperatur yang konstan yaitu dapat mempertahankan temperatur sehingga tidak berbeda lebih dari 0,1°C dari temperatur pengujian yang diinginkan.

3. Termometer (1 buah)

Termometer gelas yang sudah dikalibrasi dengan rentang pembacaan yang memadai serta memiliki skala sekurang-kurangnya tiap 0,1°C dan dengan kesalahan maksimum 0,1°C. Umumnya digunakan termometer ASTM 63

C dengan rentang antara -8°C sampai dengan 32°C sesuai SNI 16-6421.

4. Timbangan (1 buah)

Timbangan harus sesuai persyaratan pada SNI 03-6414 dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,002 gram.

5. Gelas kimia (1 buah)

Gelas kimia atau beaker glass dengan isi 600 mL.

6. Kompor gas (1 buah)

Pembakar gas bunsen.

7. Benda Uji

Benda Uji adalah aspal PERTAMINA penetrasi 60/70 dan kerosin (minyak tanah).

3.4.3 Alat dan Bahan Pengujian Viskositas Aspal

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian viskositas aspal sebagai berikut:

1. Viskometer saybolt furol dan penangas (1 buah)

Penangas eksternal dapat digunakan, dan bila digunakan harus diletakkan pada jarak lebih dari 51 mm dari viskometer. Penangas terbuat dari bahan aluminium dengan pengatur temperatur tetap dan tanpa alat pengaduk.

2. Tabung viskometer (1 buah)

Mempunyai ukuran panjang dari ujung lubang furol sampai dengan leher tabung adalah $125 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, diameter dalam $29,7 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$.

Lubang furol mempunyai diameter $4,3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$,

3. Cincin pemindah (1 buah)

Dibuat dari bahan logam tahan karat sama seperti bahan untuk viskometer.

4. Penutup tabung viskometer (1 buah)

Terbuat dari logam, berbentuk silinder dengan penutup mempunyai diameter lebih kurang 57 mm dan tinggi 7 mm. Satu lubang terletak di tengah penutup, lubang berukuran sedikit lebih besar dari diameter termometer.

5. Penyangga termometer (1 buah)

Penyangga termometer diletakkan di atas tabung viskometer

6. Termometer viskositas saybolt (1 buah)

Termometer yang digunakan untuk mengukur temperatur benda uji. Termometer ini akan digunakan untuk mengetahui temperatur aspal agar tidak berubah

7. Termometer penangas (1 buah)

Termometer viskositas saybolt, atau alat pengukur temperatur lainnya yang mempunyai ketelitian sama.

8. Saringan (1 buah)

Saringan No.20 (850 μm) yang memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 03-6866-2002

9. Labu penampung (1 buah)

Untuk menampung aspal yang diuji

10. Pengukur waktu (1 buah)

Pengukur waktu dengan skala pembagian 5 per detik atau 10 per detik dan mempunyai ketelitian 0,1% (3,6 detik) jika diuji sampai interval 60 menit.

Pengukur waktu elektronik dapat digunakan.

11. Pemanas listrik (hot plate) (1 buah)

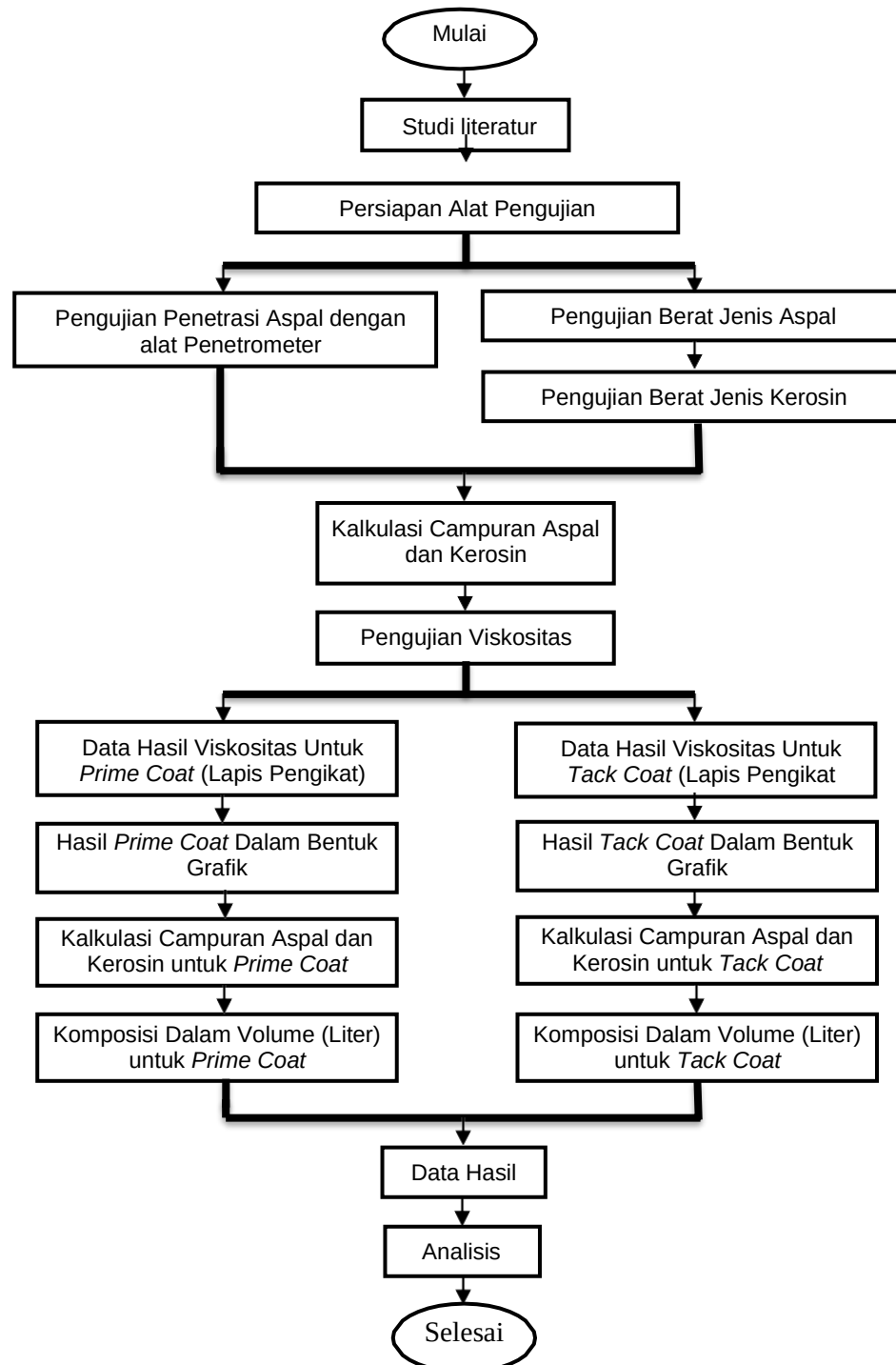
Mempunyai diameter sekitar 200 mm, dengan kapasitas daya listrik 500 watt sampai dengan 600 watt untuk pemanasan sedang dan 1200 watt untuk pemanasan tinggi.

12. Benda Uji

Benda Uji adalah aspal PERTAMINA penetrasi 60/70 dan kerosin (minyak tanah)

3.5 Diagram Alir Penelitian

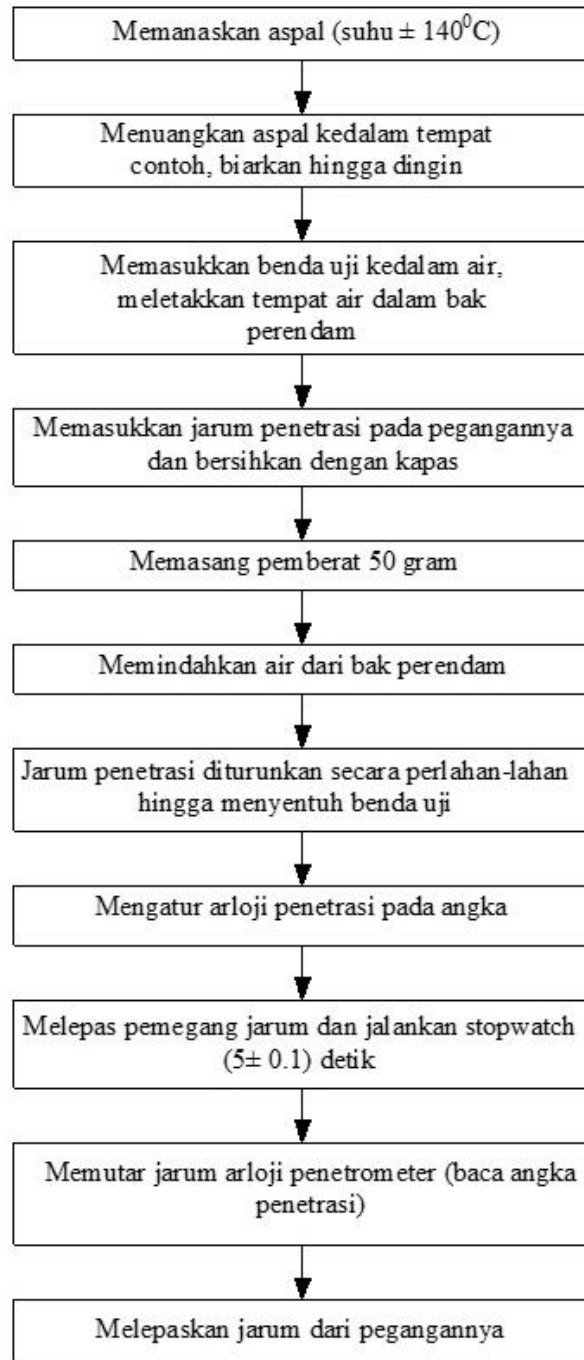
Penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Diagram Pelaksanaan Pengujian Penetrasi Aspal

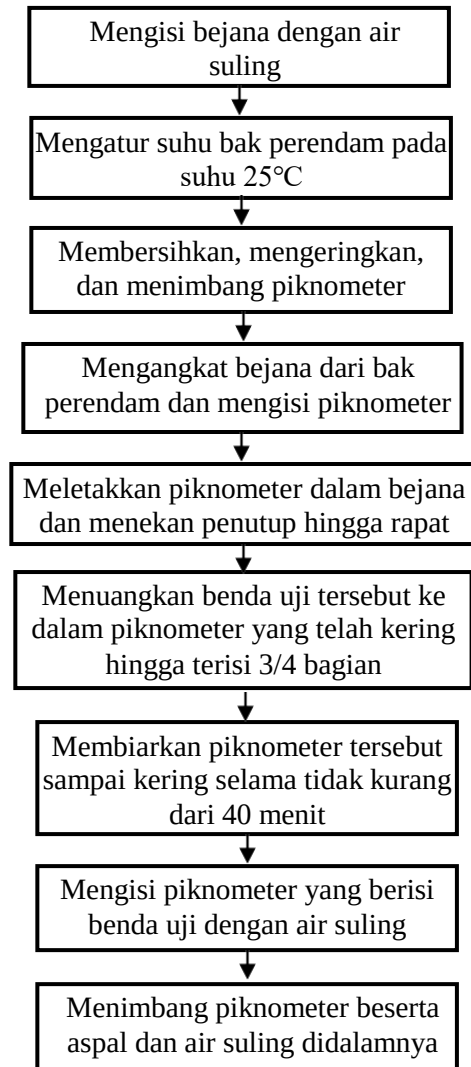
Berikut diagram pengujian penetrasi aspal:



Gambar 3.2 Diagram Pelaksanaan Pengujian Penetrasi Aspal

3.5.2 Diagram Pelaksanaan Pengujian Berat Jenis

Berikut diagram pengujian berat jenis:



Gambar 3.3 Diagram Pelaksanaan Pengujian Berat Jenis

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur Pelaksanaan penelitian terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

3.6.1 Prosedur Pengujian Penetrasi Aspal

Adapun prosedur pengujian penetrasi aspal sebagai berikut:

1. Panaskan contoh perlahan-lahan serta aduk hingga cukup cair untuk dapat dituangkan; pemanasan contoh untuk aspal keras $\leq 90^{\circ}\text{C}$ di atas titik lembek;

waktu pemanasan maksimum 30 menit; aduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk ke dalam contoh,

2. Tuangkan aspal 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*),
3. Tutup 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 yang besar,
4. Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut ke dalam bak perendam yang bersuhu 25°C; diamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil, dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar,
5. Periksa pemegang jarum agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluen atau pelarut lain kemudian keringkan dengan lap bersih dan pasang pada pemegang jarum,
6. Pasang pemberat 50 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar $(100 \pm 0,1)$ gram;
7. Pindahkan tempat air berikut benda uji dari bak perendam ke bawah alat penetrasi;
8. turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji; kemudian atur angka 0 di arloji penetrometer sehingga jarum penunjuk berimpit,
9. Lepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan *stop watch* selama $(5 \pm 0,1)$

detik; bila pembacaan *stop watch* lebih dari (5 ± 1) detik, hasil tersebut tidak berlaku,

10. Putar arloji penetrometer dan baca angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk; bulatkan hingga angka 0,1 mm terdekat,
11. Masukkan data data yang diperoleh ke dalam form yang sudah disediakan.
12. Lepaskan jarum dari pemegang, siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya;
13. Lakukan pekerjaan Butir 1 sampai 8. di atas minimum 3 kali untuk benda uji yang sama, dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lain dan dari tepi dinding >1 cm.

3.6.2 Prosedur Pengujian Berat Jenis

Adapun prosedur pengujian berat jenis sebagai berikut:

1. Mengisi bejana dengan air suling hingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam ± 40 mm. Kemudian merendam dan menjepit bejana ke dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm.
2. Mengatur suhu bak perendam pada suhu 25°C .
3. Membersihkan, mengeringkan, dan menimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg (didapat berat A gram).
4. Mengangkat bejana dari bak perendam dan mengisi piknometer dengan air suling, kemudian menutup piknometer dengan ditekan.
5. Meletakkan piknometer dalam bejana dan menekan penutup hingga rapat, mengembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Mendiamkan bejana tersebut dalam bak perendam selama sekurang-

kurangnya 30 menit. Menimbang piknometer yang berisi air suling penuh dengan ketelitian 1 mg (didapat berat B gram).

6. Menuangkan benda uji tersebut ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi 3/4 bagian.
7. Membiarkan piknometer tersebut sampai kering selama tidak kurang dari 40 menit, kemudian menimbang piknometer dengan penutupnya yang telah terisi benda uji dengan ketelitian 1 mg (didapat berat C gram).
8. Mengisi piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan menutupnya tanpa di tekan, lalu mendiamkan agar gelembung udara keluar. Kemudian menimbang piknometer beserta aspal dan air suling didalamnya. (didapat berat D gram).

3.6.3 Prosedur Pengujian Viskositas Aspal

Adapun prosedur pengujian viskositas aspal sebagai berikut:

1. Panaskan benda uji yang kental yang sulit dituangkan pada suhu ruangan pada suhu 50°C beberapa menit sampai dapat dituang.
2. Mengaduk contoh uji hingga merata.
3. Menyaring contoh uji melalui saringan, langsung masukkan ke tabung viskometer sampai pinggir atas tabung viskometer.
4. Mengaduk benda uji dalam viskometer dengan termometer. Viskometer yang telah dilengkapi penyanggah dengan kecepatan 30 - 50 putaran per menit; apabila suhu konstant $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ dari suhu pengujian, maka aduk selama 1 menit kemudian angkat termometernya.
5. Mengambil benda uji yang berlebihan dengan penyedot sampai batas peluapan (over flow).

6. Cabut gabus dari viskometer dan mulai jalankan pencatat waktu saat benda uji menyentuh dasar labu.
7. Hentikan pencatat waktu apabila benda uji tepat pada batas 60 ml labu viskometer.
8. Catat waktu alir (t) dalam detik $\pm 0,1$ detik.
9. Tutup lubang viskometer dengan alat penyumbat.

3.7 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada analisis hasil nilai viskositas dengan metode pencampuran kerosin pada aspal penetrasi 60/70 pada penelitian ini dengan melakukan pengambilan data secara eksperimental dengan melakukan tiga pengujian yaitu pengujian penetrasi aspal, pengujian berat jenis aspal dan kerosin (minyak tanah) dan melakukan pengujian viskositas dengan alat saybolt furol. Dilakukan pengujian sehingga memperoleh data dari hasil pengujian tersebut. Setelah diperoleh data dari hasil pengujian penetrasi dan berat jenis, kemudian data tersebut digunakan untuk pengujian viskositas. Pengambilan data penetrasi dilakukan dengan 2 sampel yang masing-masingnya 5 kali pengujian. Kemudian mencari nilai berat jenis aspal dan kerosin (minyak tanah). Setelah itu diperoleh data pengujian viskositas lalu dibagi menjadi 2 yaitu *prime coat* (lapis pengikat) dan *tack coat* (lapis perekat). Komposisi campuran aspal dan kerosin diambil data dari 20 – 90 pph (*part per hundred*) lalu diperoleh nilai untuk *prime coat* dan *tack coat* kemudian di kalkulasikan campuran aspal dan kerosin, lalu komposisikan dalam bentuk volume (liter).

Tabel 3.1 Format Pengambilan Hasil Pengujian Penetrasi Aspal

Contoh dipanaskan	Mulai Jam :		Selesai Jam :		Suhu Oven (⁰ C)				
Didiamkan pada suhu ruang	Mulai Jam :		Selesai Jam :		Suhu Oven (0C)				
Direndam pada suhu 25 ⁰ C	Mulai Jam :		Selesai Jam :		Suhu Water Bath (⁰ C)				
Pemeriksaan Penetrasi	Mulai Jam :		Selesai Jam :		Suhu ruang terkondisi (⁰ C)				

Pembacaan ke	Pembacaan Dial, Benda Uji:						Nilai penetrasi (1/10 mm), T=25°C, Beban=100gr, waktu=5detik		
	I		II		III		Pembacaan Dial Akhir-Awal, Benda Uji:		
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	I	II	III
1									
2									
3									
4									
5									
Rata-rata									

Tabel 3.2 Format Pengambilan Hasil Pengujian Berat Jenis

Nomor Contoh		I	II	III
Berat Piknometer + Tutup (gr)	A			
Berat Piknometer + Tutup + Air (gr)	B			
Berat Piknometer + Tutup + Aspal (gr)	C			
Berat Piknometer + Tutup + Aspal + Air (gr)	D			
Berat Jenis (gr/ml)	$\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$			

Tabel 3.3 Format Pengambilan Hasil Pengujian Viskositas Aspal

No.	Asphalt Cement + Carosene (pph)	Result		Keterangan
		Secound	Cst	
1	20			
2	30			
3	40			
4	50			
5	60			
6	70			
7	80			
8	90			

3.8 Pengolahan Data

Pengolahan data pengujian viskositas dibagi menjadi 2 yaitu *prime coat* (lapis pengikat) dan *tack coat* (lapis perekat). Komposisi campuran aspal dan kerosin diambil data dari 20 – 90 pph (*part per hundred*) lalu diperoleh nilai untuk *prime coat* dan *tack coat* kemudian di bentuk dalam grafik dan di kalkulasikan campuran aspal dan kerosin, lalu komposisikan dalam bentuk volume (liter).

3.8.1 Penentuan Persentase Komposisi Campuran Prime Coat dan Tack Coat Dalam Berat

Dalam penentuan persentase komposisi campuran prime coat dan tack coat, dilakukan kalkulasi persentase komposisi campuran dalam berat, dicari komposisi aspal pen 60/70 dengan kerosin (minyak tanah) kemudian dijadikan persentase untuk masing-masing aspal dan kerosin.

3.8.2 Penentuan Berat Jenis Gabungan

Penentuan berat jenis gabungan dilakukan dengan cara mencari terlebih dahulu berat jenis masing-masing. Berat jenis aspal penetrasi 60/70 dan berat jenis

kerosin (minyak tanah) yang telah dilakukan pengujiannya sebelum pengujian viskositas. Setelah di dapatkan berat jenis tersebut maka dilakukan kalkulasi untuk menentukan berat jenis gabungan.

3.8.3 Penentuan Persentase Komposisi Campuran Dalam Volume (Liter)

Dalam menentukan komposisi campuran dalam volume, dilakukan perhitungan pada masing-masing aspal dengan kerosin (minyak tanah), dimana dalam menentukan nilai komposisi aspal pen 60/70 dengan nilai komposisi campuran dalam berat dibagi dengan berat jenis aspal pen 60/70, kemudian dikalikan dengan berat jenis gabungan, begitu juga dengan komposisi campuran kerosin (minyak tanah) dalam volume, nilai komposisi campuran kerosin (minyak tanah) dalam berat dibagi dengan berat jenis kerosin (minyak tanah), kemudian dikalikan dengan berat jenis gabungan.

3.9 Metode Analisis Data

Analisis data pada penelitian kali ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif dengan melihat hasil viskositas yang diperoleh dari pengujian viskositas untuk prime coat (lapis pengikat) dan tack coat (lapis perekat). Analisis secara kuantitatif pada nilai campuran kerosin dengan aspal (pph) *Part Per Hundred* dilakukan dengan cara mengambil nilai pph yang dibutuhkan yaitu 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90, kemudian nilai viskositas yang didapat dari pengujian masing-masing pph tersebut dijadikan dalam bentuk grafik, dalam grafik yaitu perbandingan campuran aspal dan kerosin (pph) dengan nilai viskositas (Kinematic Viscosity) terhadap suhu yang ditetapkan 50°C. Kemudian setelah di dapatkan hasil dari grafik, selanjutnya kalkulasi campuran untuk prime coat dan tack coat, di

komposisikan campuran prime coat dan tack coat, lalu dari hasil pengujian berat jenis dilakukan perhitungan berat jenis gabungan dan persentase komposisi campuran dalam volume. Dari hasil tersebut dapat di analisis nilai viskositas terhadap campuran kerosin pada aspal penetrasi 60/70.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini memerlukan pengambilan data secara eksperimental dan pelaksanaan pengujian sesuai dengan standar yang berlaku dalam melaksanakan setiap pengujian. Penelitian ini memiliki beberapa pelaksanaan pengujian, uji sampel ini penting untuk mengetahui mutu sampel yang digunakan. Penelitian ini tentu memiliki tahapan, Penelitian di mulai dari pengujian penetrasi aspal, lalu pengujian berat jenis aspal dan berat jenis kerosin, kemudian pengujian viskositas aspal.

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan yaitu aspal penetrasi 60/70 dan kerosin (minyak tanah). Penelitian ini di mulai dari pengujian penetrasi aspal dengan menggunakan alat penetrometer untuk mengetahui nilai penetrasi aspal tersebut. Penelitian ini menggunakan aspal PERTAMINA penetrasi 60/70. Untuk memastikan aspal ini memiliki penetrasi 60/70 maka dilaksanakan pengujian penetrasi supaya penelitian ini bersifat objektif. Setelah dilaksanakan pengujian penetrasi aspal, pengujian selanjutnya untuk mengetahui nilai berat jenis suatu bahan dilakukan pengujian berat jenis dengan menggunakan piknometer. Nantinya nilai berat jenis ini berguna untuk kalkulasi komposisi campuran antara aspal dan kerosin. Kemudian untuk menentukan nilai viskositas yang akan di analisis, dilakukan pengujian viskositas aspal dengan alat saybolt furol.

Badan Standarisasi Nasional telah menetapkan tata cara pelaksanaan pengujian penetrasi dalam SNI 2456 – 2011 tata cara pengujian penetrasi, kemudian pengujian berat jenis dalam SNI 2441 – 2011 dan pengujian viskositas

SNI 06 – 6721 – 2002 tentang metode pengujian kekentalan aspal dengan alat saybolt.

Viskositas aspal dapat didefinisikan sebagai kekentalan saybolt furol yaitu waktu yang diperlukan untuk mengalirkan suatu bahan sebanyak 60 ml dalam detik pada suhu tertentu melalui lubang Furol (*Furol Orifice*) yang telah distandarkan dan dinyatakan dalam S.F.S (*Saybolt Furol Second*).

Lapis *prime coat* ataupun *tack coat* memiliki tata cara pelaksanaan yang sama. Keduanya memiliki spesifikasi, standar, perhitungan volume, dan aturan khusus serta berbeda untuk dapat dipakai. Lapis resap pengikat atau *prime coat* adalah lapis atau cairan ikat aspal cair yang diletakkan di atas lapisan pondasi. Walaupun berfungsi mengikat, *prime coat* tidak boleh diberikan berlebih. Karena jika diberikan berlebih akan menimbulkan *bleeding* atau kegemukan pada jalan. Lapisan *tack coat* atau lapis perekat adalah lapisan aspal cair yang diberikan sebelum lapis berikutnya akan dihamparkan. *Tack coat* diberikan di atas lapisan beraspal atau lapis beton semen. Ini dilakukan agar fungsi *tack coat* sebagai perekat dapat berfungsi, antara lapisan lama dan lapisan baru.

Pada penelitian ini, nilai viskositas digunakan untuk menentukan nilai *prime coat* dan *tack coat* melalui uji viskositas aspal dengan alat saybolt furol dengan metode pencampuran kerosin pada aspal penetrasi 60/70. Data yang didapatkan untuk mengetahui komposisi nilai pencampuran yang tepat berupa nilai viskositas kemudian di kalkulasikan nilai untuk *prime coat* dan *tack coat*, lalu di analisis sehingga mendapatkan suatu kesimpulan.

4.1.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Penetrasi Aspal

Aspal adalah material termoplastis yang mencair apabila di panaskan dan akan membeku/mengental apabila didinginkan, namun demikian prinsip material tersebut terhadap suhu prinsipnya membentuk suatu spektrum/beragam tergantung komposisi unsur unsur penyusunnya.

Dari sudut pandang rekayasa, ragam dari komposisi unsur aspal biasanya tidak ditinjau lebih lanjut, untuk menggambarkan karakteristik ragam respon aspal tersebut diperkenalkan beberapa parameter, salah satunya adalah Pen (penetrasi). Nilai ini menggambarkan kekerasan aspal pada suhu standar yaitu 25°C , yang diambil dari pengukur kedalaman penetrasi jarum standar (5 gr/100 gr) dalam rentang waktu standar (5 detik)

BRITISH standar membagi nilai penetrasi tersebut menjadi 10 macam, dengan rentang nilai penetrasi 15 s/d 40, Sedangkan AASTHO mendefinisikan nilai pen 40 – 50 sebagai nilai pen untuk material sebagai bahan bitumen terlembek/terlunak.

Setelah dilakukan pengujian maka di dapatkan nilai penetrasi sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal

Penetrasi pada 25°C 50 gram, 5 detik	Sample	
	1	2
Pengamatan		
1	69	64,2
2	67,3	60,8
3	62,6	71,2
4	69,5	67,6
5	70,3	66,9
Rata - rata (A dan B)	67,74	66,14
Rata - rata	66,94	

Nilai penetrasi diukur dinyatakan dalam nilai yang merupakan kelipatan 0,1 mm nilai penetrasi menentukan kekerasan aspal semakin tinggi nilai penetrasi makin lunak aspal tersebut begitu sebaliknya.

Pembagian penetrasi aspal :

1. Aspal pen 40/50 : Bila jarum penetrasi benda pada range (40 – 59)
2. Aspal pen 60/70 : Bila jarum penetrasi benda pada range (60 – 79)
3. Aspal pen 85/100 : Bila jarum penetrasi benda pada range (85 – 100)
4. Aspal pen 120/150 : Bila jarum penetrasi benda pada range (120 – 150)
5. Aspal pen 200/300 : Bila jarum penetrasi benda pada range (200– 300)

Pengujian ini di mulai dari memanaskan sampel aspal yang akan di uji, setelah memanaskan aspal, sampel di letakkan ke dalam piknometer sebanyak 50 gr, kemudian di diamkan dalam suhu ruang, lalu di rendam dalam bak dengan suhu 25°C selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pengujian penetrasi aspal. Besarnya nilai penetrasi sampel 1 untuk 5 kali pengamatan berurutan adalah 69, 67.3, 62.6, 69.5, dan 70.3, dengan nilai rata-rata penetrasi sebesar 67.74. Sedangkan untuk sampel 2 dengan jumlah pengamatan yang sama didapat nilai penetrasi secara berurutan sebesar 64.2, 60.8, 71.2, 67.6, dan 66.9 dengan nilai rata-rata penetrasi sebesar 66,14. Didapatkan hasil penetrasi aspal *PERTAMINA* sebesar 66,94. Jadi berdasarkan tingkat kekentalannya aspal dengan nilai PEN 60/70 termasuk dalam kategori AC-20. Aspal ini dapat digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas tinggi, dan daerah dengan cuaca iklim panas (AASHTO, 1980)

Dari hasil pengujian penetrasi ini menandakan bahwa aspal termasuk kategori penetrasi 60/70 sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2010. Hal ini berarti sampel aspal penetrasi 60/70 sudah memenuhi syarat dan sudah layak digunakan untuk

pengujian viskositas aspal menggunakan alat saybolt furol.

Pada pengujian penetrasi dilakukan pengujian secara berulang dengan 2 sampel selama 5 kali pengulangan, didapatkan nilai penetrasi yang bervariasi. Oleh sebab itu perlu untuk mengetahui nilai standar deviasi. Standar deviasi adalah ukuran besarnya perbedaan dari nilai sampel terhadap rata-rata. Semakin rendah nilai standar deviasi, maka semakin mendekati rata-rata, sedangkan jika nilai standar deviasi semakin tinggi, artinya semakin lebar rentang variasi datanya.

Rumus mencari nilai Standar Deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Rumus varian :

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2)$$

❖ Mencari nilai standar deviasi dari sampel 1 pengujian penetrasi.

$$n = 5$$

$$\bar{x} = 67,74$$

Tabel 4.2 Standar deviasi sampel 1

i	Data ke- i x_i	Rata-rata ($\bar{x}$)	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1	69	67,74	1,26	1,59
2	67,3	67,74	-0,44	0,19
3	62,6	67,74	-5,14	26,42
4	69,5	67,74	1,76	3,10
5	70,3	67,74	2,56	6,55
$\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = 37,85$				

Dari tabel di atas diperoleh

$$\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = 37,85$$

Oleh karena itu dapat dihitung varian

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{37,85}{4} = 9,46$$

Maka dapat diketahui nilai standar deviasi sampel 1

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{9,46} = 3,08$$

Nilai Standar Deviasi pada pengujian penetrasi sampel 1 adalah 3,08

❖ Mencari nilai standar deviasi dari sampel 2 pengujian penetrasi.

$$n = 5$$

$$\bar{x} = 66,14$$

Tabel 4.3 Standar deviasi sampel 2

i	Data ke- i x_i	Rata-rata ($\bar{x}$)	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1	64,2	66,14	-1,94	3,76
2	60,8	66,14	-5,34	28,52
3	71,2	66,14	5,06	25,60
4	67,6	66,14	1,46	2,13
5	66,9	66,14	0,76	0,58
$\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = 60,59$				

Dari tabel di atas diperoleh

$$\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = 60,59$$

Oleh karena itu dapat dihitung varian

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{60,59}{4} = 15,15$$

Maka dapat diketahui nilai standar deviasi sampel 2

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{15,15} = 3,89$$

Nilai Standar Deviasi pada pengujian penetrasi sampel 2 adalah 3,89

4.1.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat bitumen terhadap air suling pada suhu tertentu dengan volume yang sama. Berat jenis aspal merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam mendesain perencanaan campuran aspal dan agregat. Syarat minimal berat jenis adalah 1,00 gr /cc.

Berat jenis dari bitumen sangat tergantung dari nilai penetrasinya dan suhu bitumen itu sendiri. Macam –macam berat jenis dan kisaran nilainya :

1. Penetration grade bitumen dengan berat jenis antara 1,010 (untuk bitumen dengan penetrasi 300) sampai dengan 1,040 (untuk bitumen dengan penetrasi 25)
2. Bitumen yang telah teroksidasi dengan berat jenis antara 1,015 – 1,035
3. Hard grades bitumen dengan berat jenis antara 1,045 – 1,005
4. Cutback grades dengan berat jenis antara 0,992 – 1,007

Pada pengujian ini bahan yang digunakan adalah Aspal AC 60/70 produksi PT. Pertamina. Setelah dilakukan pengujian maka di dapatkan nilai berat jenis aspal sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal

	I	II
Berat piknometer + aspal	58,5569 gr	61,1834 gr
Berat piknometer kosong	43,1934 gr	41,6379 gr
Berat aspal (a)	15,3635 gr	19,5455 gr
Berat piknometer + air	68,6343 gr	76,9048 gr
Berat piknometer kosong	43,1934 gr	41,6379 gr
Berat air (b)	25,4409 gr	35,2669 gr
Berat piknometer + aspal + air	69,1045 gr	77,5036 gr
Berat piknometer + aspal	58,5569 gr	61,1834 gr
Berat air (c)	10,5476 gr	16,3202 gr
Isi aspal (b - c)	14,8933 ml	18,9467 ml
Berat jenis I = Berat aspal/isi aspal = 1,0316 gr / ml Berat jenis II = Berat aspal/isi aspal = 1,0316 gr / ml Rata - rata = 1,0316 gr / ml		

Nilai berat jenis aspal sampel 1 sebesar $1,0316 \text{ gr/cm}^3$ dan berat jenis aspal sampel 2 sebesar $1,0316 \text{ gr/cm}^3$. Jadi berat jenis rata-rata $1,0316 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan persyaratan berat jenis aspal keras SNI 06-2441-1991 berat jenis aspal yang diizinkan pada suhu 25°C untuk penetrasi 60/70 minimal 1 gr/cm^3 . Hasil ini menunjukkan bahwa pengujian berat jenis aspal memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu minimal $1,0 \text{ gr/cm}^3$. Oleh karena itu berat jenis aspal dari percobaan ini masuk dalam standar yang telah ditetapkan sehingga baik digunakan sebagai bahan campuran perkerasan.

4.1.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Berat Jenis Kerosin

Pengujian berat jenis kerosin ini perlu dilakukan untuk mengetahui nilai berat jenis kerosin, yang mana kerosin ini nantinya akan digunakan dalam proses pengujian viskositas sebagai bahan campuran dengan aspal penetrasi 60/70.

Setelah dilakukan pengujian maka di dapatkan nilai berat jenis kerosin sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Kerosin

	I	
Berat piknometer + minyak tanah	69,7313	gr
Berat piknometer kosong	23,7565	gr
Berat minyak tanah (a)	45,9748	gr
Berat piknometer + air	79,7243	gr
Berat piknometer kosong	23,7565	gr
Berat air (b)	55,9678	gr
Minyak tanah / Air (a / b)	0,8215	gr/ml
Berat jenis Minyak Tanah I	=	0,8215 gr / ml
Rata - rata	=	0,8215 gr / ml

Nilai berat jenis rata-rata kerosin sebesar 0,8215 gr/cm³. Berdasarkan persyaratan berat jenis minyak tanah dari Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 119.K/18/DJM/2020. Berat jenis minyak tanah yang diizinkan maksimal 0,835 gr/cm³. Oleh karena itu berat jenis kerosin dari percobaan ini masuk dalam standar yang telah ditetapkan sehingga baik digunakan sebagai penelitian

Konsentrasi :	50	pph							
Persiapan Alat		Mulai : 08.00 Akhir : 09.30							
Pemanasan sampai 50oC		Mulai : 09.30 Akhir : 11,15	Temp. Minyak :	58	°C				
Pengamatan		Mulai : 11,15 Akhir : 11,30	Temp. Contoh :	50	°C				

	Viskositas	Nilai	
		Detik	cSt
Temperatur pada 50 pPH		175	
Rata-rata :		175,0	370,00

Pada pengujian viskositas dengan konsentrasi campuran 50 PPH (*Part Per Hundred*) artinya 50 bagian kerosin per 100 bagian aspal. Setelah dilakukan pengujian di dapatkan nilai viskositas pada konsentrasi 50 pph yaitu 370,00 cSt (CentiStokes)

Tabel 4.10 Konsentrasi 60 pph

Konsentrasi : 60 pph									
Persiapan Alat		Mulai	:	08.00					
		Akhir	:	09.30					
Pemanasan sampai 50oC		Mulai	:	09.30	Temp. Minyak :	56	°C		
		Akhir	:	11,30					
Pengamatan		Mulai	:	11,30	Temp. Contoh :	50	°C		
		Akhir	:	11,45					

Pada pengujian viskositas dengan konsentrasi campuran 60 PPH (*Part Per Hundred*) artinya 60 bagian kerosin per 100 bagian aspal. Setelah dilakukan pengujian di dapatkan nilai viskositas pada konsentrasi 60 pph yaitu 212,27 cSt (CentiStokes)

Tabel 4.11 Konsentrasi 70 pph

Konsentrasi :	70	pph							
Persiapan Alat		Mulai : 08.00							
		Akhir : 09.30							
Pemanasan sampai 50oC		Mulai : 09.30		Temp. Minyak :	54	°C			
		Akhir : 11,45							
Pengamatan		Mulai : 11,45		Temp. Contoh :	50	°C			
		Akhir : 12.00							
					</				

Konsentrasi :	80	pph							
Persiapan Alat		Mulai : 08.00 Akhir : 09.30							
Pemanasan sampai 50oC		Mulai : 09.30 Akhir : 12.00	Temp. Minyak :	53	°C				
Pengamatan		Mulai : 12.00 Akhir : 12,15	Temp. Contoh :	50	°C				

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 80 ppH	35	
Rata-rata :	35	69,36

Pada pengujian viskositas dengan konsentrasi campuran 80 PPH (*Part Per Hundred*) artinya 80 bagian kerosin per 100 bagian aspal. Setelah dilakukan pengujian di dapatkan nilai viskositas pada konsentrasi 80 pph yaitu 69,36 cSt (CentiStokes)

Tabel 4.13 Konsentrasi 90 pph

Konsentrasi : 90 pph									
Persiapan Alat	Mulai	:	08.00						
	Akhir	:	09.30						
Pemanasan sampai 50oC	Mulai	:	09.30	Temp. Minyak	:	52	°C		
	Akhir	:	12,15						
Pengamatan	Mulai	:	12,15	Temp. Contoh	:	50	°C		
	Akhir	:	12,30						
Viskositas		Nilai							
				Detik		cSt			
Temperatur pada 90 pph				21					
Rata-rata :				21		36,02			

Pada pengujian viskositas dengan konsentrasi campuran 90 PPH (*Part Per Hundred*) artinya 90 bagian kerosin per 100 bagian aspal. Setelah dilakukan pengujian di dapatkan nilai viskositas pada konsentrasi 90 pph yaitu 36,02 cSt (CentiStokes)

4.2.1 Hasil dan Pembahasan Prime Coat

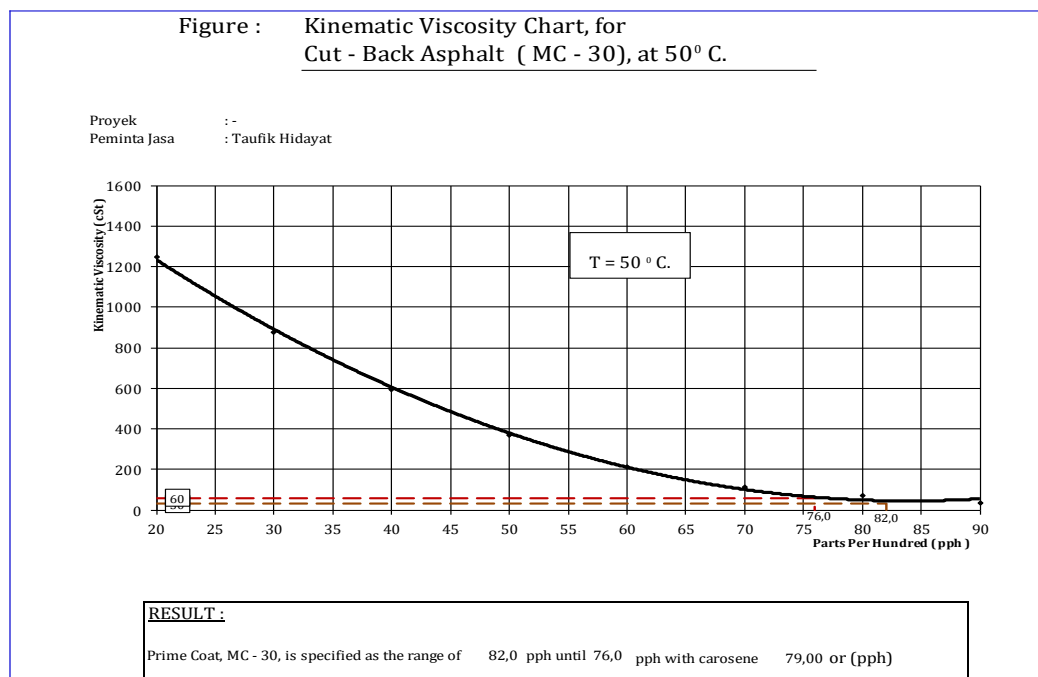
Lapis resap pengikat atau *prime coat* adalah lapis atau cairan ikat aspal cair yang diletakkan di atas lapisan pondasi. Walaupun berfungsi mengikat, *prime coat* tidak boleh diberikan berlebih. Pengujian untuk mengetahui nilai *prime coat* ini perlu dilakukan agar supaya dapat mengetahui takaran atau proporsi penggunaan kerosin dan aspal karena jika diberikan berlebih akan menimbulkan *bleeding* atau kegemukan pada jalan.

Setelah dilakukan pengujian viskositas maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data, berikut ini data rekap untuk *prime coat*:

Tabel 4.14 Data Rekap Prime Coat

No.	Asphalt Cement + Carosene	Result		Keterangan
	(pph)	Secound	Cst	
1	20	590	1246,00	Spesifikasi Prime Coat 2018
2	30	419	876,50	80 pph - 85 pph Minyak Tanah per
3	40	281	594,67	100 pph Aspal Pen 60/70 (atau Aspal
4	50	175	370,00	Pen 80/100).
5	60	101	212,27	
6	70	54	112,00	
7	80	35	69,36	
8	90	21	36,02	

Pengujian dilaksanakan dalam 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 (pph). Diperoleh waktu masing-masing secara berurutan 590; 419; 281; 175; 101; 54; 35; 21 (Secound). Maka diperoleh hasil viskositas dalam cSt 1246.00; 876.50; 594.67; 370.00; 212.27; 112.00; 69.36; 36.02 (centiStokes). Spesifikasi standar untuk prime coat 80 – 85 bagian per 100 bagian aspal



Gambar 4.1 Grafik Prime Coat

Dari Grafik dapat dilihat hubungan pencampuran kerosin pada aspal pen 60/70 (pph) dengan nilai viskositas. Semakin besar nilai pencampuran kerosin pada aspal (pph) Part Per Hundred maka semakin kecil nilai viskositas, artinya semakin banyak menggunakan kerosin pada pencampuran aspal, semakin rendah nilai kekentalan campuran.

Pada grafik *prime coat* terlihat kurvanya melandai ke bawah, dan untuk menetapkan nilai campuran pph untuk prime coat, berada pada rentang nilai viskositas 30 hingga 60 centiStokes. Pada grafik tersebut kurva pph yang mengenai angka viskositas yg telah di standarkan berada pada rentang 76 pph hingga 82 pph.

Berdasarkan SNI 4799 2008 dan SPEC Bina Marga mengenai prime coat, nilai rentang viskositas untuk prime coat, memiliki rentang nilai 30 cSt hingga 60 cSt dengan spesifikasi standar nilai PPH memiliki rentang nilai 80 pph hingga 85 pph. Setelah dilakukan penelitian untuk prime coat dapat diketahui nilai rentang pph pada penelitian ini yaitu 76 pph hingga 82 pph. Sebagaimana pada SPEC Bina Marga 2010, Direksi Pekerjaan mendapatkan nilai *prime coat* dan *tack coat* dari nilai tengah kurva dan rentang standard. Maka nilai *prime coat* yang didapatkan pada nilai tengah dan rentang standar dari 76 pph hingga 82 pph adalah 80 pph.

4.2.2 Hasil dan Pembahasan Tack Coat

Lapisan *tack coat* atau lapis perekat adalah lapisan aspal cair yang diberikan sebelum lapis berikutnya akan dihamparkan. *Tack coat* diberikan di atas lapisan beraspal atau lapis beton semen. Pengujian tack coat Ini perlu dilakukan agar fungsi *tack coat* sebagai perekat dapat berfungsi, antara lapisan lama dan lapisan baru.

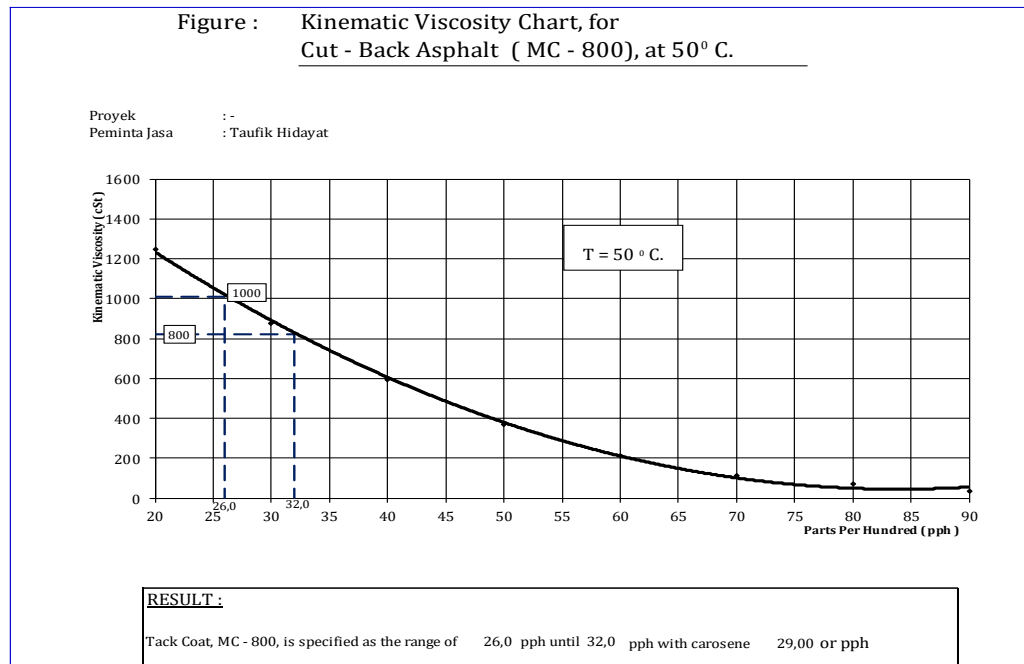
Setelah dilakukan pengujian viskositas maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data, berikut ini data rekap untuk tack coat:

Tabel 4.15 Data Rekap Tack Coat

No.	Asphalt Cement + Carosene (pph)		Result		Keterangan
			Secound	Cst	
1		20	590	1246,00	Spesifikasi Tack Coat 2018
2		30	419	876,50	25 pph - 30 pph Minyak Tanah per
3		40	281	594,67	100 pph Aspal Pen 60/70 (atau Aspal
4		50	175	370,00	Pen 80/100).
5		60	101	212,27	
6		70	54	112,00	
7		80	35	69,36	
8		90	21	36,02	

Pengujian dilaksanakan dalam 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 (pph). Diperoleh waktu masing-masing secara berurutan 590; 419; 281; 175; 101; 54; 35; 21 (Secound). Maka diperoleh hasil viskositas dalam cSt 1246.00; 876.50; 594.67; 370.00; 212.27; 112.00; 69.36; 36.02 (centiStokes). Spesifikasi standar untuk tack coat 25 – 30 bagian per 100 bagian aspal.

Setelah didapatkan data, maka data tersebut dapat di tampilkan dalam bentuk grafik. Adapun bentuk grafiknya sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Tack Coat

Dari Grafik dapat dilihat hubungan pencampuran kerosin pada aspal pen 60/70 (pph) dengan nilai viskositas. Semakin besar nilai pencampuran kerosin pada aspal (pph) Part Per Hundred maka semakin kecil nilai viskositas, artinya semakin banyak menggunakan kerosin pada pencampuran aspal, semakin rendah nilai kekentalan campuran.

Pada grafik *tack coat* terlihat kurvanya melandai ke bawah, dan untuk menetapkan nilai campuran pph untuk prime coat, berada pada rentang nilai viskositas 800 hingga 1000 centiStokes. Pada grafik tersebut kurva pph yang mengenai angka viskositas yg telah di standarkan dalam AASTHO dan SNI berada pada rentang 26 pph hingga 32 pph

Berdasarkan SNI 4799 2008 mengenai tack coat, nilai rentang viskositas untuk tack coat, memiliki rentang nilai 800 cSt hingga 1000 cSt dengan spesifikasi standar nilai PPH memiliki rentang nilai 25 pph hingga 30 pph. Setelah dilakukan penelitian untuk tack coat dapat diketahui nilai rentang pph pada penelitian ini

KALKULASI CAMPURAN PRIME COAT									
(80 BAGIAN MINYAK TANAH PER 100 BAGIAN ASPAL)									
1. Komposisi Campuran Prime Coat Dalam Berat									
1. Aspal Pen 60/70	=	(100	:	180)	x	100 %	=	55,56	%
2. Minyak Tanah	=	(80	:	180)	x	100 %	=	44,44	%
2. Berat Jenis Masing - Masing									
1. Spgr Aspal Pen 60/70	=						=	1,0316	gr/cc
2. Spgr Minyak Tanah (kerosen)	=						=	0,8215	gr/cc
3. Berat Jenis Gabungan									
				100			=	0,9263	gr/cc
		55,56		+		44,44			
		1,0316				0,8215			
4. Komposisi Campuran Dalam Volume									
1. Aspal Pen 60/70	=	55,56		x	0,9263	=	49,89	%	
		1,0316							
2. Minyak Tanah	=	44,44		x	0,9263	=	50,11	%	
		0,8215							
Catatan:									
Spec. Prime Coat 2010 Rev. 3 = 80 pph - 85 pph (80 s/d 85 Bagian Minyak Tanah Per 100 Bagian Aspal Keras)									

Pada tabel kalkulasi campuran *prime coat* terdapat komposisi campuran *prime coat* dalam berat, setelah kalkulasi data didapatkan nilai persentase campuran aspal pen 60/70 yaitu 55,56% dan persentase minyak tanah (kerosin) yaitu 44,44%.

Penentuan berat jenis gabungan dilakukan dengan cara mencari terlebih dahulu berat jenis masing-masing. Berat jenis aspal penetrasi 60/70 dan berat jenis kerosin (minyak tanah) yang telah dilakukan pengujiannya sebelum pengujian viskositas. Setelah di dapatkan berat jenis tersebut maka dilakukan kalkulasi untuk menentukan berat jenis gabungan.

Setelah dilakukan pengujian berat jenis didapatkan data berat jenis aspal dan kerosin untuk menentukan nilai berat jenis gabungan. Pada pengujian berat jenis aspal didapatkan nilai berat jenis aspal pen 60/70 yaitu $1,0316 \text{ gr/cm}^3$ dan pada pengujian berat jenis kerosin didapatkan nilai berat jenis kerosin yaitu $0,8215 \text{ gr/cm}^3$. Setelah diperoleh berat jenis masing-masing lalu dapat di kalkulasikan nilai berat jenis gabungan, nilai berat jenis gabungan yang diperoleh $0,9263 \text{ gr/cm}^3$

Tabel 4.17 Komposisi *Prime Coat* Dalam Volume (Liter)

A. KOMPOSISI VOLUME CAMPURAN PRIME COAT																	
	1. Aspal Pen 60/70	=												49,89	%		
	2. Minyak Tanah	=												50,11	%		
B. BERAT JENIS GABUNGAN																	
	1. Spgr Aspal Pen 60 / 70	=												1,0316	Gr / Cc		
	2. Spgr Minyak Tanah (Kerosin)	=												0,8215	Gr / Cc		
	3. Spgr Prime Coat	=												0,9263	Gr / Cc		
C. APLIKASI																	
	Rentang Aplikasi Prime Coat	=												0,4 - 1,3	Ltr / m ²		
	Temperatur di lokasi	=												45 ± 10	°C		

Dalam menentukan komposisi campuran dalam volume, dilakukan perhitungan pada masing-masing aspal dengan kerosin (minyak tanah), dimana dalam menentukan nilai komposisi aspal pen 60/70 dengan nilai komposisi campuran dalam berat dibagi dengan berat jenis aspal pen 60/70, kemudian dikalikan dengan berat jenis gabungan, begitu juga dengan komposisi campuran kerosin (minyak tanah) dalam volume, nilai komposisi campuran kerosin (minyak tanah) dalam berat dibagi dengan berat jenis kerosin (minyak tanah), kemudian dikalikan dengan berat jenis gabungan.

Pada tabel 4.15 persentase komposisi volume campuran *prime coat* pada 80 pph untuk aspal pen 60/70 yaitu 49,89 % dan persentase komposisi campuran untuk kerosin yaitu 50,11 %.

Pada tabel kalkulasi campuran *tack coat* terdapat komposisi campuran *tack coat* dalam berat pada 29 pph per 100 bagian aspal, setelah kalkulasi data didapatkan nilai persentase campuran aspal pen 60/70 yaitu 77,52 % dan persentase minyak tanah (kerosin) yaitu 22,48 %.

Setelah dilakukan pengujian berat jenis didapatkan data berat jenis aspal dan kerosin untuk menentukan nilai berat jenis gabungan. Pada pengujian berat jenis aspal didapatkan nilai berat jenis aspal pen 60/70 yaitu 1,0316 gr/ cm^3 dan pada pengujian berat jenis kerosin didapatkan nilai berat jenis kerosin yaitu 0,8215 gr/ cm^3 . Setelah diperoleh berat jenis masing-masing lalu dapat di kalkulasikan nilai berat jenis gabungan, nilai berat jenis gabungan yang diperoleh 0,9263 gr/ cm^3

Tabel 4.19 Komposisi Volume Campuran *Tack Coat*

KALKULASI CAMPURAN TACK COAT									
(29 BAGIAN MINYAK TANAH PER 100 BAGIAN ASPAL)									
A. KOMPOSISI VOLUME CAMPURAN TACK COAT									
1. Aspal Pen 60/70	=							73,30	%
2. Minyak Tanah	=							26,70	%
B. BERAT JENIS GABUNGAN									
1. Spgr Aspal Pen 60 / 70	=							1,0316	Gr / Cc
2. Spgr Minyak Tanah (Kerosin)	=							0,8215	Gr / Cc
3. Spgr Tack Coat	=							0,9755	Gr / Cc
C. APLIKASI									
Rentang Aplikasi Tack Coat	=							0,15 - 0,35	Ltr / m ²

Dalam menentukan komposisi campuran dalam volume, dilakukan perhitungan pada masing-masing aspal dengan kerosin (minyak tanah), dimana dalam menentukan nilai komposisi aspal pen 60/70 dengan nilai komposisi campuran dalam berat dibagi dengan berat jenis aspal pen 60/70, kemudian dikalikan dengan berat jenis gabungan, begitu juga dengan komposisi campuran kerosin (minyak tanah) dalam volume, nilai komposisi campuran kerosin (minyak tanah) dalam berat dibagi dengan berat jenis kerosin (minyak tanah), kemudian dikalikan dengan berat jenis gabungan.

Pada tabel 4.17 persentase komposisi volume campuran *tack coat* pada 29 pph untuk aspal pen 60/70 yaitu 73,30 % dan persentase komposisi campuran untuk kerosin yaitu 26,70 %.

4.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Kesalahan Dalam Pengujian Viskositas

Menurut dimiyati (2017) kesalahan-kesalahan sistemik pada pengukuran adalah sebagai berikut:

1. Kesalahan umum, kesalahan ini disebabkan oleh pengamat, dimana pengamat kurang terampil dalam menggunakan instrumen, posisi mata saat membaca skala yang tidak benar dan kekeliruan dalam membaca skala.
2. Kesalahan sistemik, kesalahan ini disebabkan oleh instrumen atau alat ukur. Kesalahan ini terjadi karena beberapa hal antara lain. Kesalahan titik nol yang telah bergeser dari titik yang sebenarnya, kesalahan kalibrasi, kesalahan yang terjadi akibat adanya penyesuaian pembubuhan nilai pada garis skala saat pembuatan alat. Kesalahan acak, kesalahan yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tertentu contohnya yaitu temperature yang tidak tetap.

Tingkat viskositas suatu fluida tentu tidak dapat muncul begitu saja. Ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi nilai viskositas aspal, di antaranya:

1. Temperatur dan PPH

Di samping tekanan, tingkat viskositas fluida juga dipengaruhi tekanan. Pada zat cair, temperatur yang naik akan menyebabkan tingkat viskositas turun. Sedangkan pada gas, temperature yang naik justru akan meningkatkan viskositas. Ini karena pemanasan dapat membuat kohesi antar molekul melemah. Kurang hati-hati dalam mencampurkan kerosin pada aspal, sehingga terjadi perbedaan nilai berat jenis sebagaimana mestinya

2. Ukuran serta berat molekul

Ukuran serta berat molekul ternyata juga dapat memengaruhi viskositas. Semakin berat massa molekul benda maka semakin tinggi pula viskositasnya. Sebagai contoh, satuan cgs centimeter gram atau cgs centimeter gram sekon minyak memiliki massa molekul yang lebih berat dibandingkan air, maka nilai viskositasnya pun lebih besar dan luas penampang dibandingkan air.

3. Human Error

Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa dalam setiap penelitian perlu dilakukan dengan hati-hati, banyak faktor kesalahan yang akan terjadi dilapangan jika tidak berhati-hati, kesalahan kecil akan dapat mempengaruhi hasil. Pada penelitian ini kesalahan yang mungkin terjadi sehingga mendapatkan nilai yang tidak sesuai standar adalah dalam memperhatikan waktu dan ketepatan perhitungan pada saat pengujian dilapangan, salah sedikit saja bisa mempengaruhi hasil

4.3 Integrasi Al-Qur'an

Islam adalah agama yang mengajarkan bahwa ilmu pengetahuan dan agama merupakan sesuatu yang saling berhubungan dan melengkapi. Al Qur'an merupakan sumber ilmu pengetahuan, dan ilmu pengetahuan merupakan sarana untuk mengaplikasikan segala sesuatu yang tertuang dalam ajaran Islam. Dalam Al Qur'an terdapat ayat yang menyebutkan tentang ilmu pengetahuan dan sains, salah satunya terdapat dalam surah Al-hadid ayat 25.

Allah berfirman di dalam Al-Qur'an surah Al-hadid ayat 25 :

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ
وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ
إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ٢٥

Artinya : *Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Dan Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan, hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa (Al-Hadid:25).*

Syaikh Makhluf dalam kitab Shafwatul Bayan Li Ma'anil Qur'an (1956) menafsirkan ayat 'waanzalnal hadiida' dengan "dan Kami menciptakan besi untuk kalian'. Ayat ini sama dengan firman Allah SWT dalam Q.S. Az Zumar ayat 6 'waanzala lakum minal an'aami tsamaaniyata azwaaj' 'Dan Dia telah menurunkan untuk kalian dari binatang ternak dengan delapan pasang'. Yakni, Kami sediakan besi untuk kalian dan itu sebagai nikmatNya untuk kalian semua. Kami juga ajarkan kalian tatacara mengeluarkannya dari perut bumi dan Kami ilhamkan pula cara mengelolanya. Ayat 'fihi ba'sun syadiidun' berarti 'padanya terdapat kekuatan yang hebat'.

Menurut Abu Hayyan dalam Kitab Tafsir Al Bahru Al Muhith bahwa Allah mengungkapkan keberadaan besi dengan kata 'diturunkan' sebagaimana pada

firman-Nya ‘waanzala lakum minal an’aami tsamaaniyata azwaaj’, karena semua perintah dan segala urusan serta hukum ketika dilempar dari langit maka ia akan jatuh semua dari atas. Disini Allah menghendaki besi berasal dari jenis barang tambang.

Besi bukan satu-satunya material hasil tambang, Aspal merupakan salah satu hasil tambang yang didapatkan dari hasil penyulingan minyak bumi. Bila dalam penggunaan dan pemanfaatan aspal digunakan dengan baik dan dengan cara yang tepat, maka material aspal ini akan memiliki durabilitas (ketahanan/keawetan) yang sangat baik.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, kemudian data telah dikalkulasikan dan telah di analisis. Maka didapatkan suatu kesimpulan bahwa :

1. Nilai prime coat berada pada rentang 76 pph hingga 82 pph, pada SPEC Bina Marga 2010, Direksi Pekerjaan mendapatkan nilai *prime coat* dan *tack coat* dari nilai tengah kurva dan rentang standard. Dapat disimpulkan untuk nilai *prime coat* didapatkan pada 80 pph, dengan komposisi campuran *prime coat* dalam berat yaitu pada aspal pen 60/70 memiliki persentase 55,56 % dan kerosin 44,44 %. Komposisi campuran *prime coat* dalam volume (liter) pada aspal pen 60/70 yaitu 49,89 % dan kerosin 50,11 %. Sedangkan nilai *tack coat* berada pada rentang 26 pph hingga 32 pph, didapatkan nilai *tack coat* pada 29 pph, dengan komposisi campuran *tack coat* dalam berat pada aspal pen 60/70 yaitu 77,52 % dan kerosin 22,48 %. Komposisi campuran *tack coat* dalam volume (liter) pada aspal pen 60/70 yaitu 73,30 % dan kerosin 26,70 %
2. Sebagaimana dalam pasal 6.1.2 Direksi Pekerjaan, kerosin berfungsi sebagai pengencer aspal dalam pekerjaan *prime coat* dan *tack coat*, pemberian minyak tanah yang tidak sesuai porsinya maka akan berpengaruh dengan nilai viskositasnya.
3. Hubungan antara pencampuran kerosin pada aspal (pph) dengan viskositas adalah semakin tinggi nilai pph yang diberikan maka semakin rendah nilai viskositasnya, begitu sebaliknya jika pph rendah maka semakin tinggi viskositasnya.

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan dengan batasan tertentu dan alat yang digunakan dalam pengujian adalah saybolt furol, alangkah lebih baik untuk peneliti selanjutnya dapat menggunakan alat uji viskositas yang berbeda, dan setiap penelitian bersifat eksperimental membutuhkan ketelitian dan kesabaran.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1982. *Standar Spesifikasi For Transportation Materials and Method of Sampling and Testing Part II, 13th Edition*, Washington, D.C
- Al-Qur'an dan Terjemahan. 2008. Bandung: Departemen Agama RI Diponegoro.
- D. Young, Hugh. 2009. *Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Dimiyati, Dimiyati and Triwidjaja, Heru Agus and Untari, Esti (2017) *Kesalahan-Kesalahan Sistemik Dalam Pengukuran Fisika Bagi Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 3*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Indonesia
- Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Fahrul, Amri. 2019. *Studi Perbandingan Penggunaan Aspal Minyak Dengan Aspal Buton Lawele Pada Campuran Aspal Concrete Base Course (Ac-Bc) Menggunakan Metode Marshall Test*. Gorontalo: Stitek Bina Taruna.
- Kanginan, Marthen. 2006. *Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga No. 76/KPTS/Db/1999 Tanggal 20 Desember 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 119.K/18/DJM/2020 *Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Tanah yang Dipasarkan di Dalam Negeri*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Krebs, Robert D. dan Walker, Richard D. 1971. *Highway Materials*. New York : McGraw Hill Book Company.
- Lutfy, Stokes. 2007. *Fisika Dasar I*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Martoharsono, Soemanto. 2006. *Biokimia I*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Napitupulu, Fernando. 2009. *Karakteristik Campuran Aspal Beton dalam Kondisi Terendam Air Hujan dan Beban Statis dengan Variasi Waktu Rendaman*. Skripsi, Depok: Program Sarjana Fakultas Teknik UI.
- Novia, Oscar H. Kaseke, Theo. *Pengaruh Viskositas Aspal Dan Dampaknya Terhadap Karakteristik Marshall*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.

- PEDC. 1983. *Pengujian Bahan*. Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik.
- Raswari. 1986. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Revisi SNI 03-1737-1989. *Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum, Indonesia.
- Revisi SNI 2456. 1991. *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Pengujian Penetrasi*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum, Indonesia. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Jakarta.
- Sarojo, Ganijanti Aby. 2006. *Seri Fisika Dasar Mekanika*. Jakarta: Salemba.
- SNI 06 6721. 2002. *Metode Pengujian Kekentalan Aspal Dengan Alat Saybolt*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Jakarta.
- SNI 2441. 2011 *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Pengujian Berat Jenis Aspal*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Jakarta.
- SNI 2456. 2011 *Tata Cara Pengujian Penetrasi*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum, Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Bagian 4 : Aspal Batu Buton (Asbuton), Perkerasan Jalan edisi pertama*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Jakarta.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Wahidi, Roestanto. 2013. *Potret Pembangunan Infrastruktur Jalan dan Jembatan di Indonesia*. Bogor: Kekal Press.
- White, Frank dan Hariandja, Manahan. 1988. *Mekanika Fluida (Terjemahan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.



LAMPIRAN



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN

Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

Kegiatan	: Penelitian
Peminta Jasa	: Taufik Hidayat
Contoh	: Aspal Pen. 60/70
Tanggal	: Apr-21

PENGUJIAN PENETRASI (PENETRATION)

SNI 2456-2011

Contoh dipanaskan	mulai : pk. 08.00 selesai : pk. 08.30	Suhu oven : 110 °C
Didiamkan pada suhu ruang	mulai : pk. 08.30 selesai : pk. 09.00	
Direndam pada 25 °C	mulai : pk. 09.00 selesai : pk. 09.30	Suhu waterbath : 25 °C
Pemeriksaan penetrasi pada 25 °C	mulai : pk. 09.30 selesai : pk. 10.00	Suhu alat : 25 °C

Penetrasi pada 25 °C 50 gram, 5 detik	Sample I		Sample II		Sample III	
	A	B	A	B	A	B
Pengamatan 1	69	64,2				
2	67,3	60,8				
3	62,6	71,2				
4	69,5	67,6				
5	70,3	66,9				
Rata - rata (A dan B)	67,74	66,14				
Rata - rata	66,94					

Teknisi :



Kegiatan	: Penelitian
Peminta Jasa	: Taufik Hidayat
Contoh	: Aspal Pen. 60/70
Tanggal	: April 2021

PENGUJIAN BERAT JENIS (*SPECIFIC GRAVITY*)

SNI 2441-2011

Contoh dipanaskan	mulai : pk. 09.00 selesai : pk. 10.30	Suhu oven : 105 °C
Didiamkan pada suhu ruang	mulai : pk. 10.30 selesai : pk. 12.00	
Direndam pada 25 °C	mulai : pk. 12.00 selesai : pk. 13.30	Suhu waterbath : 25 °C
Pemeriksaan berat jenis Pada 25 °C	mulai : pk. 13.30 selesai : pk. 15.00	Suhu alat : 25 °C

	I	II
Berat piknometer + aspal	58,5569 gr	61,1834 gr
Berat piknometer kosong	43,1934 gr	41,6379 gr
Berat aspal (a)	15,3635 gr	19,5455 gr
Berat piknometer + air	68,6343 gr	76,9048 gr
Berat piknometer kosong	43,1934 gr	41,6379 gr
Berat air (b)	25,4409 gr	35,2669 gr
Berat piknometer + aspal + air	69,1045 gr	77,5036 gr
Berat piknometer + aspal	58,5569 gr	61,1834 gr
Berat air (c)	10,5476 gr	16,3202 gr
Isi aspal (b - c)	14,8933 ml	18,9467 ml
Berat jenis I = Berat aspal/isi aspal	=	1,0316 gr / ml
Berat jenis II = Berat aspal/isi aspal	=	1,0316 gr / ml
Rata - rata	=	1,0316 gr / ml

Teknisi /Pembimbing

Fuad Mahmudi, ST
 NIP. 19770207 200604 1 005



Kegiatan	: Penelitian
Peminta Jasa	: Taufik Hidayat
Contoh	: Minyak Tanah (Kerosin)
Tanggal	: April 2021

PENGUJIAN BERAT JENIS MINYAK TANAH

	I	II
Berat piknometer + minyak tanah	69,7313 gr	gr
Berat piknometer kosong	23,7565 gr	gr
Berat minyak tanah (a)	45,9748 gr	gr
Berat piknometer + air	79,7243 gr	gr
Berat piknometer kosong	23,7565 gr	gr
Berat air (b)	55,9678 gr	gr
Minyak tanah / Air (a / b)	0,8215 gr/ml	gr/ml
Berat jenis Minyak Tanah I	=	0,8215 gr / ml
Berat jenis Minyak Tanah II	=	gr / ml
Rata - rata	=	0,8215 gr / ml

Temperatur Ruang 25 °C

Teknisi /Pembimbing

Fuad Mahmudi, ST

NIP. 19770207 200604 1 005



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Specimen : Aspal Pen 60/70 dan Minyak Tanah
Tanggal : April 2021

SAYBOLT VISCOSITY
SNI 03-6721-2002

Konsentrasi : 20 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 10.30	Temp. Minyak : 64 °C
Pengamatan	Mulai : 10.30 Akhir : 10.45	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 20 ppH	590	
Rata-rata :	590	1246,00

Konsentrasi : 30 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 10.45	Temp. Minyak : 62 °C
Pengamatan	Mulai : 10.45 Akhir : 11.00	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 30 ppH	419	
Rata-rata :	419	876,50

Teknisi/Pembimbing:

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Specimen : Aspal Pen 60/70 dan Minyak Tanah
Tanggal : April 2021

SAYBOLT VISCOSITY
SNI 03-6721-2002

Konsentrasi : 40 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 11.00	Temp. Minyak : 60 °C
Pengamatan	Mulai : 11.00 Akhir : 11,15	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 40 ppH	281	
Rata-rata :	281	594,67

Konsentrasi : 50 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 11,15	Temp. Minyak : 58 °C
Pengamatan	Mulai : 11,15 Akhir : 11,30	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 50 ppH	175	
Rata-rata :	175,0	370,00

Teknisi/Pembimbing:

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Specimen : Aspal Pen 60/70 dan Minyak Tanah
Tanggal : April 2021

SAYBOLT VISCOSITY
SNI 03-6721-2002

Konsentrasi : 60 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 11,30	Temp. Minyak : 56 °C
Pengamatan	Mulai : 11,30 Akhir : 11,45	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 60 ppH	101	
Rata-rata :	101,0	212,27

Konsentrasi : 70 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 11,45	Temp. Minyak : 54 °C
Pengamatan	Mulai : 11,45 Akhir : 12.00	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 70 ppH	54	
Rata-rata :	54	112,00

Teknisi/Pembimbing:

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Specimen : Aspal Pen 60/70 dan Minyak Tanah
Tanggal : April 2021

SAYBOLT VISCOSITY
SNI 03-6721-2002

Konsentrasi : 80 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 12.00	Temp. Minyak : 53 °C
Pengamatan	Mulai : 12.00 Akhir : 12,15	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 80 ppH	35	
Rata-rata :	35	69,36

Konsentrasi : 90 pph

Persiapan Alat	Mulai : 08.00 Akhir : 09.30	
Pemanasan sampai 50oC	Mulai : 09.30 Akhir : 12,15	Temp. Minyak : 52 °C
Pengamatan	Mulai : 12,15 Akhir : 12,30	Temp. Contoh : 50 °C

Viskositas	Nilai	
	Detik	cSt
Temperatur pada 90 ppH	21	
Rata-rata :	21	36,02

Teknisi/Pembimbing:

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN VISCOSITY

LAPIS PEREKAT (TACK COAT)

: Penelitian

Nomor :

Proyek : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
No. Surat :-
No. Sampel :-

No.	Asphalt Cement + Carosene (pph)	Result		Keterangan
		Secound	Cst	
1	20	590	1246,00	Spesifikasi Tack Coat 2018
2	30	419	876,50	25 pph - 30 pph Minyak Tanah per
3	40	281	594,67	100 pph Aspal Pen 60/70 (atau Aspal
4	50	175	370,00	Pen 80/100).
5	60	101	212,27	
6	70	54	112,00	
7	80	35	69,36	
8	90	21	36,02	

Keterangan:

Padang, Sept 2020

Kasi Pengujian Mutu Konstruksi

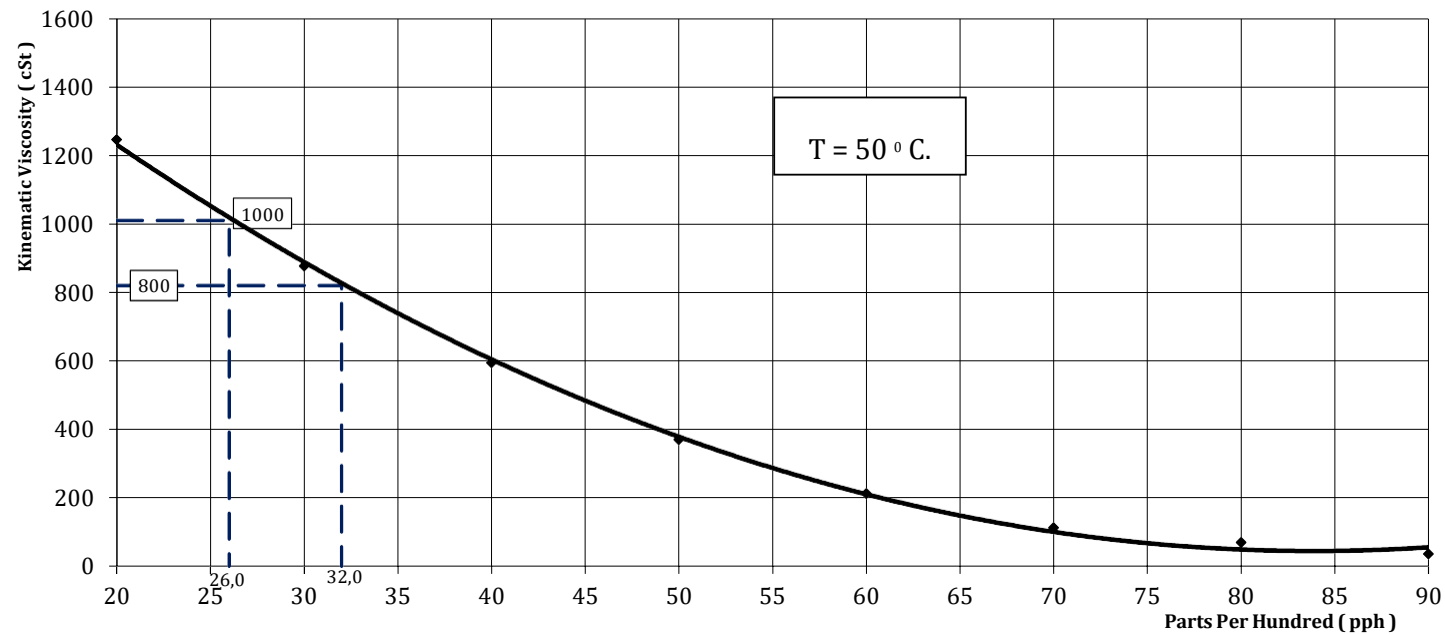
Komposisi Tack Coat

Asphalt pen 60/70 : 100,0 gram
Kerosene : 29,0 gram
129,0 gram

Azmu Devinus, ST. MT
NIP. 19750804 200901 1 007

Figure : Kinematic Viscosity Chart, for
Cut - Back Asphalt (MC - 800), at 50° C.

Proyek : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat



RESULT :

Tack Coat, MC - 800, is specified as the range of 26,0 pph until 32,0 pph with carosene 29,00 or pph



DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Jl. Taman Siswa No. 1 Telp. /Fax. (0751) 7053813 , Padang

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN VISCOSITY

PIS RESAP PENGIKAT (PRIME COA

: Penelitian

Nomor :

Proyek : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
No. Surat : -
No. Sampel : -

No.	Asphalt Cement + Carosene (pph)	Result		Keterangan
		Secound	Cst	
1	20	590	1246,00	Spesifikasi Prime Coat 2018
2	30	419	876,50	80 pph - 85 pph Minyak Tanah per
3	40	281	594,67	100 pph Aspal Pen 60/70 (atau Aspal
4	50	175	370,00	Pen 80/100).
5	60	101	212,27	
6	70	54	112,00	
7	80	35	69,36	
8	90	21	36,02	

Keterangan:

Komposisi Prime Coat (MC - 30)

Asphalt pen 60/70 : 100,0 gram
Kerosene : 79,0 gram
179,0 gram

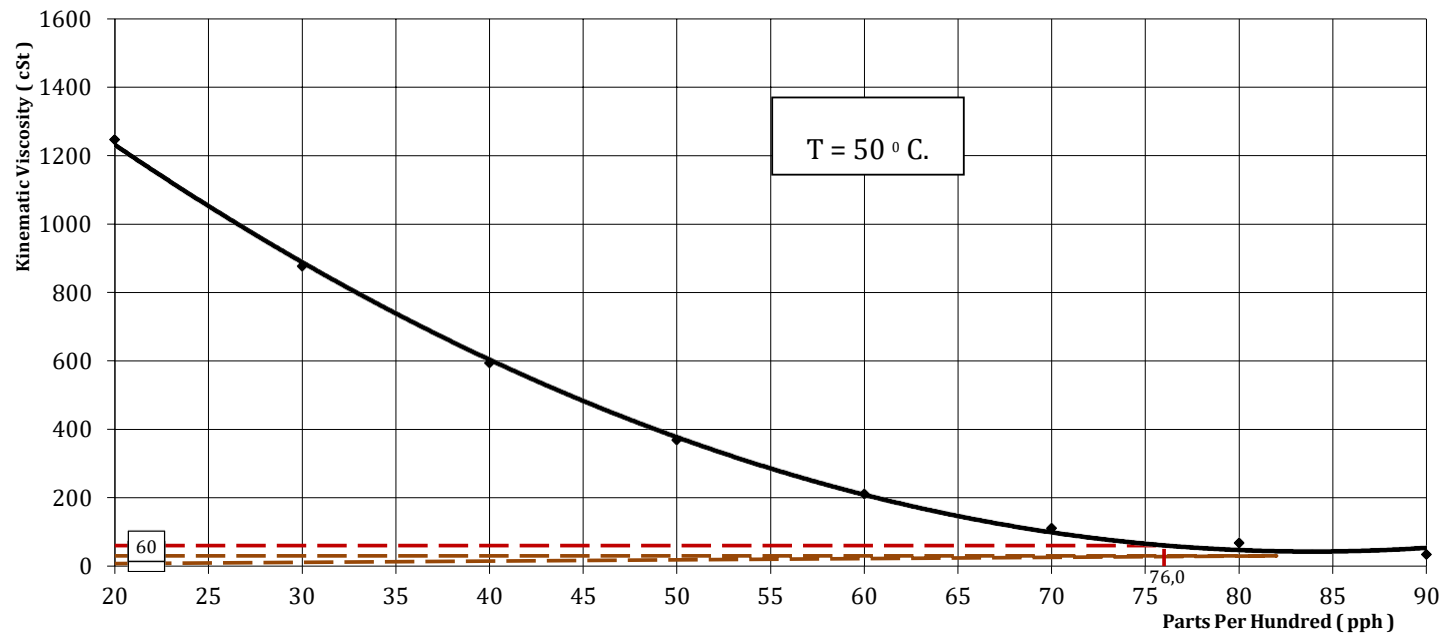
Padang, Sept 2020

Kepala UPTD Balai Pengujian

Azmu Devinus, ST, MT
NIP. 19750804 200901 1 007

Figure : Kinematic Viscosity Chart, for
Cut - Back Asphalt (MC - 30), at 50° C.

Proyek : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat



RESULT :

Prime Coat, MC - 30, is specified as the range of 82,0 pph until 76,0 pph with carosene 79,00 or (pph)



Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Benda Uji : Lapis Resap Pengikat
Tanggal : April 2021

KALKULASI CAMPURAN PRIME COAT (80 BAGIAN MINYAK TANAH PER 100 BAGIAN ASPAL)

1. Komposisi Campuran Prime Coat Dalam Berat

1. Aspal Pen 60/70 = (100 : 180) x 100 % = 55,56 %
2. Minyak Tanah = (80 : 180) x 100 % = 44,44 %

2. Berat Jenis Masing - Masing

1. Spgr Aspal Pen 60/70 = 1,0316 gr/cc
2. Spgr Minyak Tanah (kerosen) = 0,8215 gr/cc

3. Berat Jenis Gabungan

	100	=	0,9263	gr/cc
$\frac{55,56}{1,0316}$	+	$\frac{44,44}{0,8215}$		

4. Komposisi Campuran Dalam Volume

1. Aspal Pen 60/70 = $\frac{55,56}{1,0316}$ x 0,9263 = 49,89 %
2. Minyak Tanah = $\frac{44,44}{0,8215}$ x 0,9263 = 50,11 %

Catatan:

Spec. Prime Coat 2010 Rev. 3 = 80 pph - 85 pph (80 s/d 85 Bagian Minyak Tanah Per 100 Bagian Aspal Keras)

Teknisi/Pembimbing :

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat

KOMPOSISI DALAM VOLUME (LITER)

KALKULASI CAMPURAN PRIME COAT (80 BAGIAN MINYAK TANAH PER 100 BAGIAN ASPAL)

A. KOMPOSISI VOLUME CAMPURAN PRIME COAT

1. Aspal Pen 60/70	=	49,89	%
2. Minyak Tanah	=	50,11	%

B. BERAT JENIS GABUNGAN

1. Spgr Aspal Pen 60 / 70	=	1,0316	Gr / Cc
2. Spgr Minyak Tanah (Kerosin)	=	0,8215	Gr / Cc
3. Spgr Prime Coat	=	0,9263	Gr / Cc

C. APLIKASI

Rentang Aplikasi Prime Coat	=	0,4 - 1,3 Ltr / m ²
Temperatur di lokasi	=	45 ± 10 °C

Teknisi/Pembimbing :

Fuad Mahmudi, ST

NIP. 19770207 200604 1 005

Komposisi Campuran Prime Coat

Peminta Jasa : Taufik Hidayat

No	ASPHALT				MINYAK TANAH			
	Kg		Liter		Kg		Liter	
1	100,0	Kg	96,9	Ltr	80,0	Kg	97,4	Ltr
2	150,0	Kg	145,4	Ltr	120,0	Kg	146,1	Ltr
3	200,0	Kg	193,9	Ltr	160,0	Kg	194,8	Ltr
4	250,0	Kg	242,3	Ltr	200,0	Kg	243,5	Ltr
5	300,0	Kg	290,8	Ltr	240,0	Kg	292,1	Ltr
6	350,0	Kg	339,3	Ltr	280,0	Kg	340,8	Ltr
7	400,0	Kg	387,7	Ltr	320,0	Kg	389,5	Ltr
8	450,0	Kg	436,2	Ltr	360,0	Kg	438,2	Ltr
9	500,0	Kg	484,7	Ltr	400,0	Kg	486,9	Ltr
10	550,0	Kg	533,2	Ltr	440,0	Kg	535,6	Ltr
11	600,0	Kg	581,6	Ltr	480,0	Kg	584,3	Ltr
12	650,0	Kg	630,1	Ltr	520,0	Kg	633,0	Ltr
13	700,0	Kg	678,6	Ltr	560,0	Kg	681,7	Ltr
14	750,0	Kg	727,0	Ltr	600,0	Kg	730,4	Ltr
15	800,0	Kg	775,5	Ltr	640,0	Kg	779,1	Ltr
16	850,0	Kg	824,0	Ltr	680,0	Kg	827,8	Ltr
17	900,0	Kg	872,4	Ltr	720,0	Kg	876,4	Ltr
18	950,0	Kg	920,9	Ltr	760,0	Kg	925,1	Ltr
19	1000,0	Kg	969,4	Ltr	800,0	Kg	973,8	Ltr
20	1050,0	Kg	1017,8	Ltr	840,0	Kg	1022,5	Ltr
21	1100,0	Kg	1066,3	Ltr	880,0	Kg	1071,2	Ltr
22	1150,0	Kg	1114,8	Ltr	920,0	Kg	1119,9	Ltr
23	1200,0	Kg	1163,2	Ltr	960,0	Kg	1168,6	Ltr
24	1250,0	Kg	1211,7	Ltr	1000,0	Kg	1217,3	Ltr
25	1300,0	Kg	1260,2	Ltr	1040,0	Kg	1266,0	Ltr
26	1350,0	Kg	1308,6	Ltr	1080,0	Kg	1314,7	Ltr
27	1400,0	Kg	1357,1	Ltr	1120,0	Kg	1363,4	Ltr
28	1450,0	Kg	1405,6	Ltr	1160,0	Kg	1412,1	Ltr
29	1500,0	Kg	1454,1	Ltr	1200,0	Kg	1460,7	Ltr
30	1550,0	Kg	1502,5	Ltr	1240,0	Kg	1509,4	Ltr
31	1600,0	Kg	1551,0	Ltr	1280,0	Kg	1558,1	Ltr
32	1650,0	Kg	1599,5	Ltr	1320,0	Kg	1606,8	Ltr
33	1700,0	Kg	1647,9	Ltr	1360,0	Kg	1655,5	Ltr
34	1750,0	Kg	1696,4	Ltr	1400,0	Kg	1704,2	Ltr
35	1800,0	Kg	1744,9	Ltr	1440,0	Kg	1752,9	Ltr
36	1850,0	Kg	1793,3	Ltr	1480,0	Kg	1801,6	Ltr
37	1900,0	Kg	1841,8	Ltr	1520,0	Kg	1850,3	Ltr
38	1950,0	Kg	1890,3	Ltr	1560,0	Kg	1899,0	Ltr
39	2000,0	Kg	1938,7	Ltr	1600,0	Kg	1947,7	Ltr

Teknisi/Pembimbing :

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Benda Uji : Lapis Perak
Tanggal : April 2021

KALKULASI CAMPURAN TACK COAT (29 BAGIAN MINYAK TANAH PER 100 BAGIAN ASPAL)

1. Komposisi Campuran Tack Coat Dalam Berat

$$\begin{aligned} 1. \text{ Aspal Pen 60/70} &= (100 : 129) \times 100 \% = 77,52 \% \\ 2. \text{ Minyak Tanah} &= (29 : 129) \times 100 \% = 22,48 \% \end{aligned}$$

2. Berat Jenis Masing - Masing

$$\begin{aligned} 1. \text{ Spgr Aspal Pen 60/70} &= 1,0316 \text{ gr/cc} \\ 2. \text{ Spgr Minyak Tanah (kerosen)} &= 0,8215 \text{ gr/cc} \end{aligned}$$

3. Berat Jenis Gabungan

$$\frac{100}{\frac{77,52}{1,0316} + \frac{22,48}{0,8215}} = 0,9755 \text{ gr/cc}$$

4. Komposisi Campuran Dalam Volume

$$\begin{aligned} 1. \text{ Aspal Pen 60/70} &= \frac{77,52}{1,0316} \times 0,9755 = 73,30 \% \\ 2. \text{ Minyak Tanah} &= \frac{22,48}{0,8215} \times 0,9755 = 26,70 \% \end{aligned}$$

Catatan:

Spec. Tack Coat 2010 Rev. 3 = 25 pph - 30 pph (25 s/d 30 Bagian Minyak Tanah Per 100 Bagian Aspal Keras)

Teknisi/Pembimbing :

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005



Kegiatan : Penelitian
Peminta Jasa : Taufik Hidayat
Benda Uji : Lapis Perekat
Tanggal : April 2021

KOMPOSISI DALAM VOLUME (LITER)

KALKULASI CAMPURAN TACK COAT (29 BAGIAN MINYAK TANAH PER 100 BAGIAN ASPAL)

A. KOMPOSISI VOLUME CAMPURAN TACK COAT

1. Aspal Pen 60/70	=	73,30	%
2. Minyak Tanah	=	26,70	%

B. BERAT JENIS GABUNGAN

1. Spgr Aspal Pen 60 / 70	=	1,0316	Gr / Cc
2. Spgr Minyak Tanah (Kerosin)	=	0,8215	Gr / Cc
3. Spgr Tack Coat	=	0,9755	Gr / Cc

C. APLIKASI

Rentang Aplikasi Tack Coat	=	0,15 - 0,35 Ltr / m ²
Temperatur di lokasi	=	110 ± 10 °C

Teknisi/Pembimbing :

Fuad Mahmudi, ST

NIP. 19770207 200604 1 005

Komposisi Campuran Tack Coat

Peminta Jasa : Taufik Hidayat

No	ASPHALT		MINYAK TANAH	
	<i>Kg</i>	<i>Liter</i>	<i>Kg</i>	<i>Liter</i>
1	100,0 Kg	96,9 Ltr	29,0 Kg	35,3 Ltr
2	150,0 Kg	145,4 Ltr	43,5 Kg	53,0 Ltr
3	200,0 Kg	193,9 Ltr	58,0 Kg	70,6 Ltr
4	250,0 Kg	242,3 Ltr	72,5 Kg	88,3 Ltr
5	300,0 Kg	290,8 Ltr	87,0 Kg	105,9 Ltr
6	350,0 Kg	339,3 Ltr	101,5 Kg	123,6 Ltr
7	400,0 Kg	387,7 Ltr	116,0 Kg	141,2 Ltr
8	450,0 Kg	436,2 Ltr	130,5 Kg	158,9 Ltr
9	500,0 Kg	484,7 Ltr	145,0 Kg	176,5 Ltr
10	550,0 Kg	533,2 Ltr	159,5 Kg	194,2 Ltr
11	600,0 Kg	581,6 Ltr	174,0 Kg	211,8 Ltr
12	650,0 Kg	630,1 Ltr	188,5 Kg	229,5 Ltr
13	700,0 Kg	678,6 Ltr	203,0 Kg	247,1 Ltr
14	750,0 Kg	727,0 Ltr	217,5 Kg	264,8 Ltr
15	800,0 Kg	775,5 Ltr	232,0 Kg	282,4 Ltr
16	850,0 Kg	824,0 Ltr	246,5 Kg	300,1 Ltr
17	900,0 Kg	872,4 Ltr	261,0 Kg	317,7 Ltr
18	950,0 Kg	920,9 Ltr	275,5 Kg	335,4 Ltr
19	1000,0 Kg	969,4 Ltr	290,0 Kg	353,0 Ltr
20	1050,0 Kg	1017,8 Ltr	304,5 Kg	370,7 Ltr
21	1100,0 Kg	1066,3 Ltr	319,0 Kg	388,3 Ltr
22	1150,0 Kg	1114,8 Ltr	333,5 Kg	406,0 Ltr
23	1200,0 Kg	1163,2 Ltr	348,0 Kg	423,6 Ltr
24	1250,0 Kg	1211,7 Ltr	362,5 Kg	441,3 Ltr
25	1300,0 Kg	1260,2 Ltr	377,0 Kg	458,9 Ltr
26	1350,0 Kg	1308,6 Ltr	391,5 Kg	476,6 Ltr
27	1400,0 Kg	1357,1 Ltr	406,0 Kg	494,2 Ltr
28	1450,0 Kg	1405,6 Ltr	420,5 Kg	511,9 Ltr
29	1500,0 Kg	1454,1 Ltr	435,0 Kg	529,5 Ltr
30	1550,0 Kg	1502,5 Ltr	449,5 Kg	547,2 Ltr
31	1600,0 Kg	1551,0 Ltr	464,0 Kg	564,8 Ltr
32	1650,0 Kg	1599,5 Ltr	478,5 Kg	582,5 Ltr
33	1700,0 Kg	1647,9 Ltr	493,0 Kg	600,1 Ltr
34	1750,0 Kg	1696,4 Ltr	507,5 Kg	617,8 Ltr
35	1800,0 Kg	1744,9 Ltr	522,0 Kg	635,4 Ltr
36	1850,0 Kg	1793,3 Ltr	536,5 Kg	653,1 Ltr
37	1900,0 Kg	1841,8 Ltr	551,0 Kg	670,7 Ltr
38	1950,0 Kg	1890,3 Ltr	565,5 Kg	688,4 Ltr
39	2000,0 Kg	1938,7 Ltr	580,0 Kg	706,0 Ltr

Teknisi/Pembimbing :

Fuad Mahmudi, ST
NIP. 19770207 200604 1 005

LAMPIRAN DOKUMENTASI









DIVISI 6**PERKERASAN ASPAL****SEKSI 6.1****LAPIS RESAP PENGIKAT DAN LAPIS PEREKAT****6.1.1 UMUM****1) Uraian**

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan dan penghamparan bahan aspal pada permukaan yang telah disiapkan sebelumnya untuk pemasangan lapisan beraspal berikutnya. Lapis Resap Pengikat harus dihampar diatas permukaan pondasi tanpa bahan pengikat Lapis Pondasi Agregat, sedangkan Lapis Perekat harus dihampar di atas permukaan berbahan pengikat (seperti : Lapis Penetrasi Macadam, Laston, Laston dan diatas Semen Tanah, RCC, CTB, Perkerasan Beton, dll).

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

a)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	: Seksi 1.8
b)	Kajian Teknis Lapangan	: Seksi 1.9
c)	Bahan dan Penyimpanan	: Seksi 1.11
d)	Pengamanan Lingkungan Hidup	: Seksi 1.17
e)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	: Seksi 1.19
f)	Pelebaran Perkerasan	: Seksi 4.1
g)	Bahu Jalan	: Seksi 4.2
h)	Lapis Pondasi Agregat	: Seksi 5.1
i)	Lapis Pondasi Semen Tanah	: Seksi 5.4
j)	Campuran Aspal Panas	: Seksi 6.3
k)	Campuran Aspal Dingin	: Seksi 6.5
l)	Pengembalian Kondisi Perkerasan Lama	: Seksi 8.1
m)	Pengembalian Kondisi Bahu Jalan Lama pada Jalan Ber- penutup Aspal	: Seksi 8.2

3) Standar Rujukan**Standar Nasional Indonesia (SNI) :**

SNI 03-3642-1994	: Metode Pengujian Kadar Residu Aspal Emulsi dengan Penyulingan.
SNI 03-3643-1994	: Aspal Emulsi Tertahan Saringan No.20
SNI 03-3644-1994	: Metode Pengujian Jenis Muatan Partikel Aspal Emulsi
SNI 03-6721-2002	: Metode Pengujian Kekentalan Aspal Cair dan Aspal Emulsi dengan Alat Saybolt
RSNI M-04-2004	: Cara Uji Kelarutan Aspal
SNI 4799 : 2008	: Spesifikasi Aspal Cair Tipe Penguapan Sedang
SNI 2432:2011	: Cara Uji Daktilitas Aspal
SNI 2434:2011	: Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball)
SNI 2488:2011	: Cara Uji Penetrasi Aspal
SNI 4798 : 2011	: Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik
SNI 6832:2011	: Spesifikasi Aspal Emulsi Anionik

ASLITERKENDALI
003

6 - 1

**TIDAK
TERKENDALI**

AASHTO :

AASHTO M20-70 (2004) : Penetration Graded Asphalt Cement
 AASHTO T59-01 (2005) : Testing Emulsified Asphalts

British Standards :

BS 3403 : Industrial Tachometers

4) Kondisi Cuaca Yang Diijinkan Untuk Bekerja

Lapisan Resap Pengikat harus disemprot hanya pada permukaan yang kering atau mendekati kering, dan Lapis Perekat harus disemprot hanya pada permukaan yang benar-benar kering. Penyemprotan Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat tidak boleh dilaksanakan waktu angin kencang, hujan atau akan turun hujan.

5) Mutu Pekerjaan dan Perbaikan dari Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Lapisan yang telah selesai harus menutup keseluruhan permukaan yang dilapisi dan tampak merata, tanpa adanya bagian-bagian yang beralur atau kelebihan aspal.

Untuk Lapis Perekat, harus melekat dengan cukup kuat di atas permukaan yang disemprot. Untuk penampilan yang kelihatan berbintik-bintik, sebagai akibat dari bahan aspal yang didistribusikan sebagai butir-butir tersendiri dapat diterima asalkan penampilannya kelihatan rata dan keseluruhan takaran pemakaiannya memenuhi ketentuan.

Untuk Lapis Resap Pengikat, setelah proses pengeringan, bahan aspal harus sudah meresap ke dalam lapis pondasi, meninggalkan sebagian bahan aspal yang dapat ditunjukkan dengan permukaan berwarna hitam yang merata dan tidak berongga (porous). Tekstur untuk permukaan lapis pondasi agregat harus rapi dan tidak boleh ada genangan atau lapisan tipis aspal atau aspal tercampur agregat halus yang cukup tebal sehingga mudah dikupas dengan pisau.

Perbaikan dari Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat yang tidak memenuhi ketentuan harus seperti yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan, termasuk pembuangan bahan yang berlebihan, penggunaan bahan penyerap (*blotter material*), atau penyemprotan tambahan seperlunya. Setiap kerusakan kecil pada Lapis Resap Pengikat harus segera diperbaiki menurut Seksi 8.1 dan Seksi 8.2 dari Spesifikasi ini. Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan agar lubang yang besar atau kerusakan lain yang terjadi dibongkar dan dipadatkan kembali atau penggantian lapisan pondasi diikuti oleh pengerjaan kembali Lapis Resap Pengikat.

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

Penyedia Jasa harus mengajukan hal-hal berikut ini kepada Direksi Pekerjaan :

- a) Lima liter contoh dari setiap bahan aspal yang diusulkan oleh Penyedia Jasa untuk digunakan dalam pekerjaan dilengkapi sertifikat dari pabrik pembuat-nya dan hasil pengujian seperti yang disyaratkan dalam Pasal 1.11.1.(3).(c), diserahkan sebelum pelaksanaan dimulai. Sertifikat tersebut harus menjelaskan bahwa bahan aspal tersebut memenuhi ketentuan dari Spesifikasi dan jenis yang sesuai untuk bahan Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat, seperti yang ditentukan pada Pasal 6.1.2 dari Spesifikasi ini.

- b) Catatan kalibrasi dari semua instrumen dan meteran pengukur dan tongkat celup ukur untuk distributor aspal, seperti diuraikan dalam Pasal 6.1.3.(3) dan 6.1.3.(4) dari Spesifikasi ini, yang harus diserahkan paling lambat 30 hari sebelum pelaksanaan dimulai. Tongkat celup ukur, alat instrumen dan meteran pengukur harus dikalibrasi sampai memenuhi akurasi, toleransi ketelitian dan ketentuan seperti diuraikan dalam Pasal 6.1.3.(4) dari Spesifikasi ini dan tanggal pelaksanaan kalibrasi harus tidak melebihi satu tahun sebelum pelaksanaan dimulai.
 - c) Grafik penyemprotan harus memenuhi ketentuan Pasal 6.1.3.(5) dari Spesifikasi ini dan diserahkan sebelum pelaksanaan dimulai.
 - d) Contoh-contoh bahan yang dipakai pada setiap hari kerja harus dilaksanakan sesuai dengan Pasal 6.1.6 dari Spesifikasi ini. Laporan harian untuk pekerjaan pelaburan yang telah dilakukan dan takaran pemakaian bahan harus memenuhi ketentuan Pasal 6.1.6 dari Spesifikasi ini.
- 7) Kondisi Tempat Kerja
- a) Pekerjaan harus dilaksanakan sedemikian rupa sehingga masih memungkinkan lalu lintas satu lajur tanpa merusak pekerjaan yang sedang dilaksanakan dan hanya menimbulkan gangguan yang minimal bagi lalu lintas.
 - b) Bangunan-bangunan dan benda-benda lain di samping tempat kerja (struktur, pepohonan dll.) harus dilindungi agar tidak menjadi kotor karena percikan aspal.
 - c) Bahan aspal tidak boleh dibuang sembarangan kecuali ke tempat yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
 - d) Penyedia Jasa harus melengkapi tempat pemanasan dengan fasilitas pencegahan dan pengendalian kebakaran yang memadai, juga pengadaan dan sarana pertolongan pertama.
- 8) Pengendalian Lalu Lintas
- a) Pengendalian lalu lintas harus memenuhi ketentuan Seksi 1.8, Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas dan Pasal 6.1.5 dari Spesifikasi ini.
 - b) Penyedia Jasa harus bertanggung jawab terhadap dampak yang terjadi bila lalu lintas yang diijinkan lewat di atas Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat yang baru dikerjakan..

6.1.2 BAHAN

1) Bahan Lapis Resap Pegikat

- a) Bahan aspal untuk Lapis Resap Pengikat haruslah salah satu dari berikut ini :
 - i) Aspal emulsi reaksi sedang (medium setting) atau reaksi lambat (slow setting) yang memenuhi SNI 03-4798-1998. Umumnya hanya aspal emulsi yang dapat menunjukkan peresapan yang baik pada

lapis pondasi tanpa pengikat yang disetujui. Aspal emulsi harus mengandung residu hasil penyulingan minyak bumi (aspal dan pelarut) tidak kurang dari 60 % dan mempunyai penetrasi aspal tidak kurang dari 80/100. Direksi Pekerjaan dapat mengizinkan penggunaan aspal emulsi yang diencerkan dengan perbandingan 1 bagian air bersih dan 1 bagian aspal emulsi dengan syarat tersedia alat pengaduk mekanik yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

- ii) Aspal semen Pen.80/100 atau Pen.60/70, memenuhi AASHTO M20, diencerkan dengan minyak tanah (kerosen). Proporsi minyak tanah yang digunakan sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan, setelah percobaan di atas lapis pondasi atas yang telah selesai sesuai dengan Pasal 6.1.4.(2). Kecuali diperintah lain oleh Direksi Pekerjaan, perbandingan pemakaian minyak tanah pada percobaan pertama harus dari 80 – 85 bagian minyak per 100 bagian aspal semen (80 pph – 85 pph) kurang lebih ekivalen dengan viskositas aspal cair hasil kilang jenis MC-30).
- b) Pemilihan jenis aspal emulsi yang digunakan, kationik atau anionik, harus sesuai dengan muatan batuan lapis pondasi. Gunakan aspal emulsi kationik bila agregat untuk lapis pondasi adalah agregat basa (bermuatan negatif) dan gunakan aspal emulsi anionik bila agregat untuk lapis pondasi adalah agregat asam (bermuatan positif). Bila ada keraguan atau bila aspal emulsi anionik sulit didapatkan, Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan untuk menggunakan aspal emulsi kationik.
- c) Bilamana lalu lintas diijinkan lewat di atas Lapis Resap Pengikat maka harus digunakan bahan penyerap (*blotter material*) dari hasil pengayakan kerikil atau batu pecah, terbebas dari butiran-butiran berminyak atau lunak, bahan kohesif atau bahan organik. Tidak kurang dari 98 persen harus lolos ayakan ASTM 3/8" (9,5 mm) dan tidak lebih dari 2 persen harus lolos ayakan ASTM No.8 (2,36 mm).

2) Bahan Lapis Perekat

- a) Aspal emulsi reaksi cepat (*rapid setting*) yang memenuhi ketentuan SNI 03-6932-2002 atau SNI 03-4798-1998. Direksi Pekerjaan dapat mengizinkan penggunaan aspal emulsi yang diencerkan dengan perbandingan 1 bagian air bersih dan 1 bagian aspal emulsi dengan syarat tersedia alat pengaduk mekanik yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan..
- b) Aspal semen Pen.60/70 atau Pen.80/100 yang memenuhi ketentuan AASHTO M20, diencerkan dengan 25 - 30 bagian minyak tanah per 100 bagian aspal (25 pph – 30 pph).
- c) Aspal emulsi modifikasi reaksi cepat (*rapid setting*) harus bahan styrene butadiene rubber latex atau polycholoprene latex sesuai dengan AASHTO M316-99 (2003) Tabel 1 CRS-2L dengan kandungan karet kering minimum 60%. Kadar bahan modifikasi (polymer padat) dalam aspal emulsi haruslah min 2,5% terhadap berat residu aspal. Dalam kondisi apapun, aspal emulsi modifikasi tidak boleh diencerkan di lapangan. Aspal emulsi modifikasi reaksi cepat (*rapid setting*, CRS-1) yang digunakan harus memenuhi Tabel 6.1.2.(1).

Tabel 6.1.2.(1). Persyaratan Aspal Emulsi Modifikasi untuk Tack Coat

No	Sifat	Standar	Satuan	Batasan
Pengujian pada Aspal Emulsi				
1	Viskositas Saybolt Furol pada 50°C	SNI 03-6721-2002	Detik	100 - 400
2	Stabilitas Penyimpanan dalam 24 jam	AASHTO T59-01(2005)	% berat	Maks. 1
3	Tertahan saringan No. 20	SNI 03-3643-1994	% berat	Maks. 0,1
4	Muatan ion	SNI 03-3644-1994	-	Positif
5	Kemampuan mengemulsi kembali	AASHTO T59-01(2005)	% berat	Min.40
6	Kadar residu dengan destilasi	SNI 03-3642-1994	% berat	Min.65
Pengujian pada Residu Hasil Penguapan				
7	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	0,1 mm	100 - 175
8	Daktilitas 4°C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-1991	cm	Min.30
9	Daktilitas 25°C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-1991	cm	Min.125
10	Kelarutan dalam Tricloroethylene	AASHTO T44-03	% berat	Min.97,5*

Catatan :

* : Jika kelarutan residu kurang dari 97,5%, aspal pengikat dasar untuk emulsi yang harus diuji. Kelarutan aspal pengikat dasar harus lebih besar dari 99%.

- d) Bila lapis perekat dipasang di atas lapis beraspal atau berbahan pengikat aspal, gunakan aspal emulsi kationik. Bila lapis perekat dipasang di atas perkerasan beton atau berbahan pengikat semen, gunakan aspal emulsi anionik. Bila ada keraguan atau bila bila aspal emulsi anionik sulit didapatkan, Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan untuk menggunakan aspal emulsi kationik.

6.1.3 PERALATAN

1) Ketentuan Umum

Penyedia Jasa harus melengkapi peralatannya terdiri dari penyapu mekanis dan atau kompresor, distributor aspal, peralatan untuk memanaskan bahan aspal dan peralatan yang sesuai untuk menyebarkan kelebihan bahan aspal.

2) Distributor Aspal - Batang Semprot

- a) Distributor aspal harus berupa kendaraan beroda ban angin yang bermesin penggerak sendiri, memenuhi peraturan keamanan jalan. Bilamana dimuati penuh maka tekanan ban pada pengoperasian dengan kecepatan penuh tidak boleh melampaui tekanan yang direkomendasi pabrik pembuatnya.
- b) Alat penyemprot, harus dirancang, diperlengkapi, dipelihara dan dioperasikan sedemikian rupa sehingga bahan aspal dengan panas yang sudah merata dapat disemprotkan secara merata dengan berbagai variasi lebar permukaan, pada takaran yang ditentukan dalam rentang 0,15 sampai 2,4 liter per meter persegi.
- c) Distributor aspal harus dilengkapi dengan batang semprot sehingga dapat mensirkulasikan aspal secara penuh yang dapat diatur ke arah horisontal dan vertikal. Batang semprot harus terpasang dengan jumlah minimum 24 nosel, dipasang pada jarak yang sama yaitu 10 ± 1 cm. Distributor aspal juga harus dilengkapi pipa semprot tangan.

3) Perlengkapan

Perlengkapan distributor aspal harus meliputi sebuah tachometer (pengukur kecepatan putaran), meteran tekanan, tongkat celup yang telah dikalibrasi, sebuah termometer untuk mengukur temperatur isi tangki, dan peralatan untuk mengukur kecepatan lambat. Seluruh perlengkapan pengukur pada distributor harus dikalibrasi untuk memenuhi toleransi yang ditentukan dalam Pasal 6.1.3.(4) dari Spesifikasi ini. Selanjutnya catatan kalibrasi yang teliti dan memenuhi ketentuan tersebut harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan.

4) Toleransi Peralatan Distributor Aspal

Toleransi ketelitian dan ketentuan jarum baca yang dipasang pada distributor aspal dengan batang semprot harus memenuhi ketentuan berikut ini :

Ketentuan dan Toleransi Yang Dijinkan

Tachometer pengukur kecepatan kendaraan	: $\pm 1,5$ persen dari skala putaran penuh sesuai ketentuan BS 3403
Tachometer pengukur kecepatan putaran pompa	: $\pm 1,5$ persen dari skala putaran penuh sesuai ketentuan BS 3403
Pengukur suhu	: ± 5 °C, rentang 0 - 250 °C, minimum garis tengah arloji 70 mm
Pengukur volume atau tongkat celup	: ± 2 persen dari total volume tangki, nilai maksimum garis skala Tongkat Celup 50 liter.

5) Grafik Penyemprotan dan Buku Petunjuk Pelaksanaan

Distributor aspal harus dilengkapi dengan Grafik Penyemprotan dan Buku Petunjuk Pelaksanaan yang harus disertakan pada alat semprot, dalam keadaan baik, setiap saat.

Buku petunjuk pelaksanaan harus menunjukkan diagram aliran pipa dan semua petunjuk untuk cara kerja alat distributor.

Grafik Penyemprotan harus memperlihatkan hubungan antara kecepatan dan jumlah takaran pemakaian aspal yang digunakan serta hubungan antara kecepatan pompa dan jumlah nosel yang digunakan, berdasarkan pada keluaran aspal dari nosel. Keluaran aspal pada nosel (liter per menit) dalam keadaan konstan, beserta tekanan penyemprotanya harus diplot pada grafik penyemprotan.

Grafik Penyemprotan juga harus memperlihatkan tinggi batang semprot dari permukaan jalan dan kedudukan sudut horisontal dari nosel semprot, untuk menjamin adanya tumpang tindih (overlap) semprotan yang keluar dari tiga nosel (yaitu setiap lebar permukaan disemprot oleh semburan tiga nosel).

6) Kinerja Distributor Aspal

- a) Penyedia Jasa harus menyiapkan distributor lengkap dengan perlengkapan dan operatornya untuk pengujian lapangan dan harus menyediakan tenaga-



tenaga pembantu yang dibutuhkan untuk tujuan tersebut sesuai perintah Direksi Pekerjaan. Setiap distributor yang menurut pendapat Direksi Pekerjaan kinerjanya tidak dapat diterima bila dioperasikan sesuai dengan Grafik Takaran Penyemprotan dan Buku Petunjuk Pelaksanaan atau tidak memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi dalam segala seginya, maka peralatan tersebut tidak diperkenankan untuk dioperasikan dalam pekerjaan. Setiap modifikasi atau penggantian distributor aspal harus diuji terlebih dahulu sebelum digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan.

- b) Penyemprotan dalam arah melintang dari takaran pemakaian aspal yang dihasilkan oleh distributor aspal harus diuji dengan cara melintaskan batang semprot di atas bidang pengujian selebar 25 cm x 25 cm yang terbuat dari lembaran resap yang bagian bawahnya kedap, yang beratnya harus ditimbang sebelum dan sesudah disemprot. Perbedaan berat harus dipakai dalam menentukan takaran aktual pada tiap lembar dan perbedaan tiap lembar terhadap takaran rata-rata yang diukur melintang pada lebar penuh yang telah disemprot tidak boleh melampaui 15 persen takaran rata-rata.
- c) Ketelitian yang dapat dicapai distributor aspal terhadap suatu takaran sasaran pemakaian alat semprot harus diuji dengan cara yang sama dengan pengujian distribusi melintang pada butir (b) di atas. Lintasan penyemprotan minimum sepanjang 200 meter harus dilaksanakan dan kendaraan harus dijalankan dengan kecepatan tetap sehingga dapat mencapai takaran sasaran pemakaian yang telah ditentukan lebih dahulu oleh Direksi Pekerjaan. Dengan minimum 5 penampang melintang yang berjarak sama harus dipasang 3 kertas resap yang berjarak sama, kertas tidak boleh dipasang dalam jarak kurang dari 0,5 meter dari tepi bidang yang disemprot atau dalam jarak 10 m dari titik awal penyemprotan. Takaran pemakaian, yang diambil sebagai harga rata-rata dari semua kertas resap tidak boleh berbeda lebih dari 5 persen dari takaran sasaran. Sebagai alternatif, takaran pemakaian rata-rata dapat dihitung dari pembacaan tongkat ukur yang telah dikalibrasi, seperti yang ditentukan dalam Pasal 6.1.4.(3).(g) dari Spesifikasi ini. Untuk tujuan pengujian ini minimum 70 persen dari kapasitas distributor aspal harus disemprotkan.

7) Peralatan Penyemprot Aspal Tangan (Hand Sprayer)

Bilamana diijinkan oleh Direksi Pekerjaan maka penggunaan peralatan penyemprot aspal tangan dapat dipakai sebagai pengganti distributor aspal.

Perlengkapan utama peralatan penyemprot aspal tangan harus selalu dijaga dalam kondisi baik, terdiri dari :

- a) Tangki aspal dengan alat pemanas;
- b) Pompa yang memberikan tekanan ke dalam tangki aspal sehingga aspal dapat tersemprot keluar;
- c) Batang semprot yang dilengkapi dengan lubang pengatur keluarnya aspal (nosel).

Agar diperoleh hasil penyemprotan yang merata maka Penyedia Jasa harus menyediakan tenaga operator yang terampil dan diuji coba dahulu kemampuannya sebelum disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

6.1.4

PELAKSANAAN PEKERJAAN1) Penyiapan Permukaan Yang Akan Disemprot Aspal

- a) Apabila pekerjaan Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat akan dilaksanakan pada permukaan perkerasan jalan yang ada atau bahu jalan yang ada, semua kerusakan perkerasan maupun bahu jalan harus diperbaiki menurut Seksi 8.1 dan Seksi 8.2 dari Spesifikasi ini.
- b) Apabila pekerjaan Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat akan dilaksanakan pada perkerasan jalan baru atau bahu jalan baru, perkerasan atau bahu itu harus telah selesai dikerjakan sepenuhnya, menurut Seksi 4.1, 4.2, 5.1, 5.4, 6.3, 6.4, atau 6.6 dari Spesifikasi ini yang sesuai dengan lokasi dan jenis permukaan yang baru tersebut.
- c) Untuk lapis resap pengikat, jenis aspal emulsi yang digunakan harus mengacu pada Pasal 6.1.2.(1). dan Untuk lapis perekat, jenis aspal emulsi yang digunakan harus mengacu pada Pasal 6.1.2.(2).
- d) Permukaan yang akan disemprot itu harus dipelihara menurut standar butir (a) dan butir (b) di atas sebelum pekerjaan pelaburan dilaksanakan.
- e) Sebelum penyemprotan aspal dimulai, permukaan harus dibersihkan dengan memakai sikat mekanis atau kompresor atau kombinasi keduanya. Bilamana peralatan ini belum dapat memberikan permukaan yang benar-benar bersih, penyapuan tambahan harus dikerjakan manual dengan sikat yang kaku.
- f) Pembersihan harus dilaksanakan melebihi 20 cm dari tepi bidang yang akan disemprot.
- g) Tonjolan yang disebabkan oleh benda-benda asing lainnya harus disingkirkan dari permukaan dengan memakai penggaru baja atau dengan cara lainnya yang telah disetujui atau sesuai dengan perintah Direksi Pekerjaan dan bagian yang telah digaru tersebut harus dicuci dengan air dan disapu.
- h) Untuk pelaksanaan Lapis Resap Pengikat di atas Lapis Pondasi Agregat Kelas A, permukaan akhir yang telah disapu harus rata, rapat, bermosaik agregat kasar dan halus, permukaan yang hanya mengandung agregat halus tidak akan diterima.
- i) Pekerjaan penyemprotan aspal tidak boleh dimulai sebelum perkerasan telah disiapkan dapat diterima oleh Direksi Pekerjaan.

2) Takaran dan Temperatur Pemakaian Bahan Aspal

- a) Penyedia Jasa harus melakukan percobaan lapangan di bawah pengawasan Direksi Pekerjaan untuk mendapatkan tingkat takaran yang tepat (liter per meter persegi) dan percobaan tersebut akan diulangi, sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan, bila jenis dari permukaan yang akan disemprot atau jenis dari bahan aspal berubah. Biasanya takaran pemakaian yang didapatkan akan berada dalam batas-batas sebagai berikut :

Lapis Resap Pengikat : 0,4 sampai 1,3 liter per meter persegi untuk Lapis Pondasi Agregat tanpa bahan pengikat

Lapis Perekat : Sesuai dengan jenis permukaan yang akan menerima pelaburan dan jenis bahan aspal yang akan dipakai. Lihat Tabel 6.1.4.(1) untuk jenis takaran pemakaian lapis aspal.

- b) Temperatur penyemprotan harus sesuai dengan Tabel 6.1.4.(1), kecuali diperintahkan lain oleh Direksi Pekerjaan. Temperatur penyemprotan untuk aspal cair yang kandungan minyak tanahnya berbeda dari yang ditentukan dalam daftar ini, temperaturnya dapat diperoleh dengan cara interpolasi.

Tabel 6.1.4.(1) Takaran Pemakaian Lapis Perekat

Jenis Aspal	Takaran (liter per meter persegi) pada		
	Permukaan Baru atau Aspal atau Beton Lama Yang Licin	Permukaan Porous dan Terekpos Cuaca	Permukaan Berbahan Pengikat Semen
Aspal Cair	0,15	0,15 - 0,35	0,2 - 1,0
Aspal Emulsi	0,20	0,20 - 0,50	0,2 - 1,0
Aspal Emulsi yang diencerkan (1:1)	0,40	0,40 - 1,00	0,4 - 2,0
Aspal Emulsi Modifikasi	0,20	0,20 - 0,50	0,2 - 1,0

Tabel 6.1.4.(2) Temperatur Penyemprotan

Jenis Aspal	Rentang Suhu Penyemprotan
Aspal cair, 25-30 pph minyak tanah	110 ± 10 °C
Aspal cair, 80-85 pph minyak tanah (MC-30)	45 ± 10 °C
Aspal emulsi, emulsi modifikasi atau aspal emulsi yang diencerkan	Tidak dipanaskan

- c) Frekuensi pemanasan yang berlebihan atau pemanasan yang berulang-ulang pada temperatur tinggi haruslah dihindari. Setiap bahan yang menurut pendapat Direksi Pekerjaan, telah rusak akibat pemanasan berlebihan harus ditolak dan harus diganti atas biaya Penyedia Jasa.

3) Pelaksanaan Penyemprotan

- a) Batas permukaan yang akan disemprot oleh setiap lintasan penyemprotan harus diukur dan ditandai. Khususnya untuk Lapis Resap Pengikat, batas-batas lokasi yang disemprot harus ditandai dengan cat atau benang.
- b) Agar bahan aspal dapat merata pada setiap titik maka bahan aspal harus disemprotkan dengan batang penyemprot dengan kadar aspal yang diperintahkan, kecuali jika penyemprotan dengan distributor tidaklah praktis untuk lokasi yang sempit, Direksi Pekerjaan dapat menyetujui pemakaian penyemprot aspal tangan (*hand sprayer*).

Alat penyemprot aspal harus dioperasikan sesuai grafik penyemprotan yang telah disetujui. Kecepatan pompa, kecepatan kendaraan, ketinggian batang semprot dan penempatan nosel harus disetel sesuai ketentuan grafik tersebut sebelum dan selama pelaksanaan penyemprotan.

- c) Bila diperintahkan, bahwa lintasan penyemprotan bahan aspal harus satu lajur atau setengah lebar jalan dan harus ada bagian yang tumpang tindih (*overlap*) selebar 20 cm sepanjang sisi-sisi lajur yang bersebelahan. Sambungan memanjang selebar 20 cm ini harus dibiarkan terbuka dan tidak boleh ditutup oleh lapisan berikutnya sampai lintasan penyemprotan di lajur yang bersebelahan telah selesai dilaksanakan. Demikian pula lebar yang telah disemprot harus lebih besar dari pada lebar yang ditetapkan, hal ini dimaksudkan agar tepi permukaan yang ditetapkan tetap mendapat semprotan dari tiga nosel, sama seperti permukaan yang lain.
- d) Lokasi awal dan akhir penyemprotan harus dilindungi dengan bahan yang cukup kedap. Penyemprotan harus dimulai dan dihentikan sampai seluruh batas bahan pelindung tersempot, dengan demikian seluruh nosel bekerja dengan benar pada sepanjang bidang jalan yang akan disemprot.

Distributor aspal harus mulai bergerak kira-kira 5 meter sebelum daerah yang akan disemprot dengan demikian kecepatan lajunya dapat dijaga konstan sesuai ketentuan, agar batang semprot mencapai bahan pelindung tersebut dan kecepatan ini harus tetap dipertahankan sampai melalui titik akhir.

- e) Sisa aspal dalam tangki distributor harus dijaga tidak boleh kurang dari 10 persen dari kapasitas tangki untuk mencegah udara yang terperangkap (masuk angin) dalam sistem penyemprotan.
- f) Jumlah pemakaian bahan aspal pada setiap kali lintasan penyemprotan harus segera diukur dari volume sisa dalam tangki dengan meteran tongkat celup.
- g) Takaran pemakaian rata-rata bahan aspal pada setiap lintasan penyemprotan, harus dihitung sebagai volume bahan aspal yang telah dipakai dibagi luas bidang yang disemprot. Luas lintasan penyemprotan didefinisikan sebagai hasil kali panjang lintasan penyemprotan dengan jumlah nosel yang digunakan dan jarak antara nosel. Takaran pemakaian rata-rata yang dicapai harus sesuai dengan yang diperintahkan Direksi Pekerjaan menurut Pasal 6.1.4.(2).(a) dari Spesifikasi ini, dalam toleransi berikut ini :

$$\begin{array}{l} \text{Toleransi} \\ \text{takaran} \\ \text{pemakaian} \end{array} = \pm (4 \% \text{ dari takaran yg diperintahkan} + \frac{1 \% \text{ dari volume tangki}}{\text{Luas yang disemprot}})$$

Takaran pemakaian yang dicapai harus telah dihitung sebelum lintasan penyemprotan berikutnya dilaksanakan dan bila perlu diadakan penyesuaian untuk penyemprotan berikutnya .

- h) Penyemprotan harus segera dihentikan jika ternyata ada ketidaksempurnaan peralatan semprot pada saat beroperasi.
- i) Setelah pelaksanaan penyemprotan, khususnya untuk Lapis Perekat, bahan aspal yang berlebihan dan tergenang di atas permukaan yang telah disemprot

harus diratakan dengan menggunakan alat pemadat roda karet, sikat ijuk atau alat penyapu dari karet.

- j) Tempat-tempat yang disemprot dengan Lapis Resap Pengikat yang menunjukkan adanya bahan aspal berlebihan harus ditutup dengan bahan penyerap (*blotter material*) yang memenuhi Pasal 6.1.2.(1).(b) dari Spesifikasi ini sebelum penghamparan lapis berikutnya. Bahan penyerap (*blotter material*) hanya boleh dihampar 4 jam setelah penyemprotan Lapis Resap Pengikat.
- k) Tempat-tempat bekas kertas resap untuk pengujian kadar bahan aspal harus dilabur kembali dengan bahan aspal yang sejenis secara manual dengan kadar yang hampir sama dengan kadar di sekitarnya.

6.1.5

PEMELIHARAAN DAN PEMBUKAAN BAGI LALU LINTAS

1) Pemeliharaan Lapis Resap Pengikat

- a) Penyedia Jasa harus tetap memelihara permukaan yang telah diberi Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat sesuai standar yang ditetapkan dalam Pasal 6.1.1.(5) dari Spesifikasi ini sampai lapisan berikutnya dihampar. Lapisan berikutnya hanya dapat dihampar setelah bahan resap pengikat telah meresap sepenuhnya ke dalam lapis pondasi dan telah mengeras dalam waktu paling sedikit 48 jam setelah penyemprotan atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

Untuk Lapis Resap Pengikat yang akan dilapisi Burtu atau Burda, waktu penundaan harus sebagaimana yang diperintahkan Direksi Pekerjaan minimum dua hari dan tak boleh lebih dari empat belas hari, tergantung dari lalu lintas, cuaca, bahan aspal dan bahan lapis pondasi yang digunakan.

- b) Lalu lintas tidak diijinkan lewat sampai bahan aspal telah meresap dan mengering serta tidak akan terkelupas akibat dilewati roda lalu lintas. Dalam keadaan khusus, lalu lintas dapat diijinkan lewat sebelum waktu tersebut, tetapi tidak boleh kurang dari empat jam setelah penghamparan Lapis Resap Pengikat tersebut. Agregat penutup (*blotter material*) yang bersih, yang sesuai dengan ketentuan Pasal 6.1.2.(1).(b) dari Spesifikasi ini harus dihampar sebelum lalu lintas diijinkan lewat. Agregat penutup harus disebar dari truk sedemikian rupa sehingga roda tidak melindas bahan aspal yang belum tertutup agregat. Bila penghamparan agregat penutup pada lajur yang sedang dikerjakan yang bersebelahan dengan lajur yang belum dikerjakan, sebuah alur (*strip*) yang lebarnya paling sedikit 20 cm sepanjang tepi sambungan harus dibiarkan tanpa tertutup agregat, atau jika sampai tertutup harus dibuat tidak tertutup agregat bila lajur kedua sedang dipersiapkan untuk ditangani, agar memungkinkan tumpang tindih (*overlap*) bahan aspal sesuai dengan Pasal 6.1.4.(3).(d) dari Spesifikasi ini. Pemakaian agregat penutup harus dilaksanakan seminimum mungkin.

2) Pemeliharaan dari Lapis Perekat

Lapis Perekat harus disemprotkan hanya sebentar sebelum penghamparan lapis aspal berikut di atasnya untuk memperoleh kondisi kelengketan yang tepat. Pelapisan lapisan beraspal berikut tersebut harus dihampar sebelum lapis aspal hilang kelengketannya melalui pengeringan yang berlebihan, oksidasi, debu yang tertiuap atau lainnya. Sewaktu lapis aspal dalam keadaan tidak tertutup, Penyedia Jasa

harus melindunginya dari kerusakan dan mencegahnya agar tidak berkontak dengan lalu lintas. Pemberian kembali lapis perekat (*retackcoating*) harus dilakukan bila lapis perekat telah mengering sehingga hilang atau berkurang kelengketannya.

Pengeringan lapis perekat yang basah akibat hujan turun dengan tiba-tiba dengan menggunakan udara bertekanan (*compressor*) dapat dilakukan sebelum lapis beraspal dihampar hanya bila lamanya durasi hujan kurang dari 4 jam. Pemberian kembali lapis perekat (*retackcoating*) harus dilakukan bila lapis perekat terkena hujan lebih dari 4 jam.

6.1.6

PENGENDALIAN MUTU DAN PENGUJIAN DI LAPANGAN

- a) Contoh aspal dan sertifikatnya, seperti disyaratkan dalam Pasal 6.1.1.(6).(a) dari Spesifikasi ini harus disediakan pada setiap pengangkutan aspal ke lapangan pekerjaan.
- b) Dua liter contoh bahan aspal yang akan dihampar harus diambil dari distributor aspal, masing-masing pada saat awal penyemprotan dan pada saat menjelang akhir penyemprotan.
- c) Distributor aspal harus diperiksa dan diuji, sesuai dengan ketentuan Pasal 6.1.3.(6) dari Spesifikasi ini sebagai berikut :
 - i) Sebelum pelaksanaan pekerjaan penyemprotan pada Kontrak tersebut;
 - ii) Setiap 6 bulan atau setiap penyemprotan bahan aspal sebanyak 150.000 liter, dipilih yang lebih dulu tercapai;
 - iii) Apabila distributor mengalami kerusakan atau modifikasi, perlu dilakukan pemeriksaan ulang terhadap distributor tersebut.
- d) Gradasi agregat penutup (blotter material) harus diajukan kepada Direksi Pekerjaan untuk mendapatkan persetujuan sebelum agregat tersebut digunakan.
- e) Catatan harian yang terinci mengenai pelaksanaan penyemprotan permukaan, termasuk pemakaian bahan aspal pada setiap lintasan penyemprotan dan takaran pemakaian yang dicapai, harus dibuat dalam formulir yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

6.1.7

PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

- 1) Pengukuran Untuk Pembayaran
 - a) Kuantitas dari bahan aspal yang diukur untuk pembayaran adalah nilai terkecil di antara berikut ini : jumlah liter pada 15°C untuk aspal cair dan 15,6°C untuk aspal emulsi dan aspal emulsi modifikasi menurut takaran yang diperlukan sesuai dengan Spesifikasi dan ketentuan Direksi Pekerjaan, atau jumlah liter aktual pada 15°C untuk aspal cair dan 15,6°C untuk aspal emulsi dan aspal emulsi modifikasi yang terhampar dan diterima. Gunakan Lampiran 6.1 untuk konversi suhu pelaksanaan di lapangan ke suhu standar 15 °C Pengukuran berdasarkan volume harus diambil saat bahan berada

pada temperatur keseluruhan yang merata dan bebas dari gelembung udara. Air yang ditambahkan kedalam aspal emulsi atau kandungan air yang sudah ada dalam aspal emulsi yang diencerkan (1:1) tidak akan diukur untuk pembayaran. Kuantitas dari aspal yang digunakan harus diukur setelah setiap lintasan penyemprotan untuk distributor aspal atau setiap hari produksi untuk penyemprot aspal tangan (*hand sprayer*).

- b) Setiap agregat penutup (*blotter material*) yang digunakan harus dianggap termasuk pekerjaan sementara untuk memperoleh Lapis Resap Pengikat yang memenuhi ketentuan dan tidak akan diukur atau dibayar secara terpisah.
- c) Pekerjaan untuk penyiapan dan pemeliharaan formasi yang di atasnya diberi Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat, sesuai dengan Pasal 6.1.4.(a) dan 6.1.4.(b) tidak akan diukur atau dibayar di bawah Seksi ini, tetapi harus diukur dan dibayar sesuai dengan Seksi yang relevan yang disyaratkan untuk pelaksanaan dan rehabilitasi, sebagai rujukan di dalam Pasal 6.1.4 dari Spesifikasi ini.
- d) Pembersihan dan persiapan akhir pada permukaan jalan sesuai dengan Pasal 6.1.4.(3).(d) sampai 6.1.4.(3).(g) dari Spesifikasi ini dan pemeliharaan permukaan Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat yang telah selesai menurut Pasal 6.1.5 dari Spesifikasi ini harus dianggap merupakan satu kesatuan dengan pekerjaan Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat yang memenuhi ketentuan dan tidak boleh diukur atau dibayar secara terpisah.

2) Pengukuran Untuk Pekerjaan Yang Diperbaiki

Bila perbaikan pekerjaan Lapis Resap Pengikat atau Lapis Perekat yang tidak memenuhi ketentuan telah dilaksanakan sesuai perintah Direksi Pekerjaan menurut Pasal 6.1.1.(5) di atas, maka kuantitas yang diukur untuk pembayaran haruslah merupakan pekerjaan yang seharusnya dibayar jika pekerjaan yang semula diterima. Tidak ada pembayaran tambahan yang akan dilakukan untuk pekerjaan tambahan, kuantitas maupun pengujian yang diperlukan oleh perbaikan ini.

3) Dasar Pembayaran

Kuantitas yang sebagaimana ditetapkan di atas harus dibayar menurut Harga Satuan Kontrak per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang tercantum di bawah ini dan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, dimana pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk pengadaan dan penyemprotan seluruh bahan, termasuk bahan penyerap (*blotter material*), penyemprotan ulang, termasuk seluruh pekerja, peralatan, perlengkapan, dan setiap kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan dan memelihara pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
6.1.(1a)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter
6.1.(1b)	Lapis Resap Pengikat – Aspal Emulsi	Liter
6.1.(2a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
6.1.(2b)	Lapis Perekat - Aspal Emulsi	Liter
6.1.(2c)	Lapis Perekat - Aspal Emulsi Modifikasi	Liter



Cara uji penetrasi aspal





© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.idwww.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Kegunaan	1
5 Ringkasan cara uji	1
6 Peralatan	2
7 Benda uji	4
8 Persiapan benda uji	4
9 Kondisi pengujian	4
10 Cara pengujian	5
11 Pelaporan	6
Lampiran A Gambar (informatif).....	7
Lampiran B Formulir pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen (normatif).....	8
Gambar A1 Jarum penetrasi	7
Gambar A2 Penetrometer	7
Tabel 1 Kondisi lain untuk pengujian khusus	4
Tabel 2 Ketentuan perbedaan mulai penetrasi yang tertinggi dengan yang terendah ...	6

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *cara uji penetrasi aspal* adalah revisi dari SNI06-2456-1991, *Metoda pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen*. Standar ini merupakan adopsi modifikasi dari ASTM D 5 – 05 *Standar test method for penetration of bituminous materials*.

Adapun perbedaan dengan SNI sebelumnya adalah meliputi perubahan panjang jarum dari 60 mm (24 in) menjadi 60 mm (2,4 in), perubahan dari 50 sampai 55 mm (1,97 in – 2,19 in) menjadi 50 mm – 55 mm (1,97 in – 2,17 in), perubahan dari pengujian penetrasi s/d 350 menjadi sampai 500, adanya tambahan keterangan cara meletakkan termometer; ujungbagian bawah termometer direndam sampai batas penyanggah dalam bak perendam perubahan adanya tambahan kondisi lain digunakan untuk pengujian khusus.

Cara uji penetrasi aspal ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus Kerja Bidang Bahan dan Perkerasan Jalan pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional Nomor 8 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 30 Mei 2006 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Bandung, oleh Subpanitia Teknik yang melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Aspal merupakan bahan pengikat agregat yang mutu dan jumlahnya sangat menentukan keberhasilan suatu campuran beraspal yang merupakan bahan jalan. Salah satu jenis pengujian dalam menentukan persyaratan mutu aspal adalah penetrasi aspal yang merupakan sifat rheologi aspal yaitu kekerasan aspal.

Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam hal pengendalian mutu aspal atau tar untuk keperluan pembangunan, peningkatan atau pemeliharaan jalan.

Pengujian penetrasi ini sangat dipengaruhi oleh faktor berat beban total, ukuran sudut dan kehalusan permukaan jarum, temperatur dan waktu. Oleh karena itu perlu disusun dengan rinci ukuran, persyaratan dan batasan peralatan, waktu dan beban yang digunakan dalam penentuan penetrasi aspal.

Cara uji ini dimaksudkan sebagai acuan para penanggung jawab dan teknisi laboratorium aspal untuk menentukan penetrasi aspal serta menyeragamkan cara pengujian untuk pengendalian mutu aspal agar diperoleh hasil pengujian yang akurat dan benar.



Cara uji penetrasi aspal

1 Ruang lingkup

Cara uji penetrasi aspal ini mencakup penentuan nilai penetrasi dari bahan-bahan bitumen semi-solid dan solid.

Jarum-jarum penetrasi, cawan dan kondisi pengujian dijelaskan pada cara uji ini untuk menentukan nilai penetrasi sampai dengan 500.

Cara uji ini tidak mencakup masalah keselamatan yang berhubungan dengan penggunaannya. Pengaturan keselamatan dan kesehatan kerja serta penerapannya menjadi tanggung jawab pengguna.

2 Acuan normatif

SNI 06-2432-1991, *Metoda pengujian titik lembek aspal* SNI

03-6399-2000, *Tata cara pengambilan contoh aspal* SNI 19-

6421-2000, *Spesifikasi standar termometer*

ASTM E 77, *Test method for inspection and verification of liquid in glass thermometer*

3 Istilah dan definisi

3.1

aspal

bitumen yang diperoleh dari residu pada proses penyulingan minyak bumi

3.2

penetrasi

kekerasan yang dinyatakan sebagai kedalaman masuknya jarum penetrasi standar secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm pada kondisi beban, waktu dan temperatur yang diketahui.

3.3

transfer dish

wadah yang digunakan sebagai tempat merendam benda uji pada saat pengujian

4 Kegunaan

Cara uji penetrasi ini dapat digunakan untuk mengukur konsistensi aspal. Nilai penetrasi yang tinggi menunjukkan konsistensi aspal yang lebih lunak.

5 Ringkasan cara uji

Contoh aspal dipanaskan dan didinginkan pada kondisi sesuai ketentuan. Nilai penetrasi diukur dengan penetrometer pada kondisi tertentu.

6 Peralatan

6.1 Penetrometer

Ada dua macam penetrometer yaitu penetrometer manual dan penetrometer otomatis.

Perbedaan kedua penetrometer ini terletak pada:

- Pengukur waktu. Pada penetrometer manual diperlukan stopwatch sedangkan pada penetrometer otomatis tidak diperlukan stopwatch karena pengukur waktu otomatis sudah terangkai dalam alat penetrometer.
- Saat pengujian tombol pada pemegang jarum penetrometer manual harus ditekan selama $5 \pm 0,1$ detik sampai waktu ditentukan, sedangkan tombol pada pemegang jarum penetrometer otomatis ditekan hanya pada saat permulaan pengujian yang akan berhenti secara otomatis setelah waktu yang ditentukan ($5 \pm 0,1$ detik)

Kedua alat ini terdiri dari:

- alat penetrometer yang dapat melepas pemegang jarum untuk bergerak secara vertikal tanpa gesekan dan dapat menunjukkan kedalaman masuknya jarum ke dalam benda uji sampai 0,1 mm terdekat;
- berat pemegang jarum $47,5 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Berat total pemegang jarum beserta jarum $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Pemegang jarum harus mudah dilepas dari penetrometer untuk keperluan pengecekan berat;
- penetrometer harus dilengkapi dengan *waterpass* untuk memastikan posisi jarum dan pemegang jarum tegak (90°) ke permukaan;
- berat beban $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$ dan $100 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$ sehingga dapat digunakan untuk mengukur penetrasi dengan berat total 100 gram atau 200 gram sesuai dengan kondisi pengujian yang diinginkan.

6.2 Jarum penetrasi

- harus terbuat dari *stainless steel* dan dari bahan yang kuat, *Grade* 440-C atau yang setara, HRC 54 sampai 60. Ukuran dan bentuk jarum seperti tertera pada Gambar 1 Lampiran A;
- jarum standar memiliki panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang memiliki panjang sekitar 60 mm (2,4 in);
- diameter jarum antara 1,00 mm sampai dengan 1,02 mm;
- ujung jarum berupa kerucut terpancung dengan sudut antara $8,7^\circ$ dan $9,7^\circ$;
- ujung jarum harus terletak satu garis dengan sumbu badan jarum;
- perbedaan total antara ujung jarum dengan permukaan yang lurus tidak boleh melebihi 0,2 mm;
- diameter ujung kerucut terpancung 0,14 mm sampai 0,16 mm dan terpusat terhadap sumbu jarum;
- ujung jarum harus runcing, tajam dan halus;

- i) panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 sampai 45 mm sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm - 55 mm (1,97 – 2,17 in);
- j) berat jarum harus 2,50 gram $\pm$ 0,05 gram;
- k) jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutu aspal harus memenuhi kriteria tersebut di atas disertai dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang.

6.3 Cawan benda uji

Terbuat dari logam atau gelas yang berbentuk silinder dengan dasar yang rata dan berukuran sebagai berikut :

Untuk pengujian penetrasi di bawah 200:

Ø Diameter, mm	55
Ø Tinggi bagian dalam, mm	35

Untuk pengujian penetrasi antara 200 dan 350:

Ø Diameter, mm	55 - 75
Ø Tinggi bagian dalam, mm	45 - 70

Untuk pengujian penetrasi antara 350 dan 500:

Ø Diameter, mm	55
Ø Tinggi bagian dalam, mm	70

6.4 Bak perendam

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat mempertahankan temperatur $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ atau temperatur lain dengan ketelitian tidak lebih dari $0,1^{\circ}\text{C}$. Bejana atau bak perendam harus dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang terletak tidak kurang dari 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana.

Apabila pengujian dilakukan dalam bak perendam maka harus dilengkapi dengan penahan yang cukup kuat untuk dudukan penetrometer.

Air perendam dapat ditambah garam apabila diinginkan pengujian pada temperatur rendah.

Ujung termometer direndam pada batas pelat dasar dalam bak perendam.

CATATAN 1 Untuk air perendam dianjurkan menggunakan air suling. Hindari kontaminasi oleh bahan pengaktif permukaan atau bahan kimia lain karena dapat mempengaruhi hasil uji.

6.5 Transfer dish

Transfer dish harus mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan cukup tinggi untuk dapat merendam cawan benda uji ukuran besar. *Transfer dish* harus disertai dudukan, antara lain kaki tiga, agar cawan benda uji tidak bergerak selama pengujian.

6.6 Pengatur waktu

Untuk penetrometer yang dijalankan secara manual dapat digunakan pengukur waktu apa saja seperti *stopwatch* atau pengatur waktu elektrik yang terkalibrasi dan mempunyai skala terkecil

0,1 detik atau kurang dengan kesalahan tertinggi 0,1 detik untuk setiap 60 detik. Untuk penetrometer otomatis kesalahan tidak boleh lebih dari 0,1 detik.

6.7 Termometer

- Ø Termometer harus dikalibrasi dengan maksimum kesalahan skala tidak melebihi 0,1 °C atau dapat juga digunakan pembagian skala termometer lain yang sama ketelitiannya dan kepekaannya;
- Ø Termometer harus sesuai dengan SNI 19-6421-2000 *Spesifikasi Standar Termometer*;
- Ø Termometer yang sesuai dan umum digunakan:

No. ASTM	Rentang
17 C	19 sampai dengan 27°C
63 C	8 sampai dengan +32°C
64 C	25 sampai dengan 55°C

- Ø Termometer yang digunakan untuk bak perendam harus dikalibrasi secara periodik dengan cara sesuai ASTM E77.

7 Benda uji

Benda uji adalah aspal sebanyak 100 gram yang bersih dan bebas dari air sertaminyak ringan.

8 Persiapan benda uji

- a) apabila contoh tidak cukup cair, maka panaskan contoh dengan hati-hati dan aduksedapat mungkin untuk menghindari terjadinya pemanasan setempat yang berlebih. Lakukan pemanasan ini sampai contoh cukup cair untuk dituangkan. Pemanasan contoh tidak boleh lebih dari 90°C di atas titik lembeknya, pemanasan tidak boleh lebih dari 60 menit, lakukan pengadukan untuk menjamin kehomogenan contoh, dan jangan sampai ada gelembung udara dalam contoh;
- b) tuangkan benda uji aspal ke dalam 2 (dua) cawan (duplo) benda uji sampai batas ketinggian pada cawan benda uji;
- c) dinginkan benda uji, tinggi benda uji tidak kurang dari 120% dari kedalaman jarum pada saat pengujian penetrasi. Tuangkan benda uji ke dalam cawan yang terpisah untuk setiap kondisi pengujian yang berbeda. Jika diameter cawan benda uji kurang dari 65 mm dan nilai penetrasi diperkirakan lebih besar dari 200 maka tuangkan benda uji ke dalam empat cawan untuk setiap jenis kondisi pengujian;
- d) dinginkan pada temperatur antara 15 sampai dengan 30°C selama 1 sampai dengan 1,5 jam untuk benda uji dalam cawan kecil (55 mm x 35 mm) dan 1,5 jam sampai dengan 2 jam untuk benda uji dalam cawan yang besar, dan tutup benda uji dalam cawan benda uji agar bebas dari debu;
- e) letakkan benda uji dan *transfer dish* dalam bak perendam pada temperatur pengujian selama 1 jam sampai dengan 1,5 jam untuk cawan benda uji kecil (55 mm x 35 mm) dan 1,5 jam sampai dengan 2 jam untuk cawan benda uji besar.

9 Kondisi pengujian

Apabila kondisi pengujian tidak ditentukan maka temperatur, berat total dan waktu pengujian adalah 25°C, 100 gram dan 5 detik. Kondisi lain dapat digunakan untuk pengujian khusus antara lain seperti kondisi pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 - Kondisi lain untuk pengujian khusus

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

Untuk pengujian khusus maka kondisi pengujian harus dilaporkan.

10 Cara pengujian

- periksa pemegang jarum agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene atau pelarut lain yang sesuai kemudian keringkan dengan lap bersih dan pasang pada pemegang jarum. Apabila diperkirakan nilai penetrasi lebih besar dari 350 disarankan menggunakan jarum penetrasi yang panjang;
- letakkan pemberat 50 gram pada pemegang jarum untuk memperoleh berat total 100gram $\pm$ 0,1 gram kecuali disyaratkan berat total yang lain;
- bila pengujian dilakukan penetrometer dalam bak perendam, letakkan cawan berisi benda uji langsung pada alat penetrometer. Jaga cawan benda uji agar tertutupi air dalam bak perendam. Apabila pengujian dilakukan di luar bak perendam letakkan cawan berisi benda uji dalam *transfer dish*, rendam cawan benda uji dengan air dari bak perendam, dan letakkan pada alat penetrometer;
- pastikan kerataan posisi alat penetrometer dengan memeriksa waterpass pada alat;
- turunkan jarum perlahan-lahan sampai jarum menyentuh permukaan benda uji. Hal ini dilakukan dengan cara menurunkan jarum ke permukaan benda uji sampai ujung jarum bersentuhan dengan bayangan jarum dalam benda uji. Agar bayangan jarum dalam benda uji tampak jelas gunakan lampu sorot dengan watt rendah (5 watt) agar tidak mempengaruhi temperatur benda uji. Kemudian aturlah angka 0 pada arloji penetrometer sehingga jarum penunjuk berada pada posisi angka 0 pada jarum penetrometer;
- segera lepaskan pemegang jarum selama waktu yang disyaratkan (5 detik $\pm$ 0,1 detik) atau yang disyaratkan lain seperti pada Tabel 2). Apabila wadah benda uji bergerak pada saat pengujian maka pengujian dianggap gagal;
- Atur (putar) arloji penetrometer untuk mengukur nilai penetrasi dan bacalah angka penetrasi yang ditunjukkan jarum penunjuk pada angka 0,1 mm terdekat;
- Lakukan paling sedikit tiga kali pengujian untuk benda uji yang sama, dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak tidak kurang 10 mm dari dinding cawan dan tidak kurang 10 mm dari satu titik pengujian dengan titik pengujian lainnya. Jika digunakan *transfer dish*, masukkan benda uji dan *transfer dish* ke dalam bak perendam yang mempunyai temperatur konstan pada setiap selesai satu pengujian benda uji. Gunakan jarum

SNI 2456:2011

yang bersih untuk setiap kali pengujian. Apabila nilai penetrasi lebih dari 200, gunakan paling

sedikit tiga jarum yang setelah digunakan dibiarkan tertancap pada benda uji sampai tiga kali pengujian selesai. Jika diameter cawan benda uji kurang dari 65 mm dan nilai penetrasi diperkirakan lebih dari 200, buat setiap pengujian dari tiga kali pengujian penetrasi dilakukan pada benda uji dalam cawan yang terpisah sebagaimana yang telah disiapkan pada persiapan benda uji butir c).

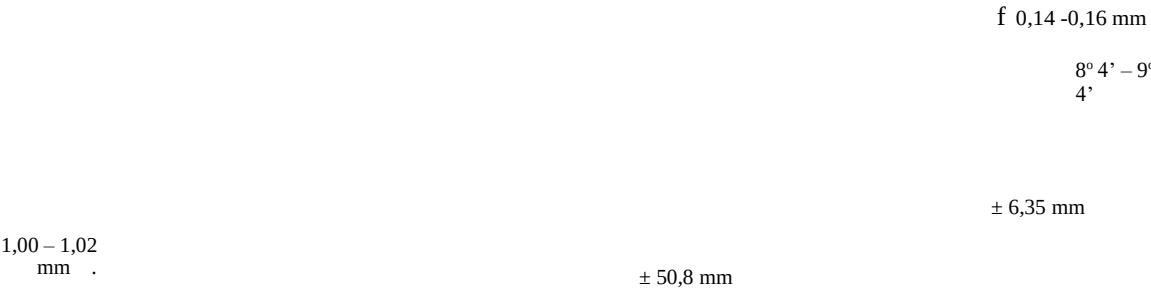
11 Pelaporan

Laporkan dalam bilangan bulat nilai penetrasi rata-rata sekurang-kurangnya dari tiga kali pengujian yang nilainya tidak berbeda lebih dari yang disyaratkan pada Tabel 2 berikut:

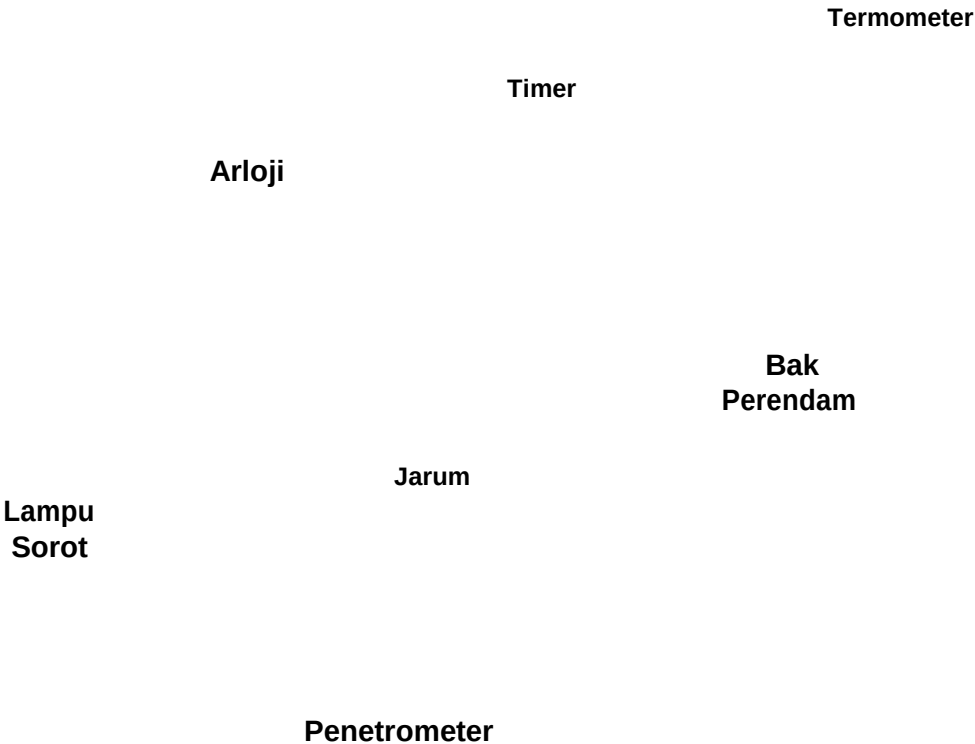
Tabel 2 - Ketentuan perbedaan nilai penetrasi yang tertinggi dengan yang terendah

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

Lampiran A
(normatif)
Gambar alat



Gambar 1 - Jarum Penetrasi



Gambar 2 - Penetrometer

Lampiran B
(informatif)
Formulir pengujian penetrasi aspal

1	No. Order/Contoh	:					
2	Jenis contoh uji	:					
3	Jenis pekerjaan	:					
4	Diterima tanggal	:					
5	Di uji tanggal	:					
6	Kondisi lingkungan:						
	- Temperatur	:					
	- Kelembaban	:					
7	Hasil pengujian						
Contoh dipanaskan Didiamkan pada temperatur ruang Direndam pada temperatur 25°C Pemeriksaan penetrasi Pada 25°C			Mulai : pk. selesai : pk.	Temperatur pemanasan°C			
			Mulai : pk. selesai : pk.				
			Mulai : pk. selesai : pk.	Temperatur bak°C perendam			
			Mulai : pk. selesai : pk.	Temperatur alat°C			
Pemeriksaan penetrasi pada 25°C 100 gram, 5 detik Pengamatan 1 2 3 4 5 Rata-rata							

(tempat),200....

Dikerjakan oleh Teknisi :

Diperiksa Penyelia :

Tanggal :

Tanggal :

Tanda Tangan :

Tanda Tangan :

Nama :

Nama :

Cara uji berat jenis aspal keras



© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.idwww.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Kegunaan hasil pengujian.....	2
5 Ringkasan cara uji.....	2
6 Peralatan	2
6.1 Piknometer.....	2
6.2 Bak perendam	2
6.3 Termometer	2
6.4 Timbangan.....	2
6.5 Gelas kimia	2
6.6 Pembakar bunsen.....	2
7 Bahan.....	3
8 Pengambilan contoh	3
9 Cara uji.....	3
9.1 Persiapan alat	3
9.2 Kalibrasi piknometer	3
9.3 Persiapan benda uji	3
9.4 Cara pengujian.....	4
10 Perhitungan.....	4
11 Pelaporan.....	5
12 Ketelitian	5
Lampiran A (normatif) Gambar piknometer	6
Lampiran B (normatif) Formulir pengujian berat jenis aspal keras	7
Lampiran C (informatif) Contoh isian formulir pengujian berat jenis aspal keras	8
Bibliografi	9
Gambar A.1 - Piknometer beserta penutup.....	6
Gambar A.2 - Alternatif Lain Bentuk Penutup piknometer	6

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Cara uji berat jenis aspal keras* adalah revisi dari SNI 06-2441-1991, *Metode pengujian berat jenis aspal padat* yang merupakan adopsi dari ASTM D 70-03, *Standar test method for density of semi-solid bituminous material (pycnometer method)*.

Revisi tersebut adalah: perubahan judul, acuan normatif, penambahan keterangan termometer, perubahan mengenai temperatur pemanasan, penambahan pasal ketelitian, penyesuaian format, perubahan standar pada acuan normatif yang sudah menjadi SNI, penambahan sub pasal mengenai timbangan.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) Nomor 8 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum konsensus tanggal 12 Juni 2008 di Bandung yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Aspal pada perkerasan jalan merupakan bahan pengikat agregat yang mutu dan jumlahnya sangat menentukan keberhasilan suatu campuran beraspal. Salah satu jenis pengujian yang terdapat dalam persyaratan mutu aspal adalah berat jenis. Selain untuk memenuhi persyaratan aspal, berat jenis juga diperlukan pada saat pelaksanaan untuk konversi dari berat ke volume atau sebaliknya.

Standar ini dimaksudkan sebagai acuan para penanggung jawab dan teknisi laboratorium pengujian aspal dalam menentukan berat jenis aspal serta menyeragamkan cara pengujian untuk pengendalian mutu aspal agar diperoleh hasil pengujian yang akurat dan benar.

Pengujian berat jenis aspal keras dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, oleh karena itu untuk keseragaman pengujian perlu disusun dengan rinci cara uji pengujian berat jenis aspal keras mulai dari pengambilan contoh uji, persiapan benda uji, kalibrasi piknometer, cara pengujian, perhitungan, pelaporan dan hal-hal lainnya yang dianggap perlu.





Cara uji berat jenis aspal keras

1 Ruang lingkup

Cara uji ini mencakup penentuan berat jenis dan berat isi aspal keras dengan menggunakan piknometer. Cara uji berat jenis aspal keras ini dapat digunakan terhadap semua jenis aspal keras termasuk aspal modifikasi.

CATATAN 1 - Alternatif lain cara uji berat jenis aspal keras adalah ASTM D 3289. Apabila contoh aspal terlalu cair untuk diuji dengan cara uji ini maka gunakanlah cara uji ASTM D 3142.

Cara uji ini tidak mencakup ketentuan keselamatan kerja dan kesehatan kerja. Pengaturan keselamatan dan kesehatan kerja serta penerapannya menjadi tanggung jawab pengguna standar ini.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi yang terkait dengan standar ini:

SNI 03-6399, *Tata cara pengambilan contoh aspal.*

SNI 06-6400, *Tata cara penentuan koreksi volume aspal terhadap volume pada temperatur standar.*

SNI 03-6414, *Spesifikasi timbangan yang digunakan pada pengujian bahan.*

SNI 16-6421, *Spesifikasi standar termometer.*

SNI 03-6865, *Tata cara pelaksanaan program uji antar laboratorium untuk penentuan presisi metode uji bahan konstruksi.*

ASTM D3142, *Test method for density of liquid asphalt (hydrometer method).*

ASTM D3289, *Test method for density of semi-solid and solid bituminous materials (nickel crucible method).*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

3.1

aspal keras

aspal yang bersifat viskoelastik dapat berupa aspal alam, aspal buatan (aspal hasil pengilangan minyak bumi) atau aspal modifikasi (aspal yang diberi bahan tambah seperti polimer)

3.2

berat isi

berat per satuan isi

3.3

berat jenis

perbandingan massa suatu bahan dengan massa air pada isi dan temperatur yang sama

CATATAN 2 - Berat jenis juga disebut kepadatan relatif .

4 Kegunaan hasil pengujian

Berat jenis aspal keras dari hasil pengujian ini dapat digunakan dalam pekerjaan perencanaan serta pengendalian mutu campuran beraspal antara lain untuk konversi dan koreksi dari isi ke berat atau sebaliknya.

5 Ringkasan cara uji

Benda uji aspal dimasukkan ke dalam piknometer yang sudah dikalibrasi, kemudian benda uji dan piknometer ditimbang. Isi tersisa diisi air kemudian piknometer beserta isinya dikondisikan pada temperatur pengujian yang diinginkan (dalam hal ini 15,6 °C atau 25,0 °C) dan ditimbang. Berat jenis benda uji dihitung berdasarkan massa benda uji dan massa air yang dipindahkan oleh benda uji dalam piknometer.

6 Peralatan

6.1 Piknometer

Piknometer terbuat dari gelas dengan bentuk dan ukuran sesuai Gambar A.1 dan Gambar A.2 pada Lampiran A. Diameter penutup piknometer 22 mm sampai dengan 26 mm. Pada bagian tengah penutup harus terdapat lubang ke atas dengan diameter antara 1,0 mm sampai dengan 2,0 mm. Penutup harus memiliki permukaan atas yang halus dan rata serta memiliki permukaan bawah yang cekung sehingga udara dalam piknometer mudah keluar melalui lubang pada penutup. Tinggi cekungan pada bagian tengah penutup harus 4,0 mm sampai dengan 18,0 mm. Piknometer harus memiliki kapasitas isi 24 mL sampai dengan 30 mL serta berat tidak lebih dari 40 g.

6.2 Bak perendam

Bak perendam memiliki temperatur yang konstan yaitu dapat mempertahankan temperatur sehingga tidak berbeda lebih dari 0,1°C dari temperatur pengujian yang diinginkan.

6.3 Termometer

Termometer gelas yang sudah dikalibrasi dengan rentang pembacaan yang memadai serta memiliki skala sekurang-kurangnya tiap 0,1°C dan dengan kesalahan maksimum 0,1°C. Umumnya digunakan termometer ASTM 63 C dengan rentang antara -8°C sampai dengan 32°C sesuai SNI 16-6421.

6.4 Timbangan

Timbangan harus sesuai persyaratan pada SNI 03-6414 kelas B dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,002 gram.

6.5 Gelas kimia

Gelas kimia atau *beaker glass* dengan isi 600 mL.

6.6 Pembakar bunsen

Pembakar gas bunsen.

7 Bahan

Aquades atau aqua demineralisasi (Aqua DM) yang baru dididihkan dan didinginkan kembali.

8 Pengambilan contoh

Pengambilan contoh aspal harus dilakukan sesuai SNI 03-6399. Contoh aspal harus bebas dari bahan-bahan asing. Contoh aspal harus diaduk sebelum diambil sebagian yang mewakili untuk diuji.

9 Cara uji

9.1 Persiapan alat

Isi gelas kimia 600 mL dengan aquades yang baru dididihkan dan didinginkan kembali sampai volume yang dapat merendam piknometer dengan jarak antara bagian atas piknometer dengan permukaan air tidak kurang dari 40 mm.

- Rendam gelas kimia tersebut dalam bak perendam sedemikian rupa sehingga bagian bawah gelas kimia terendam pada kedalaman tidak kurang dari 100 mm dan bagian atas gelas kimia berada di atas permukaan air bak perendam. Jepit gelas kimia tersebut agar tetap pada posisinya.
- Atur dan pertahankan temperatur air pada bak perendam sehingga tidak berbeda lebih dari $0,1^{\circ}\text{C}$ dari temperatur pengujian;

9.2 Kalibrasi piknometer

- Timbang piknometer yang bersih dan kering sampai 1 mg terdekat. Catat berat piknometer sebagai massa A;
- Keluarkan terlebih dahulu gelas kimia dari bak perendam, isi piknometer dengan aquades yang baru dididihkan dan didinginkan kembali hingga sesuai dengan temperatur pengujian kemudian tutup piknometer secara longgar. Tidak boleh sedikit pun ada gelembung udara dalam piknometer. Letakkan piknometer yang sudah diisi tersebut dalam gelas kimia kemudian tekan penutupnya sampai cukup rapat;

CATATAN 3 - Kalibrasi piknometer harus dilakukan pada temperatur yang sama dengan temperatur pengujian yang diinginkan.

- Biarkan piknometer terendam selama tidak kurang dari 30 menit. Ambil piknometer dan segera keringkan bagian atas penutup piknometer dengan satu kali sentuhan lap kering (lihat Catatan 4). Keringkan secepatnya bagian luar lainnya dari piknometer dan timbang sampai 1 mg terdekat. Catat berat piknometer berisi air sebagai massa B;

CATATAN 4 - Jangan lakukan pengeringan ulang pada bagian atas dari penutup piknometer walaupun terbentuk tetesan air sebagai akibat dari pemuain. Jika pengeringan dilakukan segera setelah piknometer dikeluarkan dari rendaman maka beratnya akan menunjukkan berat isi pada temperatur pengujian. Jika terbentuk pengembunan pada piknometer selama penimbangan, segera keringkan kembali bagian luar piknometer selain tutupnya sebelum massanya dicatat.

9.3 Persiapan benda uji

Panaskan contoh aspal dengan hati-hati, aduk untuk menghindari terjadinya pemanasan setempat, sampai contoh aspal cukup cair untuk dituangkan. Pemanasan contoh aspal tidak

boleh lebih dari 110°C di atas titik lembek benda uji aspal yang diperkirakan. Jangan lakukan pemanasan contoh aspal lebih dari 60 menit di atas nyala api pembakar atau pelat pemanas atau lebih dari 120 menit di dalam oven. Hindari adanya gelembung udara dalam benda uji.

9.4 Cara pengujian

Tuangkan benda uji ke dalam piknometer yang bersih dan kering sampai tiga per empat dari volume piknometer. Hindari adanya benda uji yang menempel pada bagian dalam piknometer di atas permukaan aspal serta adanya gelembung udara pada benda uji (lihat Catatan 5). Biarkan piknometer beserta isinya pada temperatur udara selama tidak kurang dari 40 menit dan timbang beserta tutupnya sampai 1 mg terdekat. Catat berat piknometer yang berisi benda uji sebagai massa C.

CATATAN 5 - Apabila terdapat gelembung udara pada permukaan benda uji, hilangkan dengan menyapukan nyala api dari pembakar Bunsen pada permukaan benda uji dalam piknometer. Untuk menghindari pemanasan berlebih, jangan biarkan terjadi kontak antara nyala api dengan benda uji yang terlalu lama.

Isi piknometer dengan aquades yang baru dididihkan dan didinginkan kembali hingga sesuai dengan temperatur pengujian kemudian piknometer ditutup secara longgar. Tidak boleh sedikit pun ada gelembung udara dalam piknometer. Letakkan piknometer yang sudah diisi tersebut dalam gelas kimia dan tekan penutupnya sampai cukup rapat. Kembalikan gelas kimia ke dalam penangas

Biarkan piknometer terendam dalam air selama tidak kurang dari 30 menit. Ambil piknometer, keringkan dan timbang dengan cara dan waktu yang sama dengan yang dilakukan pada 9.2c). Catat berat piknometer yang berisi benda uji dan air sebagai massa D.

10 Perhitungan

- a) Hitung berat jenis benda uji sampai tiga angka di belakang koma dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis} = \frac{(C - A)}{[(B - A) - (D - C)]} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- A adalah massa piknometer dan penutup;
- B adalah massa piknometer dan penutup berisi air;
- C adalah massa piknometer, penutup dan benda uji;
- D adalah massa piknometer, penutup, benda uji dan air.

- b) Hitung berat isi benda uji sampai tiga angka di belakang koma dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat isi} = \text{Berat jenis} \times W_T \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

W_T adalah berat isi air pada temperatur pengujian (lihat Catatan 6).

CATATAN 6 - berat isi air dari *CRC Handbook of Chemistry Physics*:

Temperatur, °C
15,6

Berat isi, kg/m³
999,1

25,0

997,0

11 Pelaporan

Laporkan berat jenis benda uji sampai tiga angka di belakang koma atau berat isi benda uji sampai 1 kg/m^3 terdekat dengan mencantumkan suhu pengujian.

12 Ketelitian

- a) Dua kali pengujian yang dilakukan oleh teknisi yang sama dan terhadap contoh uji yang sama, hasil berat isi tidak boleh berbeda lebih dari nilai sebagai berikut:

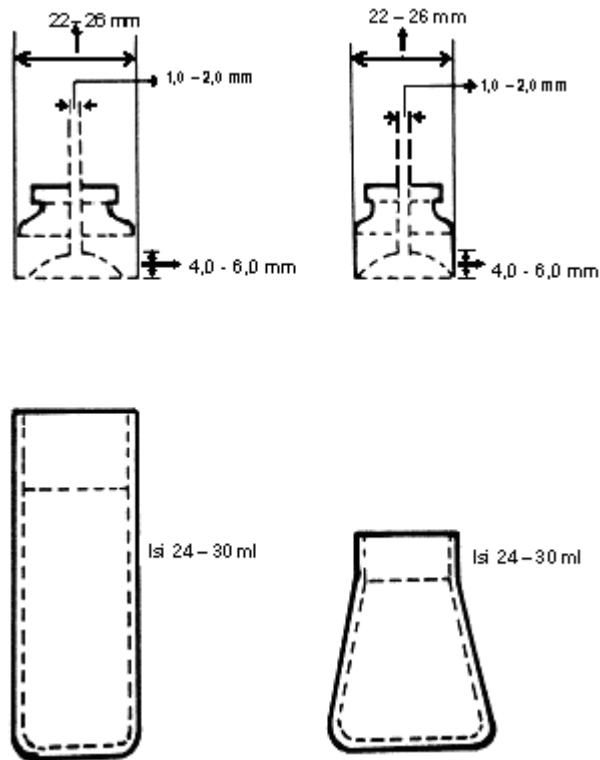
Temperatur pengujian, °C	Berat isi, kg/m^3
15,6	3,7
25,0	2,3

- b) Dua kali pengujian yang dilakukan di laboratorium yang berbeda terhadap contoh uji yang sama, hasil berat isi tidak boleh berbeda lebih dari nilai sebagai berikut:

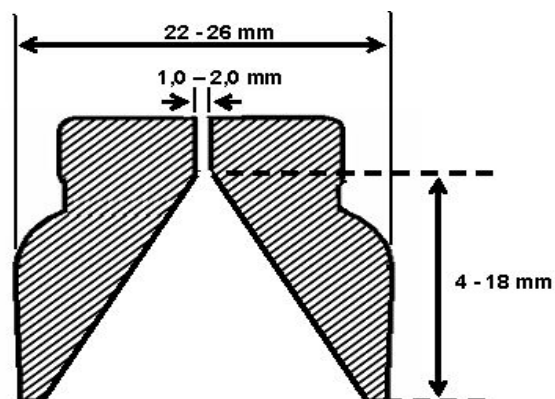
Temperatur pengujian, °C	Berat isi, kg/m^3
15,6	6,8
25,0	5,4



Lampiran A
(normatif)
Gambar piknometer



Gambar A.1 - Piknometer beserta penutup



Gambar A.2 - Alternatif Lain Bentuk Penutup piknometer

Lampiran B
(normatif)
Formulir pengujian berat jenis aspal keras

Kepala surat instansi laboratorium penguji

No. Order/Contoh :
Jenis contoh :
Jenis pekerjaan :
Tanggal diterima :
Tanggal diuji :
Kondisi lingkungan :
Temperatur :

Contoh dipanaskan	Mulai : <i>pk.</i>	Temperatur oven : °C
Didiamkan pada temperatur ruang	Selesa : <i>pk.</i> i Mulai : <i>pk.</i>	
Direndam pada temperatur 25°C atau 15,6 °C	Selesa : <i>pk.</i> i Mulai : <i>pk.</i>	Temperatur bak perendam : °C
Pemeriksaan berat jenis	Selesa : <i>pk.</i> i Mulai : <i>pk.</i> Selesa i	
	Benda uji 1	Benda uji 2
Massa piknometer + aspal (C)	gram gram	gram gram
Massa piknometer kosong (A)	gram	gram
Massa aspal (C - A)		
Massa piknometer + air (B)	gram gram	gram gram
Massa piknometer kosong	gram	gram
Massa air (B - A)		
Massa piknometer + aspal + air (D)	gram	gram
Massa piknometer + aspal (C)	gram	gram
Massa air (D - C)	gram	gram
Massa air (B - A) - (D - C)	gram	gram
(C - A)		
Berat jenis = $\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$		
Berat jenis rata-rata		
Berat isi = Berat jenis x W_T		

W_T adalah berat isi air pada temperatur pengujian (W_T pada 15,6 °C = 999,1 kg/m³, W_T pada 25,0 °C = 997,0 kg/m³)

Diperiksa oleh penyelia

Diuji oleh teknisi

Tanggal :

Tanggal :

(.....)

(.....)

Lampiran C
(informatif)
Contoh isian formulir pengujian berat jenis aspal keras

Kepala surat instansi laboratorium penguji

No. Order/Contoh : 97/AS/VII/06/BU
 Jenis contoh : Aspal Keras
 Jenis pekerjaan : Proyek pemeliharaan jalan Jawa Barat
 Tanggal diterima : 23 Juli 2011
 Tanggal diuji : 24 Juli 2011
 Kondisi lingkungan :
 Temperatur : 27 °C

Contoh dipanaskan	Mulai : pk. 08.20	Temperatur oven : 130 °C
Didiamkan pada Temperatur ruang	Selesai : pk. 08.50	
Didiamkan pada Temperatur ruang	Mulai : pk. 08.50	
Didiamkan pada Temperatur ruang	Selesai : pk. 09.50	
Direndam pada temperatur 25°C atau 15,6 °C	Mulai : pk. 09.50	Temperatur ba : 25 °C
Direndam pada temperatur 25°C atau 15,6 °C	Selesai : pk. 10.05	perendam
Pemeriksaan berat jenis	Mulai : pk. 10.05	
Pemeriksaan berat jenis	Selesai : pk. 10.20	
	Benda uj 1 i	Benda uj 2 i
Massa pikonometer + aspal (C)	58,866 gram	55,437 gram
Massa pikonometer kosong (A)	38,275 gram	36,224 gram
Massa aspal (C - A)	20,591 gram	19,212 gram
Massa pikonometer + air (B)	65,789 gram	61,038 gram
Massa pikonometer kosong	38,275 gram	36,224 gram
Massa air (B - A)	27,514 gram	24,814 gram
Massa pikonometer + aspal + air (D)	66,466 gram	61,652 gram
Massa pikonometer + aspal (C)	58,866 gram	55,437 gram
Massa air (D - C)	7,600 gram	6,215 gram
Massa air (B - A) - (D - C)	19,914 gram	18,599 gram
Berat jenis = $\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$	1,034	1,033

W_T adalah berat isi air pada temperatur pengujian (W_T pada 15,6 °C = 999,1 kg/m³, W_T pada 25,0 °C = 997,0 kg/m³)

Diperiksa oleh penyelia,

Diuji oleh
teknisi,

Tanggal : 27 Juli 2011

Tanggal : 24 Juli 2011



(Madi Hermadi)



(Winne Herwina)

Bibliografi

ASTM D70 – 03, *Standard test method for density of semi-solid bituminous materials (pycnometer method)*.

AASHTO T228-04, *Standard test method for specific gravity of semi-solid bituminous materials*.

CRC Handbook of Chemistry Physics.



METODE PENGUJIAN KEKENTALAN ASPAL CAIR DAN ASPAL EMULSIDENGAN ALAT SAYBOLT

BAB I DESKRIPSI

1. Ruang Lingkup

- a. Metode pengujian membahas tentang ketentuan, cara pengujian kekentalan aspal cair dan aspal emulsi dengan alat saybolt;
- b. Lingkup pengujian mencakup :
 - Persiapan contoh uji;
 - Persiapan peralatan;
 - Cara uji;
 - Pelaporan.

2. Acuan

Tata Cara ini mengacu pada standar tersebut di bawah ini : AASHTO T.72-90 *Standard Method of Test for Saybolt Viscosity*.

3. Istilah dan Definisi

Yang dimaksud dengan :

3.1 Kekentalan universal

Waktu yang diperlukan untuk mengalirkan bahan sebanyak 60 ml dalam detik pada suhu tertentu melalui lubang universal (Universal Orifice) yang telah distandarkan dan dinyatakan dalam S.U.S. (Saybolt Universal Second);

3.2 Kekentalan saybolt furol

Waktu yang diperlukan untuk mengalirkan suatu bahan sebanyak 60 ml dalam detik pada suhu tertentu melalui lubang Furol (Furol Orifice) yang telah distandarkan dan dinyatakan dalam S.F.S. (Saybolt Furol Second);

3.3 Furol

Singkatan dari "Fuel and Road Oil".

3.4 Viskometer

Alat untuk menentukan kekentalan suatu bahan;

3.5 Orifice

Lubang kecil pada bagian bawah tabung viskometer.

4. Ketentuan

4.1 Contoh Uji

Contoh uji adalah aspal cair, tidak kurang dari 250 ml yang telah diaduk hingga merata.

4.2 Benda Uji

Benda uji adalah sebagian dari contoh uji sebanyak (120 ± 1) ml, harus homogen dan paling sedikit duplo.

4.3 Peralatan

- a. Persyaratan peralatan :
Peralatan yang digunakan harus sudah dikalibrasi sesuai ketentuan-ketentuanyang berlaku. Interval kalibrasi alat tidak lebih dari 3 (tiga) tahun sekali;
- b. Jenis peralatan; peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - 1) Saybolt viskometer sesuai gambar 1 ;
 - 2) Penyumbat lubang tabung viskometer sesuai dengan gambar
 - 3) Termometer untuk viskositas saybolt sesuai dengan tabel 2, Lampiran B.
 - 4) Pemanas yang dilengkapi dengan dua lubang untuk menyangga tabung viskometer secara vertikal dan harus dilengkapi dengan isolasi yang baik, lilitan kawat (coil) untuk pemanas yang diatur dengan termostat. Pemanasan lilitan kawat harus diletakkan paling sedikit 7,5 cm dari sisi tabung viskometer;
 - 5) Termometer pemanas dengan ketelitian sesuai dengan sub pasal 2.3 b. 3);
 - 6) Penahan termometer sesuai dengan gambar 3;
 - 7) Saringan sesuai dengan Gambar 4, dengan ukuran saringan No. 100;
 - 8) Labu penampung sesuai dengan Gambar 5;
 - 9) Alat pengontrol waktu dengan interval 0,1 detik dan ketelitian 0,1 % bila diuji dengan interval tiap 60 menit;
 - 10) Lubang universal digunakan untuk bahan yang mempunyai kekentalan (32-1000) detik;
 - 11) Lubang furol digunakan untuk bahan yang mempunyai kekentalan lebih besar dari 1000 SUS.

4.4 Kalibrasi

- a) Waktu kalibrasi;
Jangka waktu kalibrasi 3 (tiga) tahun sekali;
- b) Ukur waktu alir pada suhu 37,8°C (100°F) sesuai prosedur kalibrasi standar dengan menggunakan oli standar, sesuai Tabel 1 ;
- c) Kalibrasi dilakukan pada suhu ruangan antara 20 - 30°C.
- d) Kalibrasi saybolt universal;
 - (1) Tentukan kekentalan oli standar pada suhu 37,8°C (V) dalam detik;
 - (2) Hitung faktor koreksi (F) sesuai rumus perhitungan 4) cara kalibrasi, bila waktu alir (t) pada alat saybolt dan waktu alir oli standar berbeda lebih dari 0,2%;
 - (3) Kalibrasi alat viskositas menggunakan oli standar mempunyai waktu alir antara 200 - 600 detik, bunakan faktor koreksi untuk kekentalan berbagai suhu;
- e) Viskometer saybolt furol :
 - (1) Tentukan waktu alir oli standar yang lebih besar dari 90 detik pada suhu 50°C.
 - (2) Hitung faktor koreksi (F) sesuai rumus perhitungan 4) cara kalibrasi, bila waktu alir (t) pada alat saybolt oli standar mempunyai perbedaan lebih dari 0,2%.

- (3) Bila kalibrasi viskometer saybolt furol menggunakan oli standar mempunyai waktu alir antara 200 - 600 detik, maka digunakan faktor koreksi kekentalan berbagai suhu.

4.5 Perhitungan

- a. Kekentalan $SFS = tx F$;
 Dengan pengertian :
 SFS = Kekentalan saybolt furol yang telah dikoreksi dalam detik.
 t = Waktu alir contoh dalam detik.
 F = Faktor koreksi.
- b. Untuk menentukan kekentalan Kinematik gunakan tabel 4;
- c. Faktor koreksi
 Faktor koreksi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{V}{t}$$

- Dengan pengertian :
 F = Faktor koreksi
 V = Kekentalan standar
 t = Waktu alir

5. Prosedur

5.1 Persiapan

a. Persiapan benda uji;

- (1) Panaskan benda uji yang kental yang sulit dituangkan pada suhu ruangan pada suhu 50°C beberapa menit sampai dapat dituang;
- (2) Jangan memanaskan benda uji yang cepat menguap pada wadah yang terbuka;
- (3) Apabila suhu pengujian diatas suhu ruang panaskan contoh uji tidak lebih dari 2°C di atas suhu uji.

b. Persiapan peralatan;

- (1) Bersihkan viskometer dengan pelarut yang mudah menguap keringkan kembali sampai semua pelarut tidak ada di dalam viskometer;
- (2) Bersihkan labu viskometer dengan pelarut yang mudah menguap;
- (3) Tuangkan media penangas ke dalam penangas sesuai tabel 3 paling sedikit 6 mm di atas baris batas limpahan benda uji;
- (4) Tutup bagian atas viskositas;
- (5) Sumbat bagian bawah viskometer dengan rapat dan kuat menggunakan gabus penutup;
- (6) Letakkan labu penampung (Gambar 5) tepat dibawah tengah-tengah tabung viskometer dengan jarak vertikal antara $\pm(100- 130)$ mm sehingga aliran benda uji tepat vertikal masuk melalui tengah-tengah leher labu.
- (7) Letakkan saringan No. 100 diatas tabung viskometer.
- (8) Siapkan batang pengaduk belah.
- (9) Atur pemanas pada suhu yang sudah dipilih;
- (10) Celupkan termometer pada tabung viskometer.

5.2 Tahapan Pengujian

- (a) Aduk contoh uji hingga merata;
- (b) Saring contoh uji melalui saringan sesuai gambar 4 langsung masukkan ke tabung viskometer sampai pinggir atas tabung viskometer;
- (c) Aduk benda uji dalam viskometer dengan termometer Viskometer yang telah dilengkapi penyanggah sesuai gambar 3 dengan kecepatan 30 - 50 putaran per menit; apabila suhu konstant $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ dari suhu pengujian, maka aduk selama 1 menit kemudian angkat termometernya;
- (d) Ambil benda uji yang berlebihan dengan penyedot sampai batas peluapan (over flow);
- (e) Cabut gabus dari viskometer dan mulai jalankan pencatat waktu saat benda uji menyentuh dasar labu;
- (f) Hentikan pencatat waktu apabila benda uji tepat pada batas 60 ml labu viskometer;
- (g) Catat waktu alir (t) dalam detik $\pm 0,1$ detik;
- (h) Tutup lubang viskometer dengan alat penyumbat sesuai dengan Gambar 2.

6. Laporan Uji

Laporan hasil pengujian dicatat dalam formulir yang tersedia dengan mencantumkan hasil sebagai berikut :

- a. Identitas contoh;
 - 1) Nomor contoh;
 - 2) Nama atau jenis contoh;
 - 3) Contoh dari;
 - 4) Tanggal mulai pengujian;
 - 5) Tanggal selesai pengujian;
- b. Laboratorium yang melakukan Pengujian;
 - 1) Nama pelaksana pengujian;
 - 2) Nama penanggung jawab pengujian
 - 3) Tanggal pengesahan;
- c. Hasil pengujian;

Laporkan hasil pengujian sampai satu angka di belakang koma dari hasil rata-rata 2 pengujian.
- d. Kelainan dan kegagalan selama pengujian.

LAMPIRAN A
(informatif)**DAFTAR ISTILAH**

Putaran per menit	: <i>RPM</i>
Kekentalan	: <i>Viscosity</i>
Lubang	: <i>Orifice</i>
S F S	: <i>Saybolt universal furol second</i>
Alat pengukur suhu m	: <i>Thermostat</i>
Penyumbat	: <i>Cork</i>
Batasan	: <i>Range</i>
Lilitan kawat	: <i>Coil</i>
Lubang kecil furol pada bagian tabung viskometer	: <i>Furol orifice</i>
Luapan	: <i>Over flow</i>
Viskometer	: <i>Viscometer</i>
Penangas	: <i>bath</i>

LAMPIRAN B

(informatif)

Contoh Isian Formulir

Prt. Nomor :
 Contoh dari :
 Nama/Jenis Contoh :
 Terima tanggal :
 Dikerjakan tanggal :
 Selesai tanggal :

Nama Penguji :

Persiapan peralatan	mulai : pk	
	selesai : pk	
Pemanasan s/d 60°C	mulai : pk	Suhu Oli °C
	selesai : pk	
Pemeriksaan	mulai : pk	Suhu Oli °C
	selesai : pk	

Viscositas SI 100 °C	Contoh	
	(detik)	Cst
Pengamatan 1		
2		
Rata-rata		

Penguji

Diperiksa oleh.

.....

.....

LAMPIRAN C

(normatif)

TABEL-TABEL**TABEL 1
KEKENTALAN SAYBOLT OLI STANDAR**

Kekentalan Oli Standar	S.U.S. Pada 37,8°C (100°F)	S.U.S. Pada 98,9°C (210°F)	S.F.S. Pada 50°C (122°F)
S3	36	-	-
S6	46	-	-
S20	100	-	-
S60	290	-	-
S200	930	-	-
S600	-	150	120

**TABEL 2
KEKENTALAN SAYBOLT OLI STANDAR**

Suhu Pengujian Standar	ASTM No. Termometer	Termometer	
		Batas °C (°F)	Ketelitian °C (°F)
21,11 (70)	17 C (17F)	19 - 27 (66 - 80)	0,1 (0,2)
25,0 (77)	17 C (17F)	19 - 27 (66-80)	0,1 (0,2)
37,8 (100)	18 C (18F)	34 - 42 (94 - 108)	0,1 (0,2)
50,01 (122)	19 C (19F)	49-57 (120 - 134)	0,1 (0,2)
54,4 (130)	19 C (19 F)	49 - 57 (120 - 134)	0,1 (0,2)
60,0 (140)	20 C (20F)	57 - 65 (134 - 148)	0,1 (0,2)
82,2 (180)	21 C (21F)	79-87 (174 - 188)	0,1 (0,2)
98,9 (210)	22 C (22F)	95 - 103 (204 - 218)	0,1 (0,2)

TABEL 3
MEDIA PENANGAS YANG DIANJURKAN

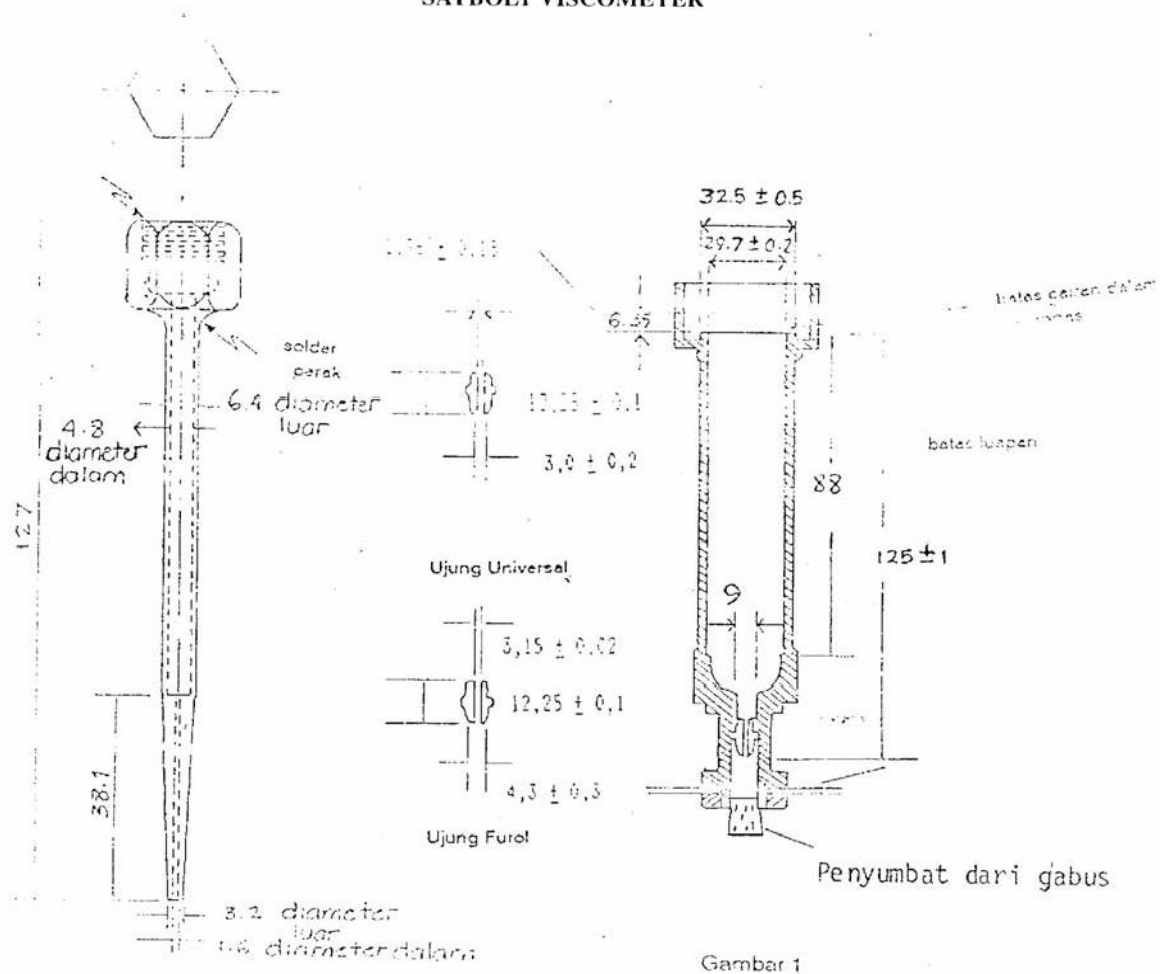
Suhu Pengujian Standar °C (°F)	Media Penangas yang Dianjurkan	Perbedaan Suhu Maksimum °C (°F)	Kontrol Ketelitian Suhu °C (°F)
21,1 (70)	Air	± 0,05 (0,10)	± 0,05 (0,10)
25,0 (77)	Air	± 0,05 (0,10)	± 0,05 (0,10)
37,8 (100)	Air atau minyak dari 50 - 70 SUS kekentalan pada 37,8°C (100°F)	± 0,15 (0,25)	± 0,05 (0,10)
50,0 (122)	Air atau minyak dari 120 - 150 SUS kekentalan pada 37,8°C (100°F)	± 0,20 (0,35)	± 0,05 (0,10)
54,5 (130)	Air atau minyak dari 120 - 150 SUS kekentalan pada 37,8°C (100°F)	± 0,30 (0,50)	± 0,05 (0,10)
60,0 (140)	Air atau minyak dari 120 - 150 SUS kekentalan pada 37,8°C (100°F)	± 0,50 (1,5)	± 0,05 (0,10)
82,2 (180)	Air atau minyak dari 300 - 370 SUS kekentalan pada 37,8°C (100°F)	± 0,80 (1,5)	± 0,05 (0,10)
98,9 (210)	Minyak dari 330 - 370 SUS kekentalan pada 37,8°C (100°F)	± 1,10 (2,0)	± 0,05 (0,10)

TABEL 4
KEKENTALAN KINEMATIK

Red Wood No. 1 (Secs)	Engler (Degs)	Saybolt Furol (Secs)	Saybolt Univ (Secs)	Kinematic Viscosity (Centi Stokes)	Red Wood No. 1 (Secs)	Engler (Degs)	Saybolt Furol (Secs)	Saybolt Univ (Secs)	Kinematic Viscosity (Centi Stokes)
30	1,13		33,7	1,50	340	11,0	14	390	83
35	1,28		38,9	3,48	360	11,6	43	410	88
40	1,47		44,7	5,45	380	12,2	46	435	93
45	1,59		50,5	7,30	400	12,8	48	460	97
50	1,74		56,5	9,05	420	13,5	50	480	102
55	1,90		62,5	10,75	440	14,1	52	500	108
60	2,07		68,2	12,30	460	14,8	54	525	112
65	2,24		74,5	14,2	480	15,5	57	550	118
70	2,40		80,5	15,5	500	16,1	59	580	122
75	2,55		86,5	17,0	600	19,2	71	680	147
80	2,70		92,0	18,5	700	22,5	82	800	172
85	2,86		98,0	20,0	800	25,8	94	920	197
90	3,01		104	21,3	900	28,6	105	1.050	221
95	3,18		110	22,7	1.000	32,1	118	1.150	245
100	3,43		116	24,1	1.100	35	129	1.250	270
110	3,62		127	27,2	1.200	39	140	1.360	295
120	3,90		132	29,2	1.300	42	153	1.500	322
130	4,11		149	31,7	1.400	44	165	1.600	345
140	4,33	20,2	160	34,1	1.500	48	175	1.700	370
150	4,80	21,2	169	36,5	2.000	64	235	2.350	495
160	5,18	22,1	183	39,1	2.500	81	295	2.900	625
170	5,50	23,1	194	41,5	3.000	96	350	3.450	740
180	5,80	24,1	207	44,0	3.500	112	410	4.000	860
190	6,20	25,1	219	46,8	4.000	127	470	4.600	970
200	6,47	26,1	229	49,0	4.500	142	520	5.100	1.100
210	6,75	27,2	240	52	5.000	160	575	5.650	1.220
220	7,1	28,2	253	54	5.500	175	650	6.300	1.350
230	7,4	29,3	263	57	6.000	190	700	6.800	1.490
240	7,8	30,4	275	59	6.500	208	760	7.700	1.600
250	8,0	31,3	288	61	7.000	225	810	8.000	1.710
260	8,3	32,2	300	63	7.500	240	880	8.600	1.850
270	8,7	33,3	310	66	8.000	259	936	9.200	1.995
280	9,0	34,5	320	68	8.500	272	1.000	9.800	2.100
290	9,3	35,6	335	71	9.000	285	1.080	10.300	2.220
300	9,6	36,7	341	73	9.500	300	1.110	10.900	2.330
320	10,2	39,0	365	78	10.000	320	1.190	11.800	2.500

LAMPIRAN D

(normatif)

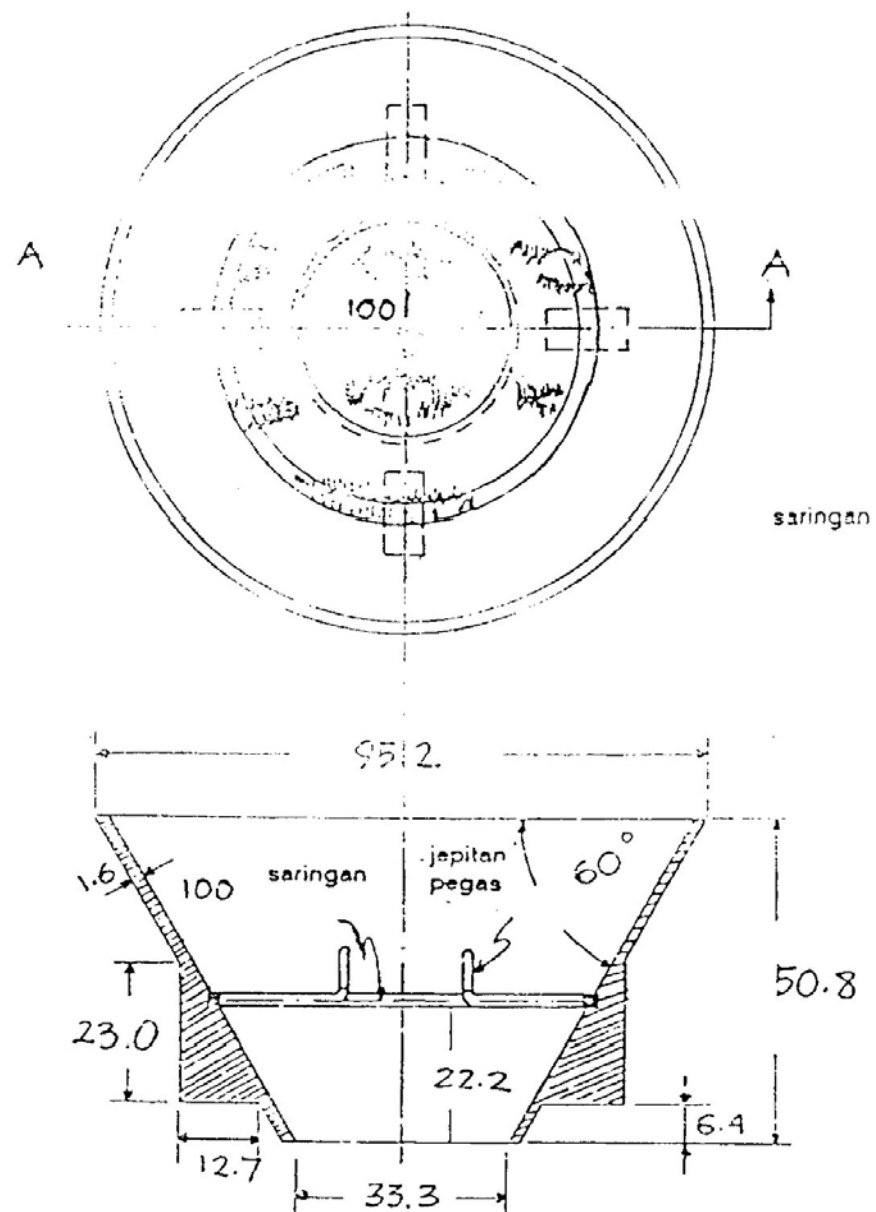
**GAMBAR-GAMBAR
SAYBOLT VISCOMETER**

Gambar. 2

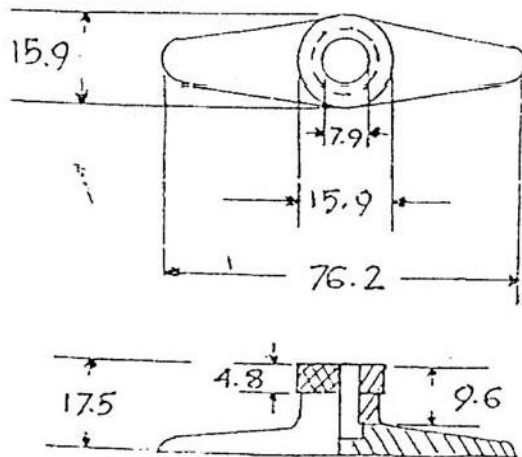
Penyumbat

**GAMBAR 2
PENYUMBAT**Tabung Viscosimeter dengan
lubang universal dan lubang furol**GAMBAR 1
TABUNG VISCOSIMETER DENGAN LUBANG
UNIVERSAL DAN LUBANG FUROL**

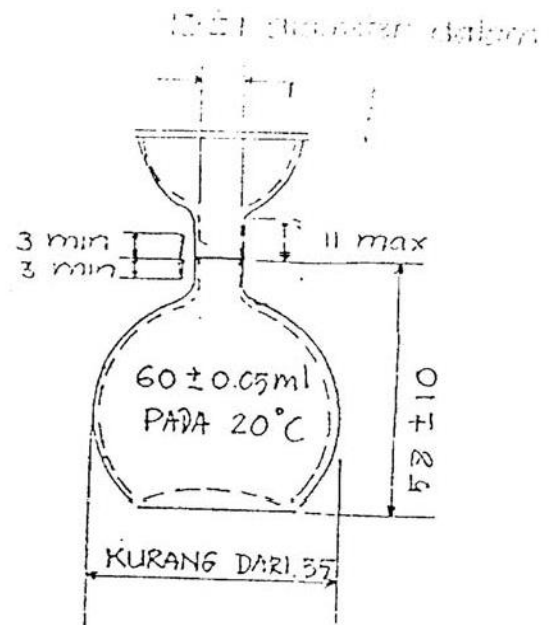
Catatan : Semua satuan dalam mm.



GAMBAR 4
CORONG SARINGAN UNTUK VISKOMETER SAYBOLT



GAMBAR 3
PEMEGANG TERMOMETER



GAMBAR 5
LABU VISCOMETER