



## KORELASI PENGUJIAN PELAPUKAN ASPAL STIMULASI DI LABORATORIUM DENGAN ALAT THIN FILM OVEN TEST DAN ROLLING THIN FILM OVEN TEST

*Tjiptik Wasiah Suroso*

### **RINGKASAN**

Untuk menentukan tingkat pelapukan aspal selama pemanasan dan pencampuran di Unit Pencampur dapat dilakukan di laboratorium dengan cara simulasi yang dikenal dengan Thin Film Oven Test (TFOT). Dengan berkembangnya teknologi dilakukan dengan alat Rolling Thin Film Oven (RTFO), yang diyakini lebih mendekati kenyataan pelapukan aspal setelah keluar dari Unit pencampur aspal dilapangan,

Namun tidak semua laboratorium aspal di Indonesia tersedia alat tersebut, sehingga dilakukan penelitian untuk menentukan korelasi pelapukan aspal menggunakan alat TFOT dan RTFOT. Korelasi ini dapat digunakan untuk memprediksi pelapukan aspal di Unit Pencampur aspal.

Dari hasil penelitian diperoleh hubungan antara penetrasi aspal setelah mengalami pelapukan dengan alat TFOT dan penetrasi atau titik lembek setelah mengalami pelapukan dengan alat RTFO, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

Hubungan antara pen TFO dan Pen RTFO

$$Pen_{RTFO} = -0,0142 (Pen_{TFO})^2 + 1,409 X + 3,325$$

Hubungan antara Titik lembek TFO dan Titik lembek RTFO

$$TL_{RTFO} = -0,0014 (TL_{TFO})^2 + 1,195 TL_{TFO} - 5,409$$

### **SUMMARY**

The level of asphalt aging during heating and mixing in the mix plant unit can be determined in the laboratory by simulation known as Thin Film Oven Test (TFOT). The development of Rolling Thin Film Oven (RTFO), asphalt aging can be determined as soon as asphalt out of the mixing plant unit.

However, not all asphalt laboratories in Indonesia equipped by this device, so that research should be conducted to determine correlation of asphalt aging using TFOT and RTFOT. The correlation can be applied to predict asphalt aging in mixing plant unit.

Research showed that correlation obtained between asphalt penetration after aging by TFOT and penetration or softening point after aging by RTFO, can be expressed by following equation :

Correlation between Pen TFO and Pen RTFO

$$Pen_{RTFO} = -0,0142 (Pen_{TFO})^2 + 1,409 X + 3,325$$

Correlation between softening point of TFO and Softening point of RTFO

$$TL_{RTFO} = -0,0014 (TL_{TFO})^2 + 1,195 TL_{TFO} - 5,409$$

## I. PENDAHULUAN :

Pada proses pencampuran agregat dan aspal keras, aspal harus cukup encer untuk dapat melapisi agregat . Untuk itu aspal harus dipanaskan. Pada pemanasan , aspal akan mengalami penguapan fraksi ringan dan oksidasi sehingga aspal mengalami pelapukan .

Fraksi ringan dalam aspal tidak diijinkan terlalu tinggi karena akan mengakibatkan aspal menjadi kaku yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan campuran beraspal .

Pada awalnya pengujian tingkat pelapukan aspal stimulasi dilaboratorium menggunakan alat Thin Film Oven , dengan perkembangan teknologi menggunakan alat Rolling Thin Film Oven yang diyakini akan menghasilkan pelapukan yang mendekati mutu aspal setelah keluar dari Unit Pencampur Aspal.

Namun tidak semua laboratorium aspal di Indonesia mempunyai alat Rolling Thin Film, sehingga perlu dicari korelasi antara pelapukan (penurunan mutu aspal) dengan alat Thin Film Oven dan dengan alat Rolling Thin Film Oven.

## II. TINJAUAN PUSTAKA.

### 2.1 Aspal

Aspal adalah bahan yang visco elastic dimana dalam keadaan dingin bersifat padat dan dalam keadaan panas bersifat cair. Sehingga sifat inilah yang digunakan sebagai bahan jalan untuk mengikat dan melapisi agregat . Menurut Shell Bitumen Hand Book (1999) sifat, cara pembuatan dan komposisi yang ada dalam aspal , aspal dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas W, Kelas B dan kelas S. Masing-masing kelas aspal mempunyai sifat/ karakteristik .

#### 1) Kelas W ( Wax Bitumen ).

Aspal jenis ini terdiri dari aspal yang mempunyai kadar lilin cukup tinggi. Sehingga aspal jenis ini sangat peka terhadap perubahan temperatur. Hal ini disebabkan lilin mempunyai sifat pada temperatur rendah bersifat padat , dan dengan sedikit perubahan temperatur akan bersifat lunak sampai cair . Sehingga apabila digunaknsebagai bahan jalan maka perkerasan akan mudah mengalami deformasi.

#### 2). Kelas B ( Blown Asphalt ).

Aspal jenis ini mempunyai penetrasi yang rendah akibat proses peniupan udara sehingga fraksi ringan nya rendah dan kadar asphalten meningkat , Umumnya aspal jenis ini digunakan sebagai bahan atap, damp proof dan keperluan industri lainnya.

#### 3). Kelas S.

Aspal jenis ini mempunyai kadar lilin yang relatif kecil sehingga cocok untuk keperluan jalan.

### 2.2 Pengaruh sifat/ karakteristik aspal pada perkerasan jalan.

Kinerja campuran beraspal dipengaruhi secara nyata oleh sifat rheologi atau sifat mekanis dan kecepatan oksidasi. Hal ini dipengaruhi oleh adanya panas , adanya oksidasi , dan air. Hal ini tentu saja banyak faktor yang dapat mempengaruhi nya. Sifat-sifat tersebut antara lain mutu aspal dalam hal ini kecepatan pelapukan aspal akibat pemanasan dan oksidasi di unit pencampur aspal, agregat, pemadatan campuran beraspal , ketebalan film aspal yang semuanya dapat mempengaruhi keawetan perkerasan jalan.

Untuk itu dalam hal aspal sebagai bahan pengikat dan pengisi mutu harus baik salah satu adalah mengetahui tingkat pelapukan akibat pemanasan aspal.

### 2.3 Pelapukan aspal.

Uji pelapukan aspal dilaboratorium untuk mengetahui sejauh mana daya tahan aspal terhadap pengerasan selama proses produksi campuran beraspal. Pengujian ini juga perlu untuk mengetahui apakah aspal terlalu banyak fraksi yang mudah menguap atau oksidasi , sehingga mempengaruhi mutu aspal, yang dilaboratorium dilakukan uji pengaruh pemanasan dengan alat lapisan tipis atau Thin film Oven yang merupakan bagian dari uji mutu aspal untuk mengklasifikasi kan terhadap tendensi aspal mengalami pengerasan dan mengidentifikasikan apakah aspal tersebut terkontaminasi dengan minyak ringan . Kondisi pada pengujian ini menyangkut aspal selama penyimpanan dan selama pencampuran dengan agregat.

Hal yang perlu dicatat pada pengujian ini adalah perbandingan luas permukaan terhadap volume contoh terlalu rendah sehingga dapat menyebabkan terjadinya lapisan ( kulit ) pada permukaan contoh terlalu cepat..

Pengujian pelapukan dengan alat Thin Film Oven test ( ASTM. D 1754- SNI ) adalah pengujian stimulasi pelapukan dilaboratorium , pengerasan pada pencampuran aspal dan agregat pada temperatur 165 C, waktu 5 jam dan tebal 3,2 mm. Pada pengujian ini difusi panas kedalam aspal sangat kecil dan tidak mungkin memperoleh pengerasan atau pelapukan yang merata Sehingga pengujian ini sangat jauh dari ideal.

Pada tahun 1963 State of California Departement of Public Work Division Of Highway, mengembangkan pengujian stimulasi pelapukan aspal selama pencampuran yang jauh lebih baik yaitu dengan alat Rolling Thin Film Oven . Dimana pada pengujian ini menggunakan tabung gelas

berbentuk silinder, diisi aspal seberat 35 gram yang melapisi seluruh dinding tabung secara merata, kemudian dipanaskan dalam oven pada temperatur 165 C yang berputar secara vertical dengan kecepatan 5 rpm dan dialiri udara kering selama 75 menit. Aspal yang telah mengalami pelapukan dan homogen sama dengan mutu aspal setelah proses pemanasan dan pencampuran di Unit Pencampur Aspal.

### III. HYPOTESA

Aspal yang mengalami proses pemanasan dan tiupan udara ( oksidasi ) akan mengalami pelapukan atau pengerasan baik dengan alat Thin Film Oven dan dengan Rolling Thin Film . Sehingga diharapkan akan menghasilkan korelasi pelapukan / pengerasan aspal dengan alat TFO atau dengan RTFO.

### IV. METHODOLOGI:

Penelitian dilakukan secara empiris dilaboratorium dengan menggunakan beberapa contoh aspal, dilakukn pelapukan dengan alat Thin Film Oven dan Rolling Thin Film Oven. Dilanjutkan dengan pengujian penetrasi, titik lembek, Viskositas setelah mengalami proses pelapukan dengan kedua alat tersebut.

#### 4.1 Matrik Percobaan.

**Tabel 1.**  
**Matrik percobaan**

| NO | Jenis pengujian             | Kode contoh aspal |   |   |   |   |
|----|-----------------------------|-------------------|---|---|---|---|
|    |                             | A                 | B | C | D | E |
|    | Pelapukan aspal dengan alat |                   |   |   |   |   |
|    | Thin Film Oven              | X                 | X | X | X | X |
|    | Penetrasi TFO               | X                 | X | X | X | X |
|    | Titik lembek TFO            | X                 | X | X | X | X |
|    | Kekentalan TFO              | X                 | X | X | X | X |
|    | Rolling Thin Film Oven      | X                 | X | X | X | X |
|    | - Penetrasi RTFO            | X                 | X | X | X | X |
|    | - Titik Lembek RTFO         | X                 | X | X | X | X |
|    | - Kekentalan RTFO           | X                 | X | X | X | X |

#### 4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah Penetrometer untuk menentukan penetrasi aspal, Ring and Boll untuk menentukan titik lembek aspal, Absolut viscometer untuk menentukan kekentalan (viskositas aspal), Oven Thin Film Oven untuk menentukan pelapukan aspal akibat pengaruh pemanasan, Rolling Thin Film Oven untuk menentukan pelapukan aspal akibat pemanasan

dan oksidasi yang disebabkan adanya udara dengan cara berputar secara vertical.

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Mutu aspal.

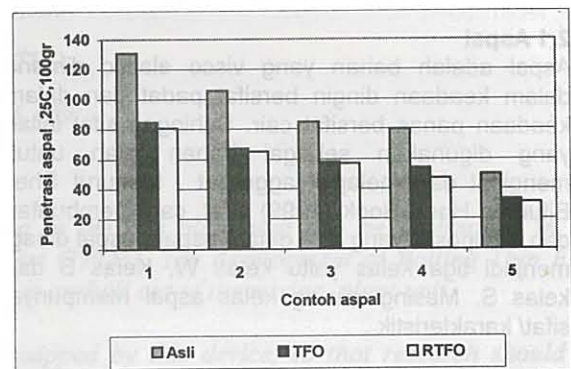
Terhadap kelima contoh aspal ditentukan kekentalan, penetrasi dan titik lembek.

**Tabel 2.**  
**Karakteristik aspal**

| No | Aspal | Kekentalan (Poise) |       | Penetrasi 25 C, 100 g,5 dt | Titik lembek, C |
|----|-------|--------------------|-------|----------------------------|-----------------|
|    |       | 60 C               | 135 C |                            |                 |
| 1  | A     | 1037               | 1,8   | 106                        | 45              |
| 2  | B     | 556                | 1,3   | 131                        | 41              |
| 3  | C     | 1218               | 3,6   | 85                         | 47              |
| 4  | D     | 2142               | 3,4   | 50                         | 49              |
| 5  | E     | 1571               | 2,4   | 80                         | 47              |

### 5.2 Hasil pengujian penetrasi aspal setelah mengalami pelapukan dengan alat TFOT dan RTFO.

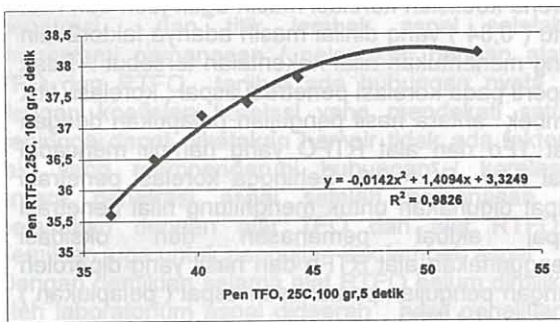
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui penurunan mutu aspal dengan alat thin film oven dan Rolling Thin Film Oven



**Gambar 1.** Hubungan antara hasil penetrasi aspal setelah pelapukan aspal dengan alat TFO dan RTFO

Dari gambar 1 terlihat bahwa aspal akan mengalami pengerasan yang dapat terlihat dengan menurunnya nilai penetrasi aspal, dengan kata lain aspal akan mengalami pengerasan akibat pemanasan atau dan oksidasi. Penurunan mutu aspal dengan alt Rolling Thin Film lebih besar dari penurunan nilai penetrasi dengan lat Thin Film Oven. Hal ini disebabkan pada Rolling Thin Film selain temperatur juga adanya udara yang menyebabkan selain menguapnya fraksi ringan juga adanya oksidasi yang menyebabkan fraksi malten berubah menjadi asphalten.

Hasil ini juga dapat dianalisa korelasi antara pelapukan aspal dengan menggunakan alat Thin Film atau dengan alat Rolling Thin Film.



**Gambar 2.** Hubungan antara Pen RTFO dan Pen TFO

Penetrasi aspal akan turun setelah mengalami pelapukan akibat adanya pengaruh pemanasan aspal baik dengan cara Thin Film Oven maupun dengan cara Rolling Thin Film Oven yang diakibatkan menguapnya fraksi ringan dalam aspal dan oksidasi fraksi cair menjadi fraksi padat. Namun terlihat bahwa penurunan akibat pelapukan dengan Rolling Thin Film Lebih besar dari penurunan akibat pemanasan dengan alat Thin Film Oven, Hal ini disebabkan lapisan aspal pada sampel ( wadah contoh ) lebih tipis serta adanya udara yang akan memperbesar pelapukan aspal sehingga penguapan dan oksidasi pada Rolling Thin Film lebih besar dari Thin Film Oven. Untuk menentukan apakah hubungan antara penetrasi setelah TFO berbeda nyata atau tidak , dilakukan uji statistik dengan t test, dengan taraf nyata ( significance level ) sebesar 0,05

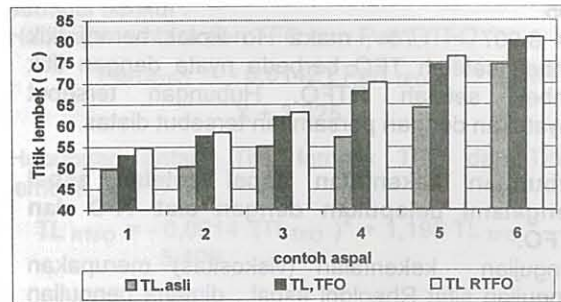
$t = 22,0 > 1,75$  berarti ada perbedaan nyata antara penetrasi aspal setelah TFO dan penetrasi aspal setelah RTFO, yang dinyatakan dengan persamaan

$$Y = -0,0142 X^2 + 1,409 X + 3,332, \text{ dengan } R^2 = 0,9826 \text{ dan } r = 0,9913$$

### 5.3 Perubahan nilai titik lembek akibat pemanasan dengan alat TFO dan RTFO.

Akibat adanya pemanasan titik lembek akan mengalami kenaikan yang seiring dengan menurunnya nilai penetrasi aspal yang diakibatkan oleh menguapnya fraksi ringan dalam aspal serta berubahnya fraksi cair menjadi fraksi padat akibat adanya oksidasi, sehingga meningkatkan fraksi padat dalam aspal . Hal ini yang menyebabkan titik lembek aspal naik , dan titik lembek setelah proses pelapukan dengan alat RTFO lebih besar dari titik lembek aspal setelah proses pelapukan dengan alat TFO disebabkan oleh tebal lapisan contoh

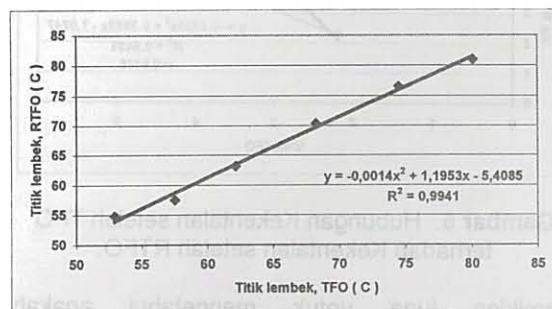
aspal pada pelapukan dengan alat RTFO lebih tipis dari pada dengan alat TFO. Nilai titik lembek aspal setelah mengalami pemanasan dengan alat TFO dan dengan alat RTFO seperti tertera pada gambar 3.



**Gambar 3.** Titik lembek aspal asli, Aspal setelah TFO, dan setelah RTFO

Dari gambar 3 terlihat bahwa titik lembek aspal setelah proses pemanasan dengan alat RTFO lebih besar dari titik lembek aspal setelah proses pemanasan dengan alat TFO. Hal ini sebagai konsekwensi adanya penurunan penetrasi setelah proses pemanasan dengan alat RTFO lebih besar dari penurunan penetrasi aspal setelah proses pemanasan dengan alat TFO yang diakibatkan oleh lebih tipisnya lapisan contoh aspal pada RTFO.

Hubungan titik lembek setelah proses pemanasan dengan alat RTFO dan dengan alat TFO tertera pada gb 4, untuk menentukan apakah hubungannya nyata atau tidak serta apakah masih ada faktor lain yang mempengaruhi.



**Gambar 4.** Titik lembek TFO terhadap titik lembek RTFO

Hubungan titik lembek aspal setelah TFO terhadap titik lembek aspal setelah RTFO yang dinyatakan dengan persamaan :

$$Y = -0,0014 X^2 + 1,1952 X - 5,4055, R^2 = 0,9941 \text{ dan } r = 0,997$$

Dari persamaan tersebut mempunyai Koefisien korelasi yang mendekati satu hal ini menunjukkan bahwa hubungan tersebut hampir seratus persen sempurna yang berarti tidak ada lagi faktor lain

yang mempengaruhi hubungan titik lembek setelah proses pemanasan dengan alat TFO dan RTFO.

Untuk menentukan apakah hubungan tersebut berbeda nyata atau tidak dilakukan uji t test, dengan 3 derajat kebebasan, dan tingkat nyata 0,05

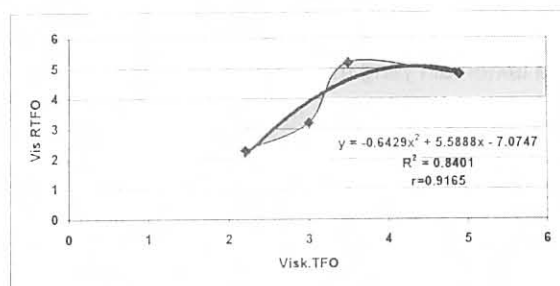
$t = 8,997 > 1,75$ , maka  $H_0$  ditolak berarti titik lembek setelah TFO berbeda nyata dengan titik lembek setelah RTFO. Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan tersebut diatas.

#### Hubungan kekentalan aspal setelah aspal mengalami pelapukan dengan alat TFO dan RTFO.

Pengujian kekentalan (viskositas) merupakan pengujian sifat Rheologi aspal, dimana pengujian ini hampir sama dengan maksud pengujian penetrasi aspal

Seperti halnya dengan pengaruh pemanasan / pelapukan dengan alat RTFO dan TFO menguapnya fraksi ringan akan menyebabkan makin kentalnya aspal / kekentalan atau viskositas aspal akan naik. Demikian juga pengaruh oksidasi akan merubah fraksi liquid menjadi kecil karena berubah menjadi fraksi padat.

Sehingga pengujian dengan kedua alat ini untuk menentukan apakah atau seberapa besar hubungan (korelasi) antara kekentalan aspal setelah mengalami pemanasan dengan alat TFO dan alat RTFO, seperti tertera pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Kekentalan setelah TFO terhadap Kekentalan setelah RTFO.

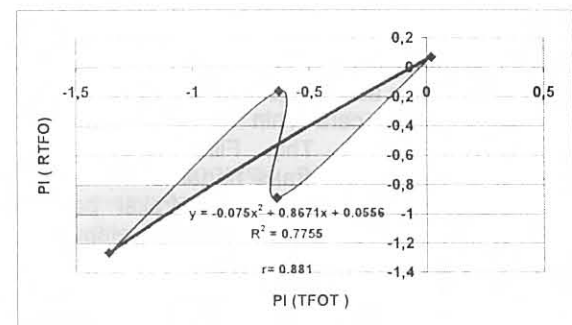
Demikian juga untuk mengetahui apakah kekentalan aspal setelah TFO dan kekentalan setelah RTFO berbeda nyata pada tingkat nyata (significance level) 0,05 dilakukan uji t, Hasil yang diperoleh  $t = 6,325$  berarti antara kekentalan setelah TFO dan kekentalan setelah RTFO berbeda nyata karena  $t > 1,75$

Dari hasil uji regresi diperoleh korelasi atau hubungan antara kekentalan aspal setelah TFO dan setelah RTFO yang pada kenyataan nilai kekentalan makin meningkat akibat adanya pemanasan dan oksidasi. Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan

$$Y = 0,842X^2 + 5,58X - 7,075 \text{ dengan } R^2 = 0,8461 \text{ dan } r = 0,9165$$

Hubungan Nilai kekentalan aspal yang diperoleh dengan alat TFO dan alat RTFO kurang sempurna karena koefisien korelasi masih agak jauh dari nilai satu (0,84) yang dinilai masih adanya faktor2 lain yang menentukan nilai kekentalan tersebut. Tidak seperti pada korelasi penetrasi aspal, korelasi titik lembek antara hasil pengujian pelapukan dengan alat TFO dan alat RTFO yang hampir mencapai nilai satu  $R^2 = 0,9$ . Sehingga korelasi penetrasi dapat digunakan untuk menghitung nilai penetrasi aspal akibat pemanasan dan oksidasi menggunakan alat RTFO dari hasil yang diperoleh dengan pengujian pemanasan aspal (pelapukan) dengan alat TFO.

#### 5.4. Penetrasi Indeks aspal setelah TFO dan Penetrasi Indeks aspal setelah RTFO.



Gambar 6. Hubungan Penetrasi Indeks aspal setelah TFO terhadap Penetrasi Indeks aspal setelah RTFO.

Dari hasil pengujian dan pembahasan penetrasi setelah pemanasan/ pelapukan dengan alat TFO dan RTFO, serta hasil pengujian dan pembahasan pengujian titik lembek dengan alat TFO dan RTFO menunjukkan adanya hubungan erat (significant). Apakah hubungan erat tersebut diikuti pula oleh hasil pengujian / perhitungan kepekaan aspal terhadap temperatur (Penetrasi Indeks). Hasil perhitungan Penetrasi Indeks seperti tertera pada gambar 5.

Dari grafik regresi hubungan Penetrasi Indeks aspal setelah TFO terhadap Penetrasi Indeks aspal setelah RTFO yang mempunyai koefisien korelasi yang paling besar adalah dinyatakan dengan persamaan :

$$Y = 0,07 X^2 + 0,8671 X + 0,0556 \text{ dengan } R^2 = 0,7755 \text{ dan } r = 0,881$$

Untuk mengetahui apakah Penetrasi Indeks aspal setelah TFO dan Penetrasi Indeks setelah RTFO berbeda nyata pada tingkat nyata (significance level) 0,05 dilakukan uji t, Hasil yang diperoleh  $t = 3,71$  berarti antara kekentalan setelah TFO dan kekentalan setelah RTFO berbeda nyata karena  $t > 1,75$

## VI. PEMBAHASAN,

Dari hasil pengujian dan analisa terhadap penetrasi dan titik lembek aspal setelah mengalami pemanasan / pelapukan dengan alat TFO dan RTFO terlihat ada hubungan nyata, dengan koefisien korelasi yang mendekati satu sehingga dapat dikatakan hampir tidak ada faktor lain yang mempengaruhi hubungan / korelasi antara penetrasi aspal setelah pemanasan / pelapukan dengan alat TFO dan alat RTFO, demikian juga untuk pengujian titik lembek aspal. Dengan demikian selama alat RTFO belum dimiliki oleh laboratorium aspal di daerah, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi / menentukan penetrasi aspal setelah pemanasan dengan alat RTFO sehingga dapat ditentukan seberapa besar pelapukan aspal / penurunan mutu aspal di Unit pencampur aspal.

### Kesimpulan :

Dari analisa regresi diperoleh koefisien korelasi, baik untuk penetrasi maupun untuk titik lembek mendekati satu ( $R^2$  mendekati satu = 0,99), maka baik hubungan atau korelasi antara pen RTFO terhadap Pen TFO maupun titik lembek RTFO terhadap Titik lembek TFO, Namun untuk pengujian Kekentalan dengan menggunakan peralatan TFO dengan menggunakan RTFO walaupun berbeda nyata namun masih banyak faktor lain yang mempengaruhi. Hal ini terlihat dari koefisien korelasi yang masih berkisar 0,88. Sehingga apabila suatu laboratorium belum mempunyai peralatan Rolling Thin Film Oven,

maka penentuan penetrasi aspal setelah mengalami pelapukan dapat menggunakan peralatan Thin Film Oven kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Hubungan antara pen TFO dan Pen RTFO

$$\text{Pen}_{\text{RTFO}} = -0,0142 (\text{Pen}_{\text{TFO}})^2 + 1,409X + 3,325$$

Hubungan antara Titik lembek TFO dan Titik lembek RTFO

$$\text{TL}_{\text{RTFO}} = -0,0014 (\text{TL}_{\text{TFO}})^2 + 1,195 \text{ TL}_{\text{TFO}} - 5,409$$

### DAFTAR PUSTAKA

1. SNI 06-2456-1999 : *Pengujian penetrasi aspal*
2. SNI 06-2434-1991 ; *Pengujian titik lembek aspal dengan cara Ring and Ball*
3. SNI : *Pengujian kekentalan aspal hampa udara absolut*
4. SNI 06-2441-1991 : *Pengujian penurunan berat dengan cara lapisan tipis aspal.*
5. Pd-M-06-1999-03 *Pengujian penurunan berat aspal dengan cara tabung perputar*
6. The Shell Bitumen Hand Books ( 1990 ) : *Aging Test* " Hal 74,75 dan 133

### Penulis :

*Ir. Tjitjik W. Suroso, Ahli Peneliti Muda, Pada Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang, Departemen Kimpraswil.*

## LAMPIRAN

### 1. Mutu aspal.

Terhadap kelima contoh aspal ditentukan kekentalan, penetrasi dan titik lembek.

**Tabel 3.**  
**Karakteristik aspal**

| No | Aspal | Kekentalan(Poise) |       | Penetrasi<br>25 C, 100 g, 5 dt | Titik lembek, C |
|----|-------|-------------------|-------|--------------------------------|-----------------|
|    |       | 60 C              | 135 C |                                |                 |
| 1  | A     | 1037              | 1,8   | 106                            | 45              |
| 2  | B     | 556               | 1,3   | 131                            | 41              |
| 3  | C     | 1218              | 3,6   | 85                             | 47              |
| 4  | D     | 2142              | 3,4   | 50                             | 49              |
| 5  | E     | 1571              | 2,4   | 80                             | 47              |

### 2. Pengujian dengan penetrasi alat TFO

**Tabel 4.**  
**Hasil pengujian mutu aspal setelah TFO**

| No | Aspal | Kekentalan(Poise) |       | Penetrasi<br>25C, 100g,<br>5 dt | Titik<br>lembek, C | L.o.h<br>( % ) |
|----|-------|-------------------|-------|---------------------------------|--------------------|----------------|
|    |       | 60 C              | 135 C |                                 |                    |                |
| 1  | A     | 2712              | 4,9   | 67                              | 52                 | 0,01           |
| 2  | B     | 900               | 1,6   | 85                              | 44                 | 0,74           |
| 3  | C     | 1338              | 2,2   | 58                              | 47                 | 0,46           |
| 4  | D     | 3210              | 3,5   | 33                              | 53                 | 0,44           |
| 5  | E     | 2064              | 2,6   | 54                              | 50                 | 0,64           |

### 3. Penurunan mutu aspal dengan alat RTFO.

**Tabel 5.**  
**Hasil pengujian mutu aspal setelah RTFO.**

| No | Aspal | Kekentalan(Poise) |       | Penetrasi<br>25C, 100g<br>,5 dt | Titik<br>lembek, C | L.o.h<br>( % ) |
|----|-------|-------------------|-------|---------------------------------|--------------------|----------------|
|    |       | 60 C              | 135 C |                                 |                    |                |
| 1  | A     | 2497              | 4,8   | 65                              | 52                 | 0,14           |
| 2  | B     | 965               | 1,6   | 81                              | 46                 | 1,1            |
| 3  | C     | 1700              | 2,3   | 57                              | 50                 | 0,6            |
| 4  | D     | 3653              | 3,2   | 31                              | 54                 | 0,57           |
| 5  | E     | 3413              | 5,2   | 47                              | 53                 | 0,71           |