

## **Pengaruh Penambahan Lignin Terhadap Karakteristik Mekanik Campuran Aspal Panas**

**Apis Prada R<sup>1)</sup>**  
**Sasana Putra<sup>2)</sup>**  
**I Wayan Diana<sup>3)</sup>**

### **Abstract**

The need for asphalt material as one of the materials for making road infrastructure is not accompanied by an increase in its quality, so it is necessary to increase the asphalt material to prolong the life of the pavement. This study was conducted to determine the effect of adding lignin variation on 60/70 penetration asphalt to Marshall characteristics and looking for the best lignin content. Tests were carried out with variations in lignin content of 0%, 3%, 6% with the test bath immersion temperature and experimental temperature according to weather conditions in Indonesia which have two seasons, namely summer and rainy season which are simulated with variations in bath temperature of 45°C and high temperatures of 75°C, then compared with the results of previous studies using modified Jaya Asphalt Polymer (JAP) and Taftpack-Super asphalt (TPS) 5%.

Keywords : AC-WC, Asphalt Modification, Time Strength Index (IKS)

### **Abstrak**

Kebutuhan bahan aspal sebagai salah satu bahan pembuatan prasarana jalan tidak diiringi dengan peningkatan kualitasnya, sehingga perlu dilakukan peningkatan bahan aspal guna memperpanjang umur perkerasan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi kadar lignin pada aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik *Marshall* dan mencari kadar lignin terbaik. Dilakukan pengujian dengan variasi penambahan kadar lignin sebesar 0%, 3%, 6% dengan suhu rendaman standar pengujian dan suhu percobaan sesuai dengan kondisi cuaca di Indonesia yang mempunyai dua musim, yaitu musim panas dan musim penghujan yang disimulasikan dengan variasi suhu rendaman 45°C dan suhu tinggi 75°C, selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yang menggunakan aspal termodifikasi Jaya Aspal Polimer (JAP) dan Taftpack-Super (TPS) 5%.

Kata kunci : AC-WC, Aspal Modifikasi, Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

---

<sup>1)</sup> Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. surel:

<sup>2)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: luh\_ratnawidyawati@yahoo.co.id

<sup>3)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri akan berdampak pada peningkatan volume lalu lintas. Kondisi tersebut harus didukung oleh konstruksi jalan yang berkualitas, terutama dari kualitas lapis perkerasan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan. Aspal merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan pembuatan jalan raya, material ini dipilih karena hasil akhirnya yang baik dan nyaman sebagai perkerasan *fleksibel*. Namun, peningkatan kebutuhan akan infrastruktur jalan setiap tahunnya, tidak diiringi dengan kemampuan pemenuhan kebutuhan aspal tersebut. Kebutuhan aspal Nasional untuk pembangun jaringan jalan saat ini mencapai 1,2 juta ton per tahun, sedangkan PERTAMINA hanya mampu memproduksi 600 juta ton per tahun.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Aspal Keras

*Asphalt Cement* merupakan hasil destilasi minyak bumi yang memiliki sifat viskoelastis, yang akan mengalami perubahan berdasarkan suhu yang diterimanya. Aspal akan menjadi lunak dan cair apabila mendapatkan pemanasan yang cukup dan akan mengeras pada saat penyimpanan (suhu kamar).

### 2.2. Asphalt Concrete - Wearing Coarse (AC-WC)

Beton aspal adalah jenis aspal perkerasan jalan dari campuran aspal dan agregat, tanpa bahan tambahan maupun tidak. Berbagai macam material yang digunakan untuk membentuk beton aspal dicampur diinstalasi pencampuran pada suhu tertentu setelah itu dibawa kelokasi, dilakukan penghamparan dan kemudian dipadatkan. Penentuan suhu pencampuran dibedakan berdasarkan pada jenis aspal yang akan dipergunakan. Jika semen aspal, suhu pencampuran umumnya antara 145- 155°C, sehingga disebut dengan beton aspal campuran panas atau dikenal dengan *Hotmix*. (Silvia Sukirman, 2003).

Tabel 1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston AC-WC

| Sifat-sifat Campuran   | Laston    |              |                     |
|--|-----------|--------------|---------------------|
|  | Lapis Aus | Lapis Antara | Pondasi             |
| Jumlah tumbukan per bidang   |           | 75           | 112 <sup>(1)</sup>  |
| Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif                            | Min.      | 1,0          |                     |
|  | Maks.     | 1,4          |                     |
| Rongga dalam campuran (%) <sup>(2)</sup>   | Min.      | 3,0          |                     |
|  | Maks.     | 5,0          |                     |
| Rongga dalam Agregat (VMA) (%)   | Min.      | 15           | 13                  |
| Rongga Terisi Aspal (%)  | Min.      | 65           | 65                  |
| Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)  | Min.      | 800          | 1800 <sup>(1)</sup> |
|  | Min.      | 3            | 4,5                 |
| Pelelehan (mm)   | Min.      | 4            | 6 <sup>(1)</sup>    |
|  | Maks.     |              |                     |
| Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(3)</sup> | Min.      | 90           |                     |
| Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) <sup>(4)</sup>                   | Min.      | 2,5          |                     |

Tabel 2. Spesifikasi Campuran Aspal Modifikasi

| Sifat-sifat Campuran   |       | Laston <sup>(6)</sup> |                    |                     |
|--|-------|-----------------------|--------------------|---------------------|
|  |       | 75                    | 112 <sup>(1)</sup> |                     |
| <b>Jumlah tumbukan per bidang</b>  |       |                       | 75                 | 112 <sup>(1)</sup>  |
| Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif                             | Min.  |                       | 1,0                |                     |
|  | Maks. |                       | 1,4                |                     |
| Rongga dalam campuran (%) <sup>(2)</sup>   | Min.  |                       | 3,0                |                     |
|  | Maks. |                       | 5,0                |                     |
| Rongga dalam Agregat (VMA) (%)   | Min.  | 15                    | 14                 | 13                  |
| Rongga Terisi Aspal (%)  | Min.  | 65                    | 65                 | 65                  |
| Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)  | Min.  | 1000                  |                    | 2250 <sup>(1)</sup> |
|  | Min.  | 2                     |                    | 3                   |
| Pelelehan (mm)   | Maks. | 4                     |                    | 6 (1)               |
|  | Min.  |                       | 90                 |                     |
| Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(3)</sup> |       |                       | 90                 |                     |
| Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(4)</sup>                   |       | Min.                  | 2                  |                     |
| Stabilitas Dinamis, lintasan/mm <sup>(5)</sup>   |       | Min.                  | 2500               |                     |

Tabel 3. Gradasi agregat gabungan AC-WC

| No | Diameter Saringan |       | Bahan Yang Lolos (%) |           |          | Total |
|----|-------------------|-------|----------------------|-----------|----------|-------|
|    |                   |       | AC-WC                |           |          |       |
|    | Inci              | (mm)  | Agregat Kasar        | Screening | Abu Batu |       |
| 1  | 1½"               | 37,5  | -                    | -         | -        |       |
| 2  | 1"                | 25    | -                    | -         | -        |       |
| 3  | ¾"                | 19    | 100                  | 100       | 100      | 100   |
| 4  | ½"                | 12,7  | 19,88                | 20,00     | 50,00    | 89,88 |
| 5  | ⅜"                | 9,53  | 6,35                 | 20,00     | 50,00    | 76,35 |
| 6  | No. 4             | 4,76  | 0,06                 | 3,74      | 45,56    | 49,36 |
| 7  | No. 8             | 2,38  | 0,00                 | 1,06      | 35,33    | 36,39 |
| 8  | No. 16            | 1,18  | 0,00                 | 0,44      | 22,36    | 22,80 |
| 9  | No. 30            | 0,6   | 0,00                 | 0,35      | 14,30    | 14,66 |
| 10 | No. 50            | 0,3   | 0,00                 | 0,29      | 8,86     | 9,15  |
| 11 | No 100            | 0,15  | 0,00                 | 0,23      | 5,83     | 6,06  |
| 12 | No. 200           | 0,075 | 0,00                 | 0,12      | 3,47     | 3,58  |

### 2.3. Metode *Marshall*

Hasil uji akan menunjukkan karakteristik *Marshall* dan karakteristik akan dipengaruhi oleh sifat-sifat campuran yaitu: kepadatan, rongga diantara agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak, stabilitas kelelehan serta hasil bagi *Marshall*/*Marshall* Quotient (MQ) yaitu merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelehan.

### 2.4. Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

Indeks kekuatan sisa merupakan parameter pengukuran kepadatan yang tinggi atau VIM yang kecil untuk mengurangi infiltrasi air agar dapat mempertahankan satabilitas

campuran beraspal akibat beban yang diterimanya. Perendaman dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit dan 24 jam.

$$IKS = \frac{S1}{S2} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%), Harus lebih besar dari (90%)
- S1 = Stabilitas hasil rendaman 30 menit pada suhu 60°C (Kg)
- S2 = Stabilitas hasil rendaman 24 jam pada suhu 60°C (Kg)

### 2.5. Aspal Termodifikasi

Aspal *modified* adalah suatu material yang dihasilkan dari campuran antara polimer alam atau polimer sintesis dengan aspal. Aspal modified telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan (Polacco, 2005).

Penggunaan campuran aspal modified merupakan trend yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama.

### 2.8. 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). Ketiganya merupakan komponenn polimer, bergabung satu sama lain membentuk suatu struktur tiga dimensi yang sangat kompleks.

Lignin adalah bahan polimer alam kedua terbanyak setelah selulosa, lignin berada pada dinding sel dan antar sel, membuat kayu keras dan mampu menahan *stress* mekanik. Belum ditemukan stuktur kimia yang pasti dari lignin (Fuadi dan Sulistya, 2008).

### 2.9. Penelitian terdahulu

Adapun penelitian terdahulu tentang aspal modifikasi dan pemanfaatan bahan tambahan khususnya lignin yang pernah dilakukan yaitu:

| No | Nama Peneliti       | Judul Penelitian   | Hasil Penelitian   |
|----|---------------------|--|--|
| 1  | M.M. Aditya Sesunan | Pengaruh Aditif Arang Tempurung Kelapa (ATK) Sebagai Pengganti Material Filler Terhadap Durabilitas Campuran | Menunjukkan bahwa semakin besar kadar ATK maka nilai stabilitas akan meningkat, sampai pada titik tertentu.  |
| 2  | Wayan anggi. W.R.   | Kajian Komparatif Durabilitas Campuran aspal Beton Menggunakan bahan Pengikat Yang Berbeda                   | Pada Pengujian dengan suhu standar didapatkan karakteristik marshall terbaik dengan campuran TPS 5%, serta pengujian durabilitas didapatkan nilai sebesar 99,85% |

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

#### 3.1 Pengujian Bahan

Tabel 1. Standar Pengujian Agregat

| No | Jenis Pengujian  | Standar Uji          |
|----|--|----------------------|
| 1  | Analisa saringan   | SNI 03-1968-1990     |
| 2  | Berat jenis (Berat jenis Bulk, Berat jenis SSD dan Berat Jenis Semu) dan penyerapan agregat halus. | SNI 03-1970-1990     |
| 3  | Berat jenis (Berat jenis Bulk, Berat jenis SSD dan Berat Jenis Semu) dan penyerapan agregat kasar. | SNI 03-1969-1990     |
| 4  | <i>Los Angeles Test</i>  | SNI 03-2417:2008     |
| 5  | <i>Aggregate Crushing Value</i>  | BS 812:part 3 : 1975 |
| 6  | <i>Aggregate Impact Value</i>  | BS 812:part 3 : 1975 |

#### 3.2 Tahap Penelitian

##### 1. Penentuan KAO

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + \text{Konstanta} \quad (2)$$

Keterangan:

P<sub>b</sub> = Kadar aspal optimum perkiraan

CA = Persen agregat lolos saringan diameter 19 mm dan tertahan saringan No.8

FA = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200

FF = Persen agregat minimal 75 % lolos No.200 (0,075 mm)

K = Nilai konstanta, besar nilai konstanta diperkirakan antara 0,5 -1,0 untuk Laston2. Perencanaan Campuran

##### 2. Pembuatan Benda Uji

Tabel 4. Pembuatan Benda Uji

| Suhu (°C) | Lignin (%) |        |        | Jumlah Benda Uji |
|-----------|------------|--------|--------|------------------|
|           | 0          | 3      | 6      |                  |
| 30 Menit  |            |        |        |                  |
| 45        | 3 buah     | 3 buah | 3 buah | 9 buah           |
| 60        | 3 buah     | 3 buah | 3 buah | 9 buah           |
| 75        | 3 buah     | 3 buah | 3 buah | 9 buah           |
| 24 Jam    |            |        |        |                  |
| 45        | 3 buah     | 3 buah | 3 buah | 9 buah           |
| 60        | 3 buah     | 3 buah | 3 buah | 9 buah           |
| 75        | 3 buah     | 3 buah | 3 buah | 9 buah           |

##### 3. Pengujian *Marshall*

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pengujian Bahan Aspal

Berdasarkan dari hasil pengujian bahan aspal yang dilakukan oleh Raditya R. (2018) dengan menggunakan bahan aspal penetrasi 60/70 dengan penambahan kadar lignin sebesar 3%, 6% dan 9%, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil pengujian Bahan Aspal

| No | Sifat                  | Satuan             | Kadar Lignin (%) |        |        |        |
|----|------------------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|
|    |                        |                    | 0                | 3      | 6      | 9      |
| 1  | Penetrasi              | °C                 | 70,5             | 65,7   | 58,0   | 53,6   |
| 2  | Titik Lembek           | 0,1 mm             | 51               | 55,2   | 62     | 57,5   |
| 3  | Viskositas             | cSt                | 570,8            | 775    | 827    | 608,8  |
| 4  | Daktilitas             | cm                 | 140              | 130    | 101,8  | 33,5   |
| 5  | Berat Jenis Aspal      | gr/cm <sup>3</sup> | 1,0217           | 1,2857 | 1,0714 | 1,3330 |
| 6  | Penurunan Berat Minyak | %                  | 0,2169           | 0,4051 | 0,5465 | 0,4549 |

Sehingga disarankan penambahan kadar lignin pada campuran beraspal sebesar 3% dan 6%.

##### 4.2. Pengujian Propertis Agregat

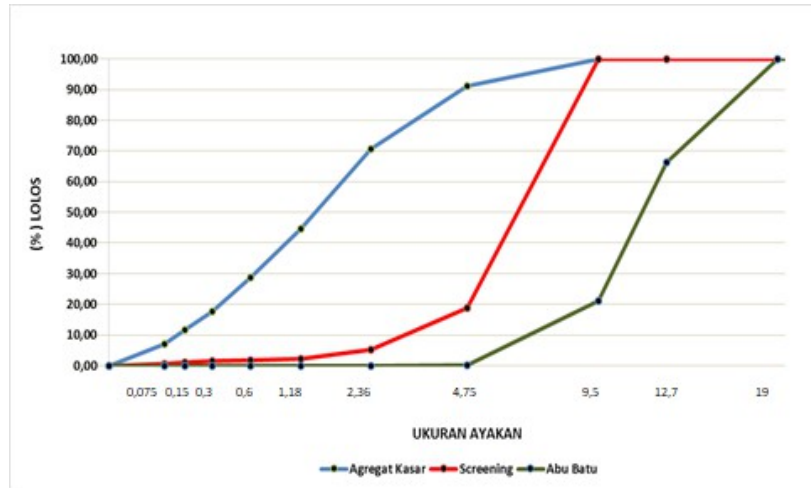
Hasil pengujian agregat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Fisik Agregat

| No | Jenis Pengujian                         | Satuan             | Syarat  | Hasil |
|----|---|--------------------|---------|-------|
| A  | Agregat kasar (SNI 03-1969-1990)        |                    |         |       |
| 1  | Berat jenis <i>bulk</i>                 | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,614 |
| 2  | Berat jenis SSD                         | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,651 |
| 3  | Berat jenis semu                        | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,716 |
| 4  | Penyerapan                              | %                  | <3      | 1,420 |
| B  | Agregat butir tengah (SNI 03-1969-1990) |                    |         |       |
| 1  | Berat jenis <i>bulk</i>                 | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,628 |
| 2  | Berat jenis SSD                         | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,665 |
| 3  | Berat jenis semu                        | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,727 |
| 4  | Penyerapan                              | %                  | <3      | 1,382 |
| C  | Abu-batu (SNI 03-1969-1990)             |                    |         |       |
| 1  | Berat jenis <i>bulk</i>                 | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,628 |
| 2  | Berat jenis SSD                         | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,656 |
| 3  | Berat jenis semu                        | gr/cm <sup>3</sup> | >2,5    | 2,704 |
| 4  | Penyerapan                              | %                  | <3      | 1,071 |
| D  | <i>Aggregate crushing volume</i>        | %                  | Maks 30 | 2,42  |
| E  | <i>Aggregate impact volume</i>          | %                  | Maks 30 | 4,79  |
| F  | <i>Los angeles abrasion test</i>        | %                  | Maks 40 | 15,99 |

### 4.3. Kadar Aspal Rencana

Gradasi campuran harus memenuhi batas-batas sesuai dengan spesifikasi dari Bina Marga (2010)



Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Hasil Analisis Saringan.

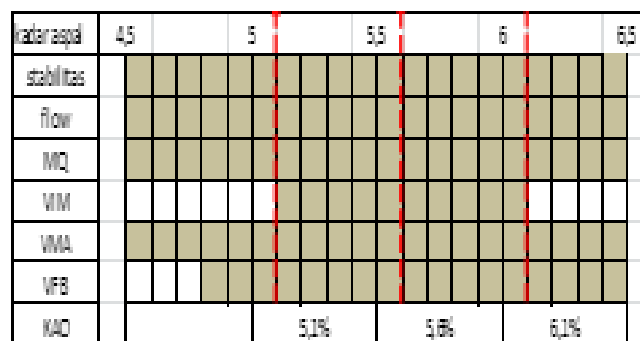
Tebel 7. Presentase Agregat

| Proporsi Agregat (%) |       |        |
|----------------------|-------|--------|
| CA                   | FA    | Filler |
| 44,60                | 50,57 | 4,93   |

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,180 (\%Filler) + K \\
 &= 0,035 (44,60) + 0,045 (50,57) + 0,18 (4,93) + 0,75 \\
 &= 5,4696 \approx 5,5\%
 \end{aligned}$$

### 4.4. Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum diperoleh berdasarkan uji Marshall. Hasil pengujian dapat dilihat pada grafik hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat campuran.



Gambar 2. Kadar Aspal Optimum Aspal Penetrasi 60/70

Nilai kadar aspal optimum diambil dari nilai tengah kadar aspal yang memenuhi spesifikasi yaitu 5,6%, nilai ini juga digunakan sebagai KAO dengan penambahan kadar lignin 3% dan 6%.

#### 4.5. Pengaruh Penambahan Lignin Terhadap Karakteristik Marshall

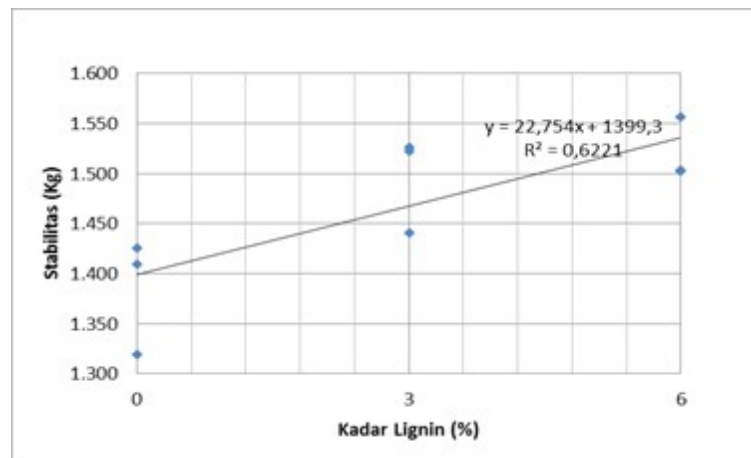
Sebelum melakukan pengujian sampel benda uji direndam secara terus menerus dalam *waterbath* dengan suhu 60° selama 30 menit sesuai dengan standar pengujian, kemudian akan dibandingkan dengan penelitian terdahulu menggunakan aspal modifikasi JAP, dan TPS 5%.

Tabel 8. Hasil pengujian *marshall* rendaman 60°.

| Campuran Aspal | Stabilitas Min. 1000 Kg | Flow 2-4 mm | MQ Min. 250 Kg |
|----------------|-------------------------|-------------|----------------|
|                | 1.489,69                | 5,2         | 286,48         |
| Lignin (0%)    | 1.298,55                | 3,4         | 381,93         |
|                | 1.409,82                | 4,5         | 313,29         |
|                | 1.526,51                | 4,3         | 355,00         |
|                | 1.522,61                | 5,3         | 287,29         |
| Lignin (3%)    | 1.440,86                | 4,2         | 343,06         |
|                | 1.557,10                | 6           | 259,52         |
|                | 1.502,82                | 4,9         | 306,70         |
| Lignin (6%)    | 1.504,02                | 5,6         | 268,58         |
|                | 1.604,70                | 3,5         | 456,90         |
| JAP            | 1.880,44                | 3,1         | 614,70         |
| TPS (5%)       |                         |             |                |

##### 4.5.1 Pengaruh Kadar Lignin Terhadap Stabilitas

Pada kadar lignin 3% nilai stabilitas rata-rata sebesar 1.496,66 mengalami kenaikan pada kadar lignin 6% menjadi 1.521,31 dibandingkan dengan tanpa penambahan lignin yang hanya mencapai rata-rata sebesar 1.399,35. Peningkatan nilai stabilitas campuran diakibatkan penambahan kadar lignin yang dapat mengurangi sensitifitas aspal terhadap suhu, sehingga campuran tetap bekerja secara maksimal, namun lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai satabilitas yang didapat dengan menggunakan campuran aspal JAP dan TPS 5%. Hal ini bisa terjadi dikarenakan perbedan peoporsi agregat KAO yang digunakan.

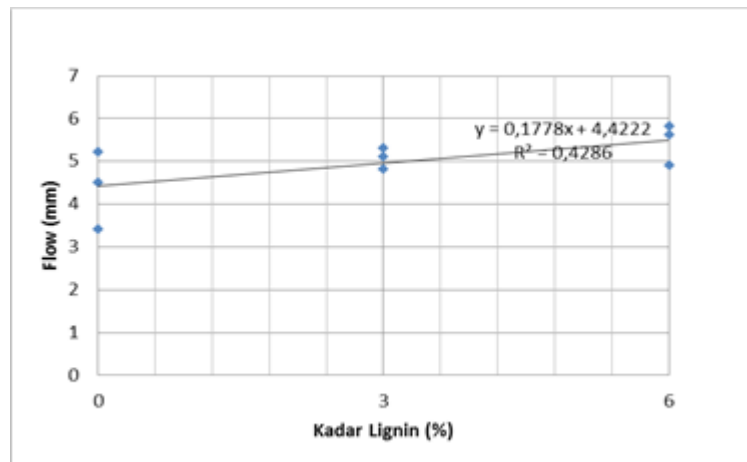


Gambar 3. Grafik hubunngan penambahan lignin terhada Stabilitas.



#### 4.5.2 Pengaruh Kadar Lignin Terhadap Kelelehan (*Flow*)

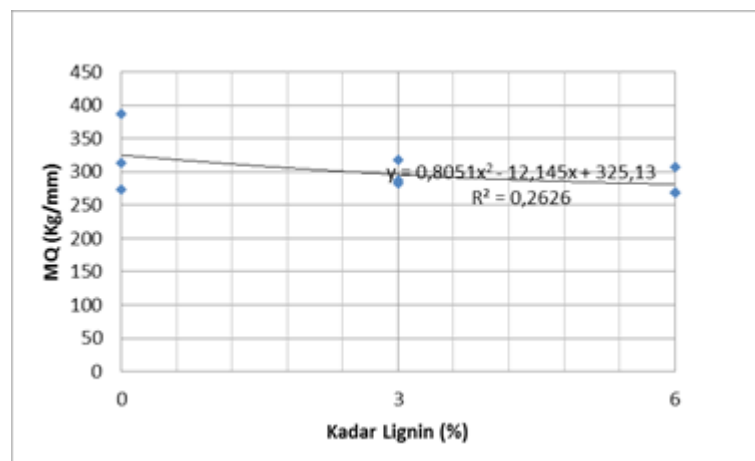
Nilai rata-rata *flow* meningkat seiring penambahan kadar lignin, penambahan lignin dalam campuran beraspal dapat mempengaruhi elastisitas campuran yang diakibatkan oleh pengaruh suhu rendaman, sehingga campuran beraspal tetap dapat menahan beban setelah mengalami deformasi. Berbeda dengan campuran aspal yang menggunakan JAP dan TPS 5% yang hanya mencapai 3,5 dan 3,1 mm. Semakin kecil nilai *flow* menandakan bahwa campuran tersebut akan mudah mengalami keretakan atau getas.



Gambar 4. Grafik hubungan penambahan lignin terhadap *Flow*.

#### 4.5.3 Pengaruh Kadar Lignin Terhadap Marshall Quoitent (MQ)

nilai MQ semakin menurun seiring dengan penambahan kadar lignin. Hal ini berkaitan dengan kenaikan nilai *flow* (elastisitas), penambahan kadar lignin dapat mengurangi kekakuan terhadap campuran beraspal. Sementara nilai MQ mengalami kenaikan pada campuran yang menggunakan JAP dan TPS 5%, terlihat penggunaan TPS 5% mempunyai nilai MQ tertinggi. Hal ini menandakan bahwa campuran TPS 5% memiliki kekakuan tertinggi dari semua campuran, nilai MQ yang terlalu tinggi mengakibatkan campuran terlalu kaku dan akan mudah mengalami keretakan.



Gambar 5. Grafik hubungan penambahan lignin terhadap MQ.

#### 4.6. Durabilitas Campuran Aspal Termodifikasi

Tabel 9. Hasil Pengujian Durabilitas

| Lignin (%) | Suhu (°C) | Stabilitas Rata-rata (Kg) |          | IKS (%) |
|------------|-----------|---------------------------|----------|---------|
|            |           | S1                        | S2       |         |
| 0          | 45        | 1.553,37                  | 1.428,57 | 91.97   |
|            | 60        | 1.384,79                  | 1.273,39 | 91.96   |
|            | 75        | 1.758,42                  | 1.583,52 | 91.76   |
| 3          | 45        | 1.657,58                  | 1.494,13 | 90.14   |
|            | 60        | 1.496,66                  | 1.348,32 | 90.09   |
|            | 75        | 1.521,31                  | 1.369,69 | 90.01   |
| 6          | 45        | 1.758,42                  | 1.583,52 | 90.05   |
|            | 60        | 1.379,62                  | 1.241,62 | 90.03   |
|            | 75        | 1.390,04                  | 1.238,52 | 89.10   |
| JAP        | 60        | -                         | -        | 85,76   |
| TPS 5%     | 60        | -                         | -        | 99,85   |

Pada pengujian dengan suhu percobaan sesuai dengan kondisi cuaca di Indonesia yang mempunyai dua musim yaitu musim penghujan dan musim panas disimulasikan dengan suhu variasi rendaman 45°C dan suhu tinggi 75°C, terlihat pada pengujian dengan suhu percobaan 45°C telah mencapai 90% sehingga dianggap cukup tahan terhadap suhu yang telah ditentukan, sementara pada pengujian dengan suhu 75°C menunjukkan bahwa penambahan lignin 6% hanya mencapai 89,10%, dengan hasil ini dianggap tidak tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh suhu tinggi yang disimulasikan dengan suhu rendaman 75°C.

Dari hasil pengujian, jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yang menggunakan aspal modifikasi JAP dan TPS 5% oleh Wayan Anggi W.R. (2018), menunjukkan bahwa campuran TPS 5% memiliki nilai IKS tertinggi yaitu sebesar 99,85% dan campuran JAP memiliki nilai IKS terkecil yang hanya mencapai 85,76%.

#### 5. KESIMPULAN

penambahan kadar lignin 3% telah memenuhi standar campuran beraspal pada pengujian dengan suhu standar. Sementara penambahan kadar lignin 6% ada sebagian yang tidak memenuhi parameter pengujian *marshall* seperti *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (2010) yaitu sebesar 3 - 5 mm.

Campuran TPS 5% memiliki nilai IKS tertinggi yaitu sebesar 99,85% dan campuran JAP memiliki nilai IKS terkecil yang hanya mencapai 85,76%, namun secara keseluruhan kualitas penggunaan TPS relatif lebih mahal karena didapatkan melalui impor. Sementara penggunaan lignin sebagai bahan tambahan pada campuran beraspal merupakan pemanfaatan limbah dari pembuatan kertas yang didapatkan melalui proses ekstraksi cairan *black liquor*, sehingga akan mempunyai harga relatif terjangkau.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Sukirman, Silvia, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Grafika Yuana Marga, Bandung.  
 Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6, Pekerjaan Umum*, Jakarta