

Kualitas Bahan Bitumen Akibat Penambahan Kadar Lignin Yang Berbeda

Raditya Rukmananda¹⁾

Sasana Putra²⁾

Muhammad Karami³⁾

Abstract

Asphalt is one of the materials used as a road-making material. Needs for asphalt modification are caused by restrictions and capabilities of basic asphalt binder material to withstand pressure. Lignin functions as a binding for wood cells. Lignin is used as an additive to improve the quality of bitumen material.

The binder used is 60/70 asphalt penetration. The lignin material used comes from palm oil fiber waste. The variation of lignin addition on asphalt levels is 0%, 3%, 6%, 9%. Characteristics test of asphalt carried out is Asphalt Specific Gravity, Penetration, Ductility, Softening Point, Oil Weight Loss, Viscosity.

Asphalt in this study experienced an increase in quality. The best mixing of lignin is 3% and 6%. Shown by the Penetration test, the value of asphalt penetration increased to 53.6 mm. The sensitivity of asphalt to rising temperatures is indicated by the softening point test reaching 62°C. 6% lignin mixing is the highest value for the effect of asphalt viscosity of 827 cst. The value of asphalt density reaches 1.0714 gr / cm³. In the 9% lignin mixture there is a decrease in the Ductility test, Viscosity test, Asphalt Specific Gravity test.

Keywords: Asphalt, Lignin, Modification, Penetration, Viscosity.

Abstrak

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan pembuatan jalan raya. Kebutuhan Modifikasi aspal diakibatkan dari pembatasan dan kapabilitas dari bahan pengikat aspal dasar untuk menahan tekanan. Lignin berfungsi sebagai pengikat sel-sel kayu. Lignin digunakan sebagai bahan aditif untuk meningkatkan kualitas bahan bitumen

Bahan pengikat yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70. Bahan lignin yang digunakan berasal dari limbah serat kelapa sawit. Variasi penambahan lignin pada kadar aspal sebesar 0%, 3%, 6%, 9%. Pengujian karakteristik aspal yang dilakukan adalah Berat Jenis Aspal, Penetrasi, Daktilitas, Titik Lembek, Penurunan Berat Minyak, Viskositas.

Aspal pada penelitian ini mengalami peningkatan kualitas. Pencampuran lignin terbaik adalah 3% dan 6%. Ditunjukkan oleh uji Penetrasi, nilai penetrasi aspal meningkat sampai dengan 53,6 mm. Sensitivitas aspal terhadap suhu meningkat ditunjukkan oleh uji titik lembek mencapai 62°C. Pencampuran lignin sebesar 6% menjadi nilai tertinggi untuk pengaruh viskositas aspal yaitu 827 cst. Nilai berat jenis aspal mencapai 1,0714 gr/cm³. Pada campuran lignin 9% terjadi penurunan pada uji Daktilitas, uji Viskositas, uji Berat Jenis Aspal.

Kata Kunci: Aspal, Lignin, Modifikasi, Penetrasi, Viskositas.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
surel:rukmananda@yahoo.co.id

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung. 35145

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan Modifikasi aspal diakibatkan dari pembatasan dan kapabilitas dari bahan pengikat aspal dasar untuk menahan tekanan. Lignin adalah komponen utama penyusun kayu selain selulosa dan hemiselulosa. Lignin terdiri dari molekul-molekul senyawa polifenol yang berfungsi sebagai pengikat sel-sel kayu satu sama lain, sehingga menjadi keras dan kaku, selain itu mampu meredam kekuatan mekanis yang dikenakan terhadapnya. Oleh sebab itu lignin dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat pada kayu lapis, komposit dan berbagai produk kayu lainnya. (Falah, 2012). Berdasarkan hal tersebut penelitian ini mencoba menggunakan *lignin* sebagai bahan aditif untuk meningkatkan kualitas bahan bitumen.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat, berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam maupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun (Sukirman, 2003).

2.2. Jenis-jenis Aspal

Pada dasarnya aspal terbuat dari suatu rantai hidrokarbon yang disebut bitumen, oleh sebab itu aspal sering disebut material berbituminous. Jenis-jenis aspal buatan hasil penyulingan minyak bumi terdiri dari:

1. Aspal Keras (*asphalt cement*)

Aspal keras digunakan untuk bahan pembuatan *Asphalt Course*, aspal yang digunakan dapat berupa aspal keras penetrasi 60 atau penetrasi 80 yang memenuhi persyaratan aspal keras. Jenis-jenisnya:

- a. Aspal penetrasi rendah 40/55, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan daerah dengan cuaca iklim panas.
- b. Aspal penetrasi rendah 60/70, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas sedang atau tinggi, dan daerah dengan cuaca iklim panas.
- c. Aspal penetrasi rendah 80/100, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas sedang/rendah dan daerah dengan cuaca iklim dingin.
- d. Aspal penetrasi rendah 100/110, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas rendah dan daerah dengan cuaca iklim dingin.

2. Aspal cair (*cut back asphalt*)

Aspal cair adalah aspal berbentuk cair pada temperatur ruang. Aspal cair merupakan campuran aspal keras dengan bahan pengencer dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar. Aspal cair digunakan untuk keperluan lapis resap pengikat (*prime coat*).

3. Aspal emulsi (*emulsion asphalt*)

Aspal emulsi adalah campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi yang dilaksanakan di pabrik pencampuran. Aspal ini berbentuk lebih cair dibandingkan dengan aspal cair.

Tabel 1. Spesifikasi Aspal Keras pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyarat
	Penetrasi, 25oC, 100 gr, 5 detik: 0,1		
1.	mm	SNI 06-2456-1991	60 - 70
2.	Viskositas 135oC	SNI 06-6441-2000	385
3.	Titik Lembek (oC)	SNI 06-2434-1991	≥ 48
4.	Daktilitas pada 25oC, (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100
5.	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
6.	Berat Yang Hilang	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8

2.3. Sifat-sifat Aspal

Terdapat 5 komponen fraksioanal aspal berdasarkan daya reaksi kimiawinya di dalam *sulfuric acid*, yaitu:

1. *Asphaltenes* (A)
2. *Nitrogen Bases* (N)
3. *Acidaffin I* (A1)
4. *Acidaffin II* (A2)
5. *Paraffins* (P)

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya (Sukirman, 2003).

Aspal merupakan material yang bersifat *viscoelastis* dan memiliki ciri-ciri beragam, yaitu:

1. Aspal mempunyai sifat *Thixotropy*, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan-tegangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu.
2. Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah, demikian pula sebaliknya.
3. Aspal mempunyai sifat *Rheologic*, yaitu hubungan tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, namun jika lama pembebanan yang terjadi cukup lama, sifat aspal menjadi plastis.

2.4. Sifat Kimiawi Aspal

Aspal merupakan senyawa yang kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil, juga beberapa logam seperti Vanadium, Ni, Fe, Ca dalam bentuk garam organik dan oksidanya. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen adalah Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%).

Sifat-sifat dari senyawa penyusun dari aspal:

1. Asphaltene
2. Resin
3. Aromatis
4. Saturate
5. Oil

2.5. Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintetis dengan aspal. Dengan kemajuan teknologi pada saat ini banyak dihasilkan bahan tambah atau modified, sering juga disebut aditif, yaitu suatu bahan yang dapat dicampurkan atau ditambahkan pada aspal atau batuan.

Untuk hal ini ada baiknya kalau dapat diketahui mengenai susunan rangkaian dari atom yang ada pada aspal, menurut *G.T Austin*, ditinjau dari sudut kimia, aspal merupakan suatu rangkaian atom atau “*polymer*”. Polimer satu dengan polimer satunya tidak berkaitan secara kuat karena adanya ikatan rangkap pada struktur molekul tersebut atau biasa disebut “*Co-polymer*”. Sifat-sifat *Co-polymer* tersebut secara umum bersifat antara lain:

1. Stabilitas yang rendah
2. Kurangnya ketahanan terhadap suhu
3. Mudahnya mengikat atom bebas

Adanya sifat-sifat yang kurang menguntungkan tersebut para ahli berusaha menemukan bahan yang dapat memperbaiki sifat kimiawi dari aspal. Akhirnya ditemukan berbagai macam bahan tambah yang berfungsi sebagai katalisator pada reaksi kimia pada aspalnya.

2.6. Lignin

Lignin berasal dari kata “*lignum*” yang berarti kayu. Lignin merupakan salah satu komponen kayu baik kayu jarum (*gymnospermae*) maupun kayu daun (*angiospermae*) di samping polisakarida dan ekstraktif (Sarkanen dan Ludwig, 1971). Lignin adalah bahan polimer alam kedua terbanyak setelah selulosa, lignin berada pada dinding sel dan antar sel, membuat kayu keras. Belum ditemukan struktur kimia yang pasti dari lignin (Fuadi dan Sulistya, 2008). Lignin juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan lignosulfonat. Lignosulfonat adalah salah satu derivat lignin yang diperoleh dengan cara sulfonasi lignin, merupakan polimer polielektrolit yang larut dalam air. Umumnya lignosulfonat diperoleh dari lindi hitam (*black liquor*) yang berasal dari buangan pabrik pulp. Lignosulfonat secara komersial banyak digunakan sebagai aditif (zat tambahan) yang berfungsi sebagai *plasticizer* pada pembuatan semen dan beton. (Falah, 2012).

2.7. Sifat Kimia Lignin

Karakteristik kimia lignin dapat dilakukan dengan analisis unsur dan penentuan gugus metoksil. Lignin merupakan senyawa *aromatic* dengan struktur kimia yang kompleks.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung selama 3 bulan.

Pengujian yang Dilakukan

1. Pengujian ekstraksi lignin
2. Uji Titik lembek
3. Uji Penetrasi
4. Uji Daktilitas
5. Viskositas 135°C
6. Uji Berat Jenis Aspal
7. Uji Penurunan Berat Minyak (TFOT)

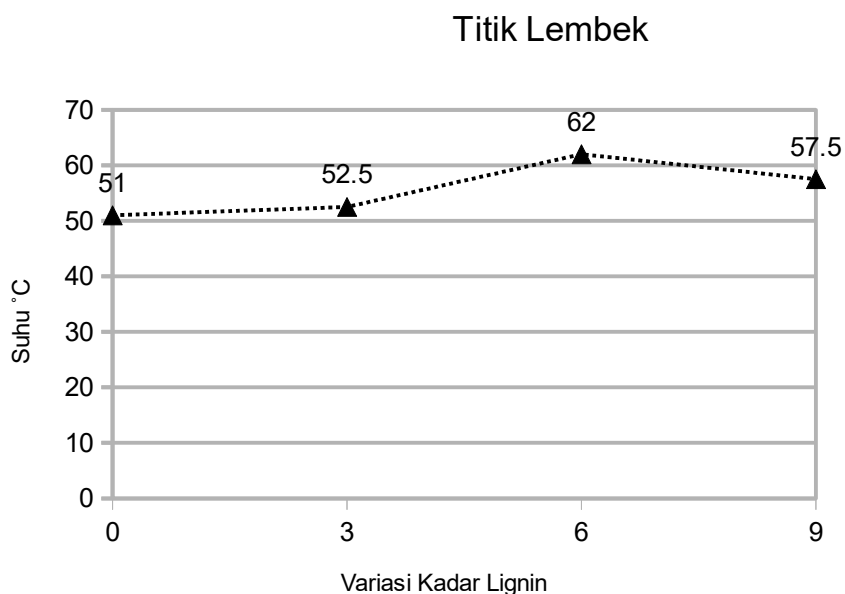
4. HASIL DAN PEMBAHASAN**A. Titik Lembek**

Titik lembek menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap konstruksi jalan. Uji titik lembek dilakukan untuk mengetahui suhu dimana aspal mulai lembek, suhu ini akan menjadi acuan di lapangan atas kemampuan aspal menahan suhu yang terjadi untuk tidak lembek sehingga dapat mengurangi daya lekat aspal tersebut.

Tabel 2. Sumber hasil penelitian Titik Lembek tahun 2017-2018

No.	Kadar Lignin	Suhu
1.	0%	51°C
2.	3%	52,5°C
3.	6%	62°C
4	9%	57,5°C

Gambar 1. Grafik Titik Lembek



Penggunaan lignin dalam campuran aspal ternyata mempengaruhi elastisitas aspal terhadap suhu. Ditunjukkan pada pencampuran 3%, elastisitas aspal terhadap panas mencapai 52,5°C. Lalu pada pencampuran 6% elastisitas aspal terhadap panas mencapai 62°C. Nilai tersebut sudah memenuhi kualifikasi spesifikasi Umum Bina Marga (2010) Revisi 3. Bahwa nilai titik lembek minimal 48°C untuk aspal penetrasi 60/70, dan untuk aspal modifikasi minimal 54°C.

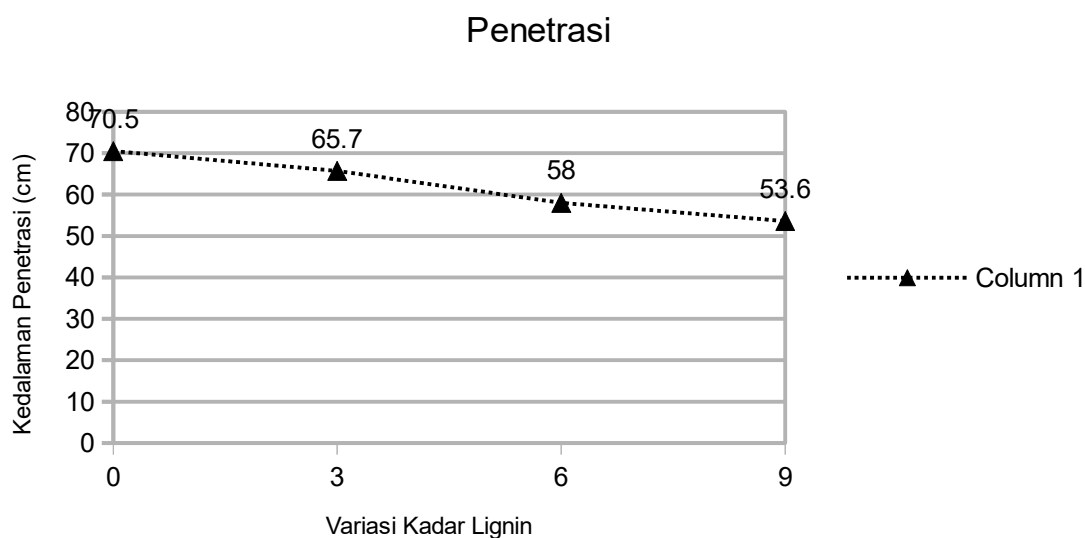
B. Penetrasi

Penetrasi adalah nilai yang menunjukkan tingkat kekerasan aspal

Tabel 3. Sumber hasil penelitian Penetrasi tahun 2017-2018

No.	Kadar Lignin	Hasil Penetrasi (0,1mm)
1.	0%	70,5
2.	3%	65,7
3.	6%	58,0
4	9%	53,6

Gambar 2. Grafik Penetrasi



Dari penelitian yang telah dilakukan dan setelah aspal dicampur dengan lignin, aspal mengalami peningkatan tingkat kekerasan. Didapat nilai penetrasi untuk aspal penetrasi 60/70 sebesar 70,5 berdasarkan spesifikasi Umum Bina Marga (2010) Revisi 3 standar penetrasi 60/70 yaitu minimal 60. Untuk hasil penetrasi pada aspal penetrasi 60/70 dengan campuran lignin sebesar 3%, 6%, 9% mengalami peningkatan tingkat kekerasan yaitu sebesar 65,7 – 58 – 53,6.

C. Daktilitas

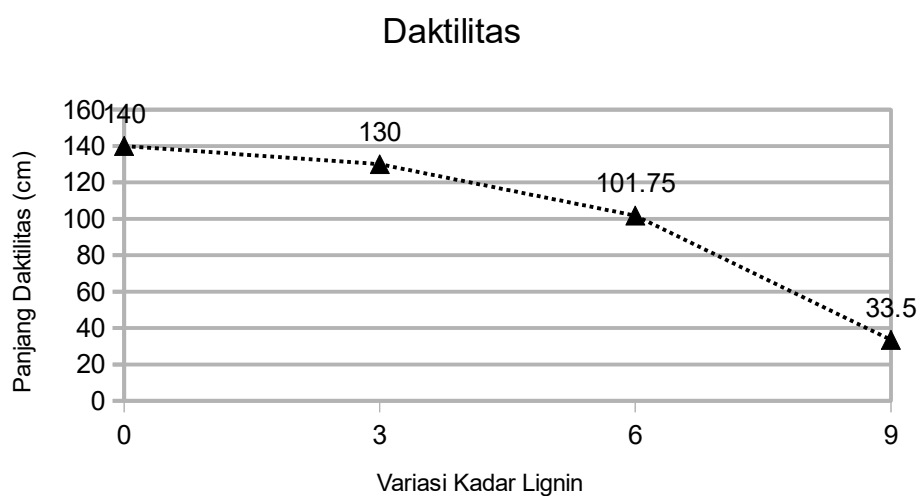
Pengujian daktilitas aspal yaitu untuk menentukan keplastisan suatu aspal, apabila digunakan nantinya aspal tidak akan retak.

Sifat reologis daktilitas digunakan untuk mengetahui ketahanan aspal terhadap retak dalam penggunaannya sebagai lapis perkerasan. Lignin adalah komponen penyusun utama dari dinding sel tumbuhan, zat di dalam lignin menjadi bahan penyokong batang kayu agar menjadi keras.

Tabel 4. Sumber hasil penelitian Daktilitas tahun 2017-2018

No.	Kadar Lignin	Hasil Uji (cm)
1.	0%	140 cm
2.	3%	130 cm
3.	6%	101,75 cm
4	9%	33,5 cm

Gambar 3. Grafik Daktilitas



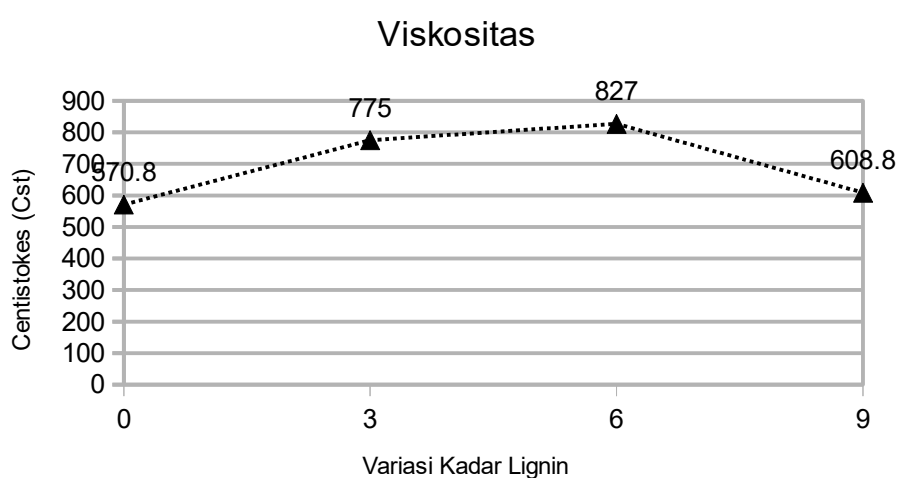
D. Viskositas

Viskositas adalah sifat kekentalan dari material aspal yang merupakan salah satu faktor penting dalam pelaksanaan perencanaan campuran. Kekentalan absolut atau kekentalan dinamik dinyatakan dalam satuan Pa detik atau poises (1 poises = 0.1 Pa detik). Viskositas kinematik dinyatakan dalam satuan cm²/detik dan stokes atau centi stokes (1 stokes = 100 centistokes = 1 cm²/detik).

Tabel 5. Sumber hasil penelitian Viskositas tahun 2017-2018

No	Kadar Lignin	Waktu Penurunan (detik)	Hasil Viskositas (centistokes)
1	0	270	570,8
2	3	367,5	775
3	6	393,5	827
4	9	287,5	608,8

Gambar 4. Grafik Viskositas



Dari penelitian yang telah dilakukan di Puslitbang Jalan dan Jembatan (PUSJATAN) nilai viskositas di atas mengalami peningkatan. Pencampuran zat aditif lignin mempengaruhi kekentalan aspal. Dapat dilihat pada penambahan 3% waktu turun aspal sebesar 367,5 detik. Lalu pada penambahan 6% waktu turun aspal sebesar 393,5 detik. Jika dibandingkan dengan aspal penetrasi 60/70 yang waktu penurunannya hanya sebesar 270 detik.

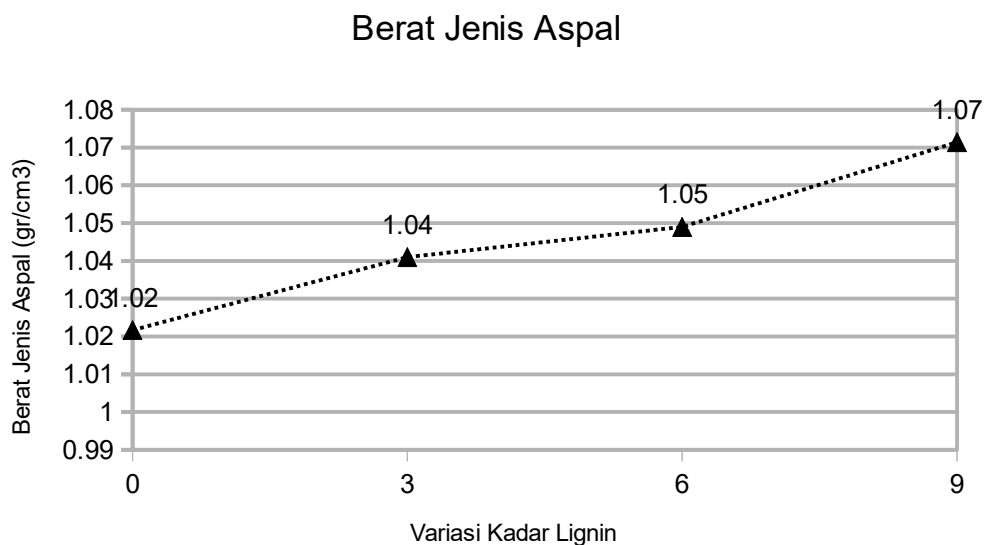
F. Berat Jenis

Berat jenis bitumen atau ter adalah perbandingan antara berat bitumen terhadap air suling pada suhu tertentu dengan volume yang sama.

Tabel 6. Sumber hasil penelitian Berat Jenis Aspal tahun 2017-2018

No.	Kadar Lignin	Berat Jenis Aspal (gr/cm ³)
1	0	1,0217
2	3	1,0410
3	6	1,0490
4	9	1,0714

Gambar 5. Grafik Berat Jenis Aspal



Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan Tabel dan grafik di atas, didapatkan bahwa hasil dengan bertambah besarnya kadar lignin yang ditambahkan pada aspal maka dilakukan pada aspal penetrasi 60/70 yang telah dicampur dengan lignin sebesar 3%, 6%, dan 9% memenuhi standar SNI yang ada karena didapat berat jenis lebih dari 1,00 gr/cm³. Berat jenis aspal berdasarkan spesifikasi Umum Bina Marga (2010) Revisi 3 pada suhu 25°C untuk penetrasi 60/70 minimal 1,00 gr/cm³.

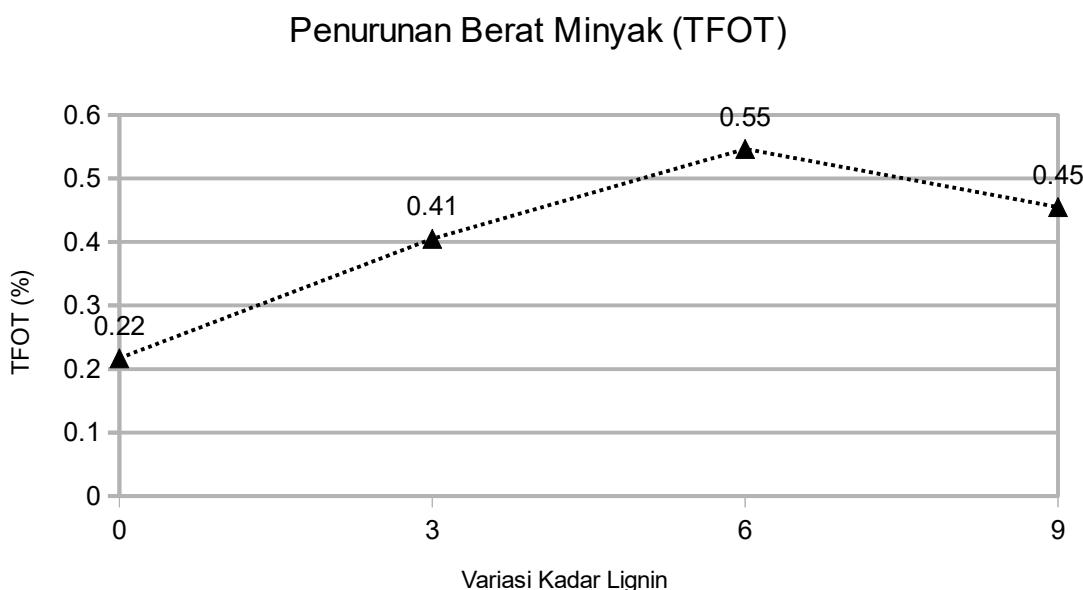
G. Penurunan Berat Minyak

Pemeriksaan penurunan berat aspal bertujuan untuk mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan berulang dan untuk mengukur perubahan kinerja aspal akibat kehilangan berat.

Tabel 7. Sumber hasil penelitian Penurunan Berat Minyak tahun 2017-2018

No.	Kadar Lignin	Penurunan Berat Minyak (%)
1	0	0,2169
2	3	0,4051
3	6	0,5465
4	9	0,4549

Gambar 6. Grafik Penurunan Berat Minyak



Grafik 6. Penurunan Berat Minyak

Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan Tabel dan grafik TFOT, didapatkan bahwa hasil pada sampel aspal penetrasi 60/70 dengan campuran lignin 3%, 6%, dan 9% semuanya memenuhi standar yang ada yaitu dibawah 0,8%. Standar persyaratan spesifikasi Umum Bina Marga (2010) Revisi, yaitu untuk penetrasi 60/70 kehilangan berat maksimum 0,8 % dan untuk aspal modifikasi yaitu maksimum 0,8.

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pencampuran lignin dalam campuran aspal mempengaruhi sensitivitas aspal terhadap suhu, dilihat dari uji titik lembek sensitivitas aspal mencapai 62°C pada campuran kadar lignin 6%, bila dibandingkan dengan aspal penetrasi 60/70 (0%) yang nilainya hanya 51°C.
2. Tingkat kekerasan aspal bertambah setelah dicampurkan oleh lignin sebanyak 3% 6% 9%. Nilai penetrasi aspal tertinggi adalah pada pencampuran lignin 9% yaitu 57,1.
3. Penurunan elastisitas aspal yang cukup signifikan ditunjukkan pada campuran lignin 9% yang hanya mampu mencapai panjang 33,5 cm.
4. Pencampuran lignin sebesar 6% menjadi nilai tertinggi untuk pengaruh kekentalan aspal, kekentalan aspal pada pencampuran tersebut mencapai 827 cst dibandingkan dengan aspal penetrasi 60/70 (0%) yang nilainya hanya 570,8 cst.
5. Dari beberapa uji yang telah dilakukan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung dan Puslitbang Jalan dan Jembatan (PUSJATAN) Bandung, pencampuran lignin terbaik adalah sebesar 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Falah, F., 2012, Pemanfaatan Limbah Lignin Dari Proses Pembuatan Bioetanol Dari TKKS Sebagai Bahan Aditif Pada Mortar, *Jurnal Fakultas Teknik Program Magister Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia*, Depok.
- Fuadi, A.M., Sulistya, H, 2008. *Pemutihan Menggunakan Hidrogen Peroksida*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sarkanen, K.V. and C.H.Ludwig, 1971, *Lignin: Occurrence, Formation, Structure and Reaction* . ed. Sarkanen, K.V. and Ludwig, C.H. Wiley-Interscience, New York.
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Granit.

