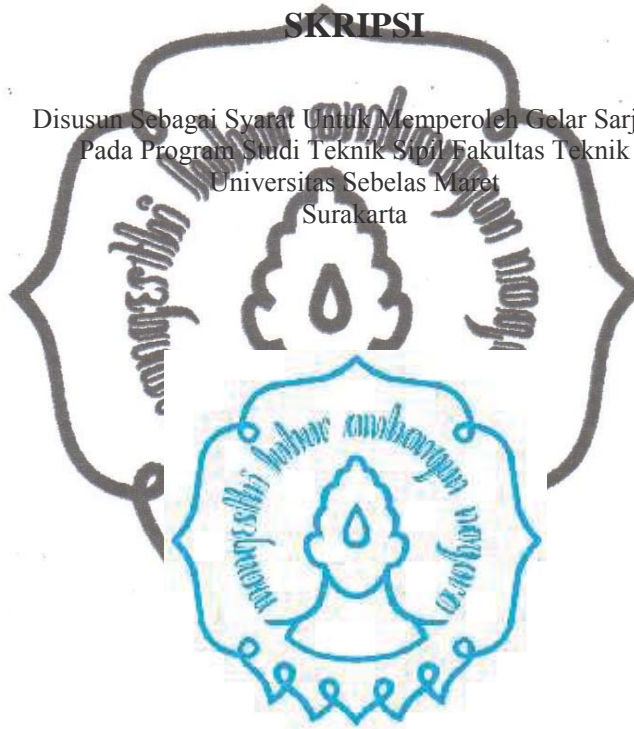


**Studi Karakteristik Daspal Modifikasi dengan Bahan Getah  
Damar, *Fly Ash*, Oli Bekas dan Lateks dibandingkan  
dengan Aspal Penetrasi dan Asbuton**

*( The Study of Material Characteristics of Daspal Modified with Damar Resin,  
Fly Ash, Recycled Oil and Latex compared with Asphalt Penetration and Asbuton)*

**SKRIPSI**

Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



Disusun Oleh :

**BUDI WIDHIHARJO**

**NIM I 1114018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**Studi Karakteristik Daspal Modifikasi dengan Bahan Getah  
Damar, Fly Ash, Oli Bekas, dan Lateks dibandingkan dengan  
Aspal Penetrasi dan Asbuton**

*(The Study of Material Characteristics of Daspal Modified with Damar Resin,  
Fly Ash, Recycled Oil and Latex compared with Asphalt Penetration and Asbuton)*



Disusun Oleh :

**BUDI WIDHIHARJO**

**NIM 1 1114018**

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendarasan Program  
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan :

Dosen Pembimbing I

**Ir. Arv Setyawan MSc., PhD**  
**NIP. 19661204 199512 1 001**

Dosen Pembimbing II

**Slamet Jauhari Legowo, ST, MT**  
**NIP. 19670413 199702 1 001**

## PENGESAHAN SKRIPSI

**Studi Karakteristik Daspal Modifikasi dengan Bahan Getah Damar, Fly Ash, Oli Bekas dan Lateks dibandingkan dengan Aspal Penetrasi dan Asbuton**

*(The Study of Material Characteristics of Daspal Modified with Damar Resin, Fly Ash, Recycled Oil and Latex compared with Asphalt Penetration and Asbuton)*




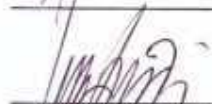
Disusun Oleh

**Budi Widhiharjo**  
NIM. 11114018

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendaratan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 29 September 2016

Tim Penguji

Nama/NIP	Tanda Tangan
1. <u>Ir. Ary Setyawan, MSc, PhD</u> NIP. 19661204 199512 1 001	
2. <u>Slamet Jauhari Legowo, ST, MT</u> NIP. 19670413 199702 1 001	
3. <u>Dr. F. Pungky Pramesti, ST, MT</u> NIP. 19730429 200003 2 001	
4. <u>Ir. Agus Sumarsono, MT</u> NIP. 19570814 198601 1 001	



Disahkan  
Tanggal : 17 OCT 2016  
Kepala Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

Wibowo, ST, DEA  
NIP. 196810071995021001

## ABSTRAK

Budi Widhiharjo, 2016. **Studi Karakteristik Daspal Modifikasi dengan Bahan Getah Damar, Fly Ash, Oli Bekas dan Lateks dibandingkan dengan Aspal Penetrasi dan Asbuton**. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Zaman yang semakin maju dengan pemikiran manusia semakin berkembang menjadikan perkerasan jalan terus menerus mengalami peningkatan kualitas dan alternatif bahan yang digunakan semakin bervariasi. Salah satu alternatif bahan yang ada ialah bahan yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu bio aspal. Damar aspal (Daspal) merupakan bahan tanpa aspal, karna daspal berasal dari bahan campuran getah damar, *fly ash*, oli bekas, dan lateks dengan perbandingan tertentu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat propertis dari daspal modifikasi dengan variasi bahan dan penambahan polimer lateks. Diharapkan daspal modifikasi ini memenuhi atau paling tidak mendekati spesifikasi Aspal Penetrasi dan Asbuton sehingga bisa menjadi salah satu alternatif pengganti aspal.

Penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental murni dengan langkah awal melakukan pengujian penetrasi pada berbagai perbandingan komposisi daspal rencana. Pada penelitian lanjutan ini dilakukan variasi pada komposisi bahan penyusun daspal itu sendiri, diantaranya getah damar dan oli bekas. *Variasi* pada kadar oli dalam daspal dilakukan untuk menentukan komposisi daspal yang memiliki penetrasi rentang 60-79 dmm sesuai dengan aspal penetrasi dan asbuton. Selanjutnya ditambahkan polimer lateks dengan rentang 0% sampai 10% dengan interval 2%. Dilanjutkan dengan uji sifat propertis pada daspal untuk mengetahui pengaruh penambahan polimer lateks pada daspal dengan analisis regresi.

Daspal memiliki penetrasi 67,3dmm, sesuai dengan penetrasi aspal penetrasi 60/70 dan asbuton diperoleh dengan komposisi getah damar (murni) 100gr, getah damar serbuk 350gr, fly ash 150gr, dan oli bekas 230gr. Penambahan polimer lateks pada daspal modifikasi secara keseluruhan akan meningkatkan sifat propertis daspal itu sendiri. Persentase kadar lateks optimum diperoleh pada kadar lateks 4% dengan nilai daktilitas terpanjang 27cm, penetrasi 59,3 dmm, titik lembek 57,5 °C, berat jenis 0,975gr/cc, titik nyala 250°C, titik bakar 260°C, kelekatan daspal terhadap batuan 99%, kelarutan dalam *thricoloethylene* 76,25%, penurunan berat 0,1gr, *Penetration Indeks* 1 dan *Stiffnes Bitumen* 5,4 Mpa. Dari hasil penambahan polimer lateks pada sifat propertis daspal modifikasi secara keseluruhan sudah memenuhi sifat propertis aspal penetrasi dan asbuton, kecuali pada angka daktilitas, berat jenis, dan kelarutan dalam *Trichloroethylene*.

Kata kunci : Bio Aspal, Daspal, Oli Bekas, lateks

## ABSTRACT

Budi Widhiharjo, 2016. *The Study of Material Characteristics of Daspal Modified with Damar Resin, Fly Ash, Recycled Oil and Latex compared with Asphalt Penetration and Asbuton*. Skripsi. Civil Engineering Program. Faculty of Engineering. Sebelas Maret University. Surakarta.

More advanced age with the growing human thought makes pavement continuously increasing quality and alternative materials Recycled are more varied. One alternative to existing materials are substances derived from natural resources, namely renewable bio-asphalt. Damar asphalt (Daspal) is a material without asphalt, because daspal derived from a mixture of gum rosin, fly ash, Recycled oil, and latex with a certain ratio. The purpose of this study to determine the nature of properties of daspal modifications with variations and additions latex polymer materials. These modifications are expected daspal meet or at least approach the specification Asphalt Penetration and Asbuton so that could be one alternative to asphalt.

The study is a purely experimental method with the first step performs penetration testing on a wide range of composition ratio daspal plan. In this follow-up study conducted a variasi on the composition of constituent daspal itself, including resin and Recycled oil. Variasi on the level of oil in the daspal carried out to determine the composition of which has a penetration daspal range of 60-79 dmm according to asphalt penetration and asbuton. Furthermore, the polymer latex is added to the range of 0% to 10% at intervals of 2%. Followed by the nature of properties on daspal tested to determine the effect of the latex polymer daspal by regression analysis.

Daspal has 67,3dmm penetration, according to the penetration bitumen 60/70 penetration and asbuton obtained resin composition (pure) 100gr, gum rosin 350Gr powder, fly ash 150gr and 230gr Recycled oil. The addition of polymer latex modified daspal overall will increase daspal properties nature itself. The percentage of latex optimum levels obtained at levels of 4% latex with ductility longest 27cm, 59.3 dmm penetration, softening point of 57.5 ° C, density 0,975gr / cc, the flash point of 250°C, 260°C burning point, viscosity daspal against the rock 99% , solubility in thricoloethylene 76.25%, weight 0,1gr, Penetration Index Stiffness Bitumen 1 and 5.4 Mpa. From the result of the addition of polymer latex modified properties daspal overall properties already meet the nature and properties of asphalt penetration asbuton, except the number of ductilities, density, and solubility in Trichloroethylene.

*Keywords: Bio Asphalt, Daspal, Recycled Oil, latex*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah memberikan ijin dan kuasanya kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dengan judul “*Studi Karakteristik Daspal Modifikasi dengan Bahan Getah Damar, Fly Ash, Oli Bekas dan Lateks dibandingkan dengan Aspal Penetrasi*” ini merupakan salah satu syarat dalam menyusun skripsi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Ary Setyawan, MSc., PhD selaku Dosen Pembimbing Skripsi 1.
2. Slamet Jauhari Legowo ST., MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi 2.
3. Ir. Sofa Marwoto selaku Pembimbing Akademik.
4. Keluarga besar yang selalu memberikan bantuan yang sangat besar.
5. Teman – teman yang selalu memberikan saran – sarannya.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Segala kekurangan dan keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis menyebabkan kurang sempurna tersebut. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, September 2016

Budi Widhiharjo

*commit to user*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO &amp; PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Manfaat Teoritis .....	3
1.5.2 Manfaat Praktis .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Damar Aspal.....	8
2.2.2 Aspal .....	12
2.2.3 Asbuton .....	13
2.2.4 BANDS 2.0 .....	14
2.3 Pengujian yang Dilakukan <i>commit to user</i> .....	15

2.4	Analisa Data.....	16
2.4.1	Analisis Regresi .....	16
2.4.2	Korelasi .....	17
2.4.3	Koefisien determinasi.....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>18</b>
3.1	Metode Penelitian.....	18
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	19
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.4	Alat dan Bahan.....	20
3.4.1	Alat .....	20
3.4.2	Bahan .....	21
3.5	Pembuatan Benda Uji .....	22
3.5.1	Metode Pemurnian Damar .....	22
3.5.2	Komposisi Daspal Rencana .....	24
3.5.1	Prosedur Pembuatan Daspal Modifikasi.....	24
3.6	Diagram Alir Penelitian .....	28
3.7	Pengujian Daspal .....	38
3.7.1	Uji Penetrasi.....	30
3.7.2	Uji Titik Lembek.....	31
3.7.3	Uji Daktilitas .....	32
3.7.4	Uji Titik Nyala & Titik Bakar.....	33
3.7.5	Uji Kelekatan Daspal pada Agregat.....	34
3.7.6	Uji Kelarutan.....	34
3.7.7	Uji Berat Jenis .....	35
3.7.8	Uji Kehilangan Berat.....	36
3.7.9	BANDS 2.0 .....	37
3.9	Analisa Data .....	39
<b>BAB IV ANALISA DATA.....</b>		<b>40</b>
4.1	Komposisi Daspal Modifikasi.....	40



4.1.1	Variasi Getah Damar Daspal Modifikasi.....	40
4.1.2	Variasi kadar Oli Bekas Daspal Modifikasi .....	41
4.2	Metode Pencampuran Polimer Lateks .....	42
4.2.1	Campuran Dingin Dingin .....	43
4.2.2	Campuran Panas Panas.....	43
4.2.2	Campuran Panas Dingin.....	43
4.3	Uji Sifat Propertis Daspal Modifikasi .....	44
4.3.1	Uji Penetrasi .....	46
4.3.2	Uji Titik Lembek .....	47
4.3.3	Uji Titik Nyala & Titik Bakar.....	48
4.3.4	Uji Berat Jenis.....	49
4.3.5	Uji Daktilitas .....	50
4.3.6	Uji Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> .....	52
4.3.7	Uji Kelekatan Bitumen Terhadap Batuan .....	53
4.3.8	Uji Kehilangan Berat pada Daspal.....	53
4.3.9	<i>Penetration Indeks</i> .....	54
4.3.10	<i>Stiffness Bitumen</i> .....	55
4.4	Rekapitulasi Hasil Pengujian .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN &amp; SARAN .....</b>		<b>59</b>
5.1	Kesimpulan.....	59
4.2	Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Tampilan Program BANDS 2.0 .....	21
<b>Gambar 3.1</b>	Getah Damar dalam Bongkahan dan Serbuk .....	21
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Fly Ash</i> lolos #200.....	21
<b>Gambar 3.3</b>	Batu silika ukuran 2-3cm .....	22
<b>Gambar 3.4</b>	Lateks murni dengan kadar karet kering 60%.....	22
<b>Gambar 3.5</b>	Adukan getah damar & <i>Fly ash</i> saat sudah menggumpal. ....	25
<b>Gambar 3.6</b>	Proses Penambahan Kadar Oli pada Daspal.....	25
<b>Gambar 3.7</b>	Pemisahan daspal dengan <i>fly ash</i> dan kotoran.....	26
<b>Gambar 3.8</b>	Alur Penelitian.....	27
<b>Gambar 3.9</b>	Lanjutan Diagram Alur Penelitian.....	28
<b>Gambar 3.10</b>	Tahap pertama analisa BANDS 2.0.....	38
<b>Gambar 3.11</b>	Output BANDS 2.0.....	39
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik hubungan kadar oli dan penetrasi daspal.....	42
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik hubungan kadar lateks dan penetrasi daspal .....	45
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik Hubungan antara Titik Lembek dan Kadar Lateks .....	46
<b>Gambar 4.4</b>	Hubungan antara Titik Nyala & Bakar terhadap Penambahan Lateks.....	48
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik Hubungan antara Berat Jenis dan Kadar Lateks.....	49
<b>Gambar 4.6</b>	Hubungan antara Uji Daktilitas dan Kadar Lateks .....	51
<b>Gambar 4.7</b>	Pengamatan Visual Kelekatan Daspal pada Batuan.....	53
<b>Gambar 4.8</b>	Hubungan Penetration Indeks dan Kadar Lateks Daspal Modifikasi.....	54
<b>Gambar 4.9</b>	Hubungan antara kadar lateks dan <i>Stiffnes Bitumen</i> .....	56

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Hasil pengujian oli bekas .....	11
<b>Tabel 2.2</b>	Spesifikasi Aspal Keras berdasarkan Penetrasi.....	13
<b>Tabel 2.3</b>	Sifat Propertis Asbuton Modifikasi.....	13
<b>Tabel 3.1</b>	Proporsi Campuran Daspal Modifikasi.....	24
<b>Tabel 3.2</b>	Suhu di Indonesia kurun 10 Tahun terakhir.....	37
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Pengamatan Variasi Getah Damar pada Daspal Modifikasi....	40
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Uji Penetrasi pada Daspal Modifikasi dengan Variasi Oli. ....	41
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Pengamatan Metode Pencampuran Daspal dan Lateks.....	43
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Pengujian Penetrasi pada Daspal Modifikasi.....	45
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil Uji Titik Lembek pada Daspal Modifikasi.....	46
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil Pengujian Titik Nyala & Bakar pada daspal modifikasi.....	47
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil Uji Berat Jenis Daspal Modifikasi .....	49
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil Pengujian Daktilitas pada Daspal Modifikasi.....	50
<b>Tabel 4.9</b>	Hasil Pengujian Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> pada daspal.....	52
<b>Tabel 4.10</b>	Hasil Prediksi <i>Penetration Index</i> .....	54
<b>Tabel 4.11</b>	Hasil Prediksi <i>Stiffness Bitumen</i> .....	55
<b>Tabel 4.12</b>	Rekapitulasi Nilai $R^2$ dan $r$ <i>stiffness bitumen</i> daspal modifikasi.....	57
<b>Tabel 4.13</b>	Rekapitulasi Hasil Pengujian.....	58

## DAFTAR ISTILAH

<b>Asbuton</b>	Singkatan dari Aspal Buton yang merupakan Aspal yang berasal dari pulau Buton
<b>Aspal</b>	Hasil destilasi akhir dari pengolahan minyak bumi yang memiliki daya lekat yang biasa digunakan sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan.
<b>Asphalten</b>	Senyawa berwarna hitam berwujud padat terdiri dari karbon, hydrogen, beberapa terkadang mengandung nitrogen, sulfur, oksigen, nikel dan vanadium.
<b>BANDS 2.0</b>	Merupakan salah satu keuaran dari <i>Shell Pavement Design Software</i> yang digunakan untuk memprediksi sifat-sifat bitumen yang telah dimodifikasi.
<b>Berat jenis</b>	Perbandingan antara berat suatu zat (dalam hal ini daspal) dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis dinyatakan dalam berat per satuan volume.
<b>Bio- Aspal</b>	Bahan pengganti aspal yang bukan berasal dari destilasi minyak bumi dan berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui.
<b>Bitumen</b>	Bahan hidrokarbon yang memiliki daya lekat berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis tan kedap air.
<b>Celsius</b>	Suatu skala suhu yang didesain supaya titik beku air berada pada 0 derajat dan titik didih pada 100 derajat di tekanan atmosferik standar. Skala ini mendapat namanya dari ahli astronomi.
<b>Dmm</b>	Kedalaman masuknya jarum ke dalam aspal selama 5 detik dalam satuan dmm (0,1 mm).
<b>Daktilitas</b>	Kemampuan maksimum bahan untuk berdeformasi secara plastis dibawah pengaruh gaya Tarik tanpa terjadi retak dan bersifat tidak reversible.

<b>Daspal</b>	Singkatan dari Damar aspal . Sejenis Bio-Aspal yang merupakan modifikasi dari Jabung.
<b>Fly Ash</b>	Abu terbah hasil dari limbah batubara, memiliki ukuran seragan dan memiliki sifat <i>pozzolanic</i> .
<b>Getah Damar</b>	Resin yang berasal dari pohon damar yang dapat berbentuk kopal maupun serbuk.
<b>Indeks Penetrasi</b>	Angka yang menyatakan kepekaan bitumen terhadap temperature.
<b>Jabung</b>	Campuran Getah damar, serbuk batu bata, Minyak goreng yang berasal dari kotagede. Jabung digunakan sebagai bantalan untuk mengukir perak dan seni logam lainnya pada seni ukir logam.
<b>Kelekatan</b>	Daya lekat ataupun sifat adhesive dari suatu bahan.
<b>Kelarutan</b>	Kemampuan suatu zat utuk terlarut dalam zat pelarut.
<b>Lateks KKK 60</b>	Karet alam yang sudah dicampur dengan zat tertentu dengan kadar karet kering 60% dan sering dijadikan polimer aspal.
<b>Massa Jenis (gr/cc)</b>	Massa Jenis (Densitas) Massa jenis atau densitas adalah .metric ton per meter kubik ( $t/m^3$ ); gram per cubic centimeter (g/cc).
<b>Modulus Kekakuan</b>	Modulus kekakuan (St), selama pembebanan (t), adalah perbandingan antara tegangan $\sigma$ dan regangan ( $\epsilon t$ ) yang dihasilkan selama waktu (t).
<b>Mpa</b>	MPa adalah satuan utk tekanan yang definisinya adalah gaya dibagi satuan luas, yang dlm hal ini adalah 1 MPa = 1 N dibagi 1 mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> ).
<b>Pemurnian Damar</b>	Suatu etode untuk memurnikan/memisahkan getah damar dari zat pengotor (tatal kayu, tanah, dll).
<b>Penetrasi</b>	Suatu pengujian menyatakan bitumen keras atau lembek ( <i>solid</i> atau <i>semi solid</i> ) dengan memasukkan jarum penetrasi

*commit to user*

dengan ukuran tertentu, beban, waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu.

<b>Penetrasi 60/70</b>	Klasifikasi bahan bitumen untuk campuran perkerasan jalan berdasar nilai penetrasi 60-79dmm.
<b>Penurunan Berat</b>	Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penguapan yang terjadi pada bahan yang mudah menguap pada komposisi bitumen.
<b>Resin</b>	Bahan berwarna gelap, padat atau semi padat, fraksi yang bersifat sangat <i>adhesive</i> dengan berat molekul yang cukup tinggi dalam <i>maltenes</i> .
<b>Trichloroethylene</b>	Sejenis larutan yang mudah menguap dan beracun.yang digunakan untuk memisahkan bitumen dengan zat pengotor.
<b>Titik Lembek</b>	Temperatur pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan bitumen yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga bitumen tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.
<b>Titik Nyala</b>	Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan bitumen.
<b>Titik Bakar</b>	Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan bitumen.
<b>Viscoelastic</b>	Propertis dari material yang memiliki sifat viskos dan elastis disaat mengalami perubahan bentuk.

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus 2.1</b> Kekakuan Bitumen.....	15
<b>Rumus 2.2</b> <i>Penetration Indeks</i> .....	15
<b>Rumus 2.3</b> Analisis Regresi.....	16
<b>Rumus 2.4</b> Korelasi .....	17
<b>Rumus 2.5</b> Korelasi .....	17
<b>Rumus 3.1</b> Perhitungan Kelarutan.....	35

