

PREDIKSI UMUR RENCANA PERKERASAN DENGAN MELAKUKAN PELAPUKAN ASPAL JANGKA PENDEK DAN JANGKA PANJANG SIMULASI DI LABORATORIUM

Oleh

Tjitjik W Suroso

RINGKASAN

Umur aspal di perkerasan jalan sangat tergantung dari ketahanan aspal yang digunakan terhadap pelapukan baik selama pemanasan dan pencampuran di unit pencampur aspal dan selama masa pelayanan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca, sinar matahari dan oksidasi serta tebal lapisan aspal terhadap agregat

Pelapukan aspal selama pemanasan dan pencampuran dikategorikan pelapukan jangka pendek, sedang pelapukan aspal selama masa pelayanan disebut pelapukan jangka panjang yang erat kaitannya dengan masa pelayanan perkerasan jalan.

Tulisan ini merupakan hasil penelitian aspal dengan ketebalan contoh 3, 5, 7.5, 9, 10.5 dan 12 μ yang dilakukan pelapukan jangka pendek yang di laboratorium menggunakan alat RTFO (Rolling thin Film Oven) yang menggambarkan pelapukan / pengerasan aspal setelah aspal keluar dari Unit pencampur aspal, dan pelapukan jangka panjang dengan alat Pressure Aging Vessel (PAV) yang merupakan tes simulasi di laboratorium, untuk memprediksi umur aspal sampai mengalami pelapukan di perkerasan jalan. Dengan demikian setiap aspal yang akan digunakan untuk perkerasan jalan dengan menggunakan metoda ini dapat diprediksi umur pelayanannya (ketahanan aspal terhadap pemanasan dan oksidasi).

Dari penelitian ini untuk menentukan perkiraan umur aspal di perkerasan jalan sampai aspal mengalami pelapukan dapat diusulkan menggunakan model matematis sebagai berikut :

$$\text{Umur perkiraan aspal di perkerasan jalan} = \left[\frac{(\text{Pen Pav} - 20)}{(\text{Pen RTFO} - \text{Pen PAV})} + 1 \right] \times 5 \text{ tahun}$$

Dengan dasar umur aspal setelah pengujian pelapukan melalui alat Pressure Aging Vessel sama dengan 5 th umur aspal pada perkerasan jalan sehingga dapat ditentukan umur perkerasan pada tebal lapisan aspal terhadap agregat yang telah ditetapkan atau sebaliknya dengan umur pelayanan perkerasan jalan yang ditentukan maka tebal lapisan aspal terhadap agregat dapat dihitung.

Summary

The life of asphalt in pavements depends on asphalt resistance used against aging during heating and mixing in asphalt plant and service impacted by weather, sun shine, oxidation and asphalt layer thickness.

Asphalt aging occurs during heating and mixing is categorized as short term aging, and the second to pavement service life.

The article presents the result of short term asphalt aging laboratory research with specimen thickness of 3,5,7.5, 9,10,5 and 12 μ using RTFO (Rolling thin Film Oven) describing asphalt aging and hardening after asphalt taken out of asphalt mixing plant. For long term aging, pressure, aging vessel (PAV) was used to take simulation test. This method can be applied to predict asphalt life in pavement (asphalt resistance against heating and oxidation)

Results from research can be used to predict of asphalt life in pavement using the following mathematical model :

$$\left[\frac{(\text{Pen Pav} - 20)}{(\text{Pen RTFO} - \text{Pen PAV})} + 1 \right] \times 5 \text{ years}$$

Based on aging test using Pressure Aging Vessel, 5 years of asphalt life in pavement can determine the pavement life in given asphalt layer thickness in aggregate or asphalt layer thickness in aggregate can be calculated.

I. PENDAHULUAN.

Salah satu faktor penyebab kerusakan jalan adalah aspal sehingga umur perkerasan jalan tergantung dari ketahanan aspal yang digunakan terhadap pelapukan baik selama pemanasan dan pencampuran di unit pencampur aspal dan selama masa pelayanan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca, sinar matahari, oksidasi serta tebal lapisan aspal terhadap agregat

Pelapukan aspal selama pemanasan dan pencampuran dikategorikan pelapukan jangka pendek, sedang pelapukan aspal selama masa pelayanan disebut pelapukan jangka

panjang yang erat kaitannya dengan masa pelayanan perkerasan jalan.

Pelapukan aspal jangka pendek terjadi pada fase pemanasan dan pencampuran aspal dgn agregat di Unit pencampur aspal dimana terjadi oksidasi dan hilangnya fraksi yang mudah menguap selama pencampuran dalam kondisi panas, sedangkan pelapukan jangka panjang terjadi pada fase konstruksi dan berkembang selama masa pelayanan.

Pelapukan aspal dilakukan dengan pengujian simulasi di laboratorium, pelapukan jangka pendek dengan alat Rolling Thin Film Oven dan pelapukan jangka panjang dengan alat Pressure Aging Vessel, dengan variasi tebal lapisan (contoh) aspal.

Karena tebal lapisan aspal berhubungan erat dengan besarnya pelapukan, makin tipis tebal lapisan aspal makin besar terjadi pengerasan (pelapukan) aspal. Hasil pengujian yang diperoleh yaitu korelasi antara pelapukan jangka pendek dan jangka panjang, sehingga dengan pengujian ini dapat diprediksi umur pelapukan aspal di perkerasan jalan

Pengerasan aspal (Pelapukan aspal)

Seperti bahan organik pada umumnya, aspal pelapukan akan dioksidasi apabila kontak dengan udara. Besarnya tingkat oksidasi sangat tergantung pada temperatur, waktu dan tebalnya lapisan aspal. Pengerasan yang terjadi akibat oksidasi telah diyakini sebagai penyebab terjadinya pelapukan pada aspal.

Pengerasan (hardening) aspal pada proses pemanasan, pencampuran dengan agregat dikategorikan dalam 4 macam:

- Pengerasan akibat oksidasi pada aspal.
- Pengerasan akibat menguapnya fraksi ringan dalam aspal.
- Pengerasan akibat perubahan sifat fisik aspal.
- Pengerasan akibat masuknya fraksi oil aspal kedalam agregat.

Dari keempat kategori tersebut, pengerasan yang paling besar adalah pengerasan akibat oksidasi .

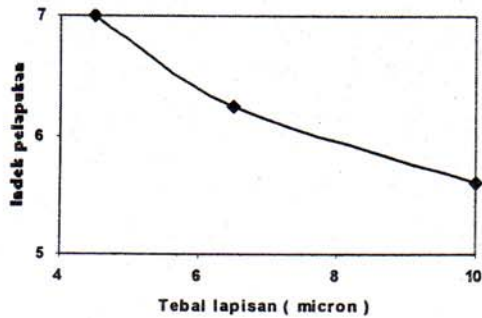
Keawetan aspal.

Keawetan aspal menunjukkan kemampuan campuran beraspal untuk menahan pengaruh buruk dari lingkungan, misalnya iklim, sinar matahari. Pengaruh ini dikaitkan dengan terjadinya oksidasi dan penguapan fraksi ringan yang berhubungan dengan pengerasan aspal.

Dengan makin kerasnya aspal akibat hilangnya fraksi minyak (oil) berakibat kurangnya keseimbangan antara fraksi padat dan fraksi minyak sehingga mengurangi kelekatan aspal terhadap agregat, perkerasan akan mudah retak atau pelepasan butir.

Literatur menyebutkan kemampuan sinar matahari menembus lapisan aspal adalah setebal 5μ akan terjadi oksidasi dan polimerisasi yang mengakibatkan aspal menjadi keras (kaku) sebagai akibat berubahnya fraksi cair dalam aspal menjadi fraksi padat. Hal ini ditandai dengan turunnya nilai penetrasi atau naiknya kekentalan aspal. Proses ini disebut pelapukan (pengerasan).

Dari hasil penelitian Shell Bitumen makin tipis tebal lapisan aspal makin tinggi angka pelapukan aspal berarti aspal makin kurang tahan terhadap pelapukan. Hubungan antara tebal lapisan aspal dan Indeks pelapukan (ketidak tahanan aspal terhadap pelapukan) seperti tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara tebal lapisan dan Indeks pelapukan aspal.

Pelapukan jangka pendek.

Pelapukan aspal jangka pendek didefinisikan sebagai pelapukan yang terjadi pada saat pemanasan dan pencampuran aspal dengan agregat di unit pencampur aspal sebagai akibat pemanasan, oksidasi, dan hilangnya bagian yang mudah menguap. Hal ini ditandai dengan turunnya sifat rheologi aspal antara lain turunnya nilai penetrasi, naiknya titik lembek atau naiknya kekentalan aspal.

Sebagai simulasi pengujian dilaboratorium dilakukan dengan alat TFOT (Thin Film Oven Test) dimana 50 gram aspal dalam cawan dilakukan pemanasan pada temperatur $160\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ dengan kecepatan putar 5 putaran per menit (ppm) dalam waktu 5 jam atau dengan alat RTFOT (Rolling Thin Film Oven) dimana contoh aspal sebanyak 35 gram dimasukkan kedalam gelas contoh, dipanaskan dengan temperatur sama dengan TFOT

namun dengan aliran gas oksigen dan waktu pemanasan 85 menit.

Setelah pengujian berakhir dilakukan pengujian sifat rheologi aspal antara lain penetrasi atau viskositas untuk mengetahui seberapa penurunan mutu/pelapukan aspal yang terjadi.



Gambar 2. Alat RTFO (Rolling Thin Film Oven)

Pelapukan jangka panjang

Pelapukan aspal jangka panjang terjadi pada perkerasan dilapangan, akibat adanya oksidasi dan polimerisasi karena pengaruh sinar matahari sehingga fraksi oil berubah menjadi fraksi padat. Hal ini akan mengakibatkan turunnya mutu aspal karena aspal makin lama makin rapuh sebagai akibat menurunnya fraksi oil, sehingga terjadi ketidak seimbangan antara fraksi padat dan fraksi oil dalam aspal. Pelapukan jangka panjang tergantung besarnya

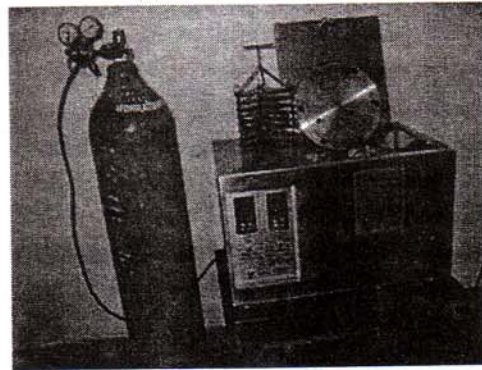
pelapukan aspal jangka pendek yang terjadi, dengan lain kata suatu aspal yang pelapukan jangka pendeknya relative kecil akan lebih tahan terhadap pelapukan jangka panjang dibandingkan aspal dengan pelapukan jangka pendek yang besar.

Proses pelapukan jangka panjang dapat disimulasikan di laboratorium dengan menggunakan alat Pressure Aging Vessel, dimana menurut AASHTO PI.35 aspal setelah melalui proses penuaan di PAV sama dengan mutu aspal setelah umur 5 tahun di lapangan, dimana aspal yang telah mengalami pelapukan jangka pendek stimulasi laboratorium (RTFO), dituangkan kedalam cawan contoh dengan ukuran diameter 14 cm, tebal cawan 1 cm kemudian disusun dirak contoh PAV.

Prosedur pelapukan jangka panjang dengan alat Pressure Aging Vessel

- Atur bejana (vessel) pada temperatur 100 °C, masukkan contoh aspal tutup bejana, hubungkan alat pengatur tekanan dengan bejana.
- Biarkan contoh dalam bejana selama 30 menit sampai terjadi keseimbangan antara contoh dengan pemegang contoh (rak contoh) pada temperatur pengujian.
- Atur tekanan dalam vessel sebesar $2,1 \pm 0,1$ M Pa selama 20 jam .
- Setelah 20 jam turunkan tekanan sampai tekanan sama dengan tekanan atmosfer.

- Buka bejana dan biarkan dingin kurang lebih selama 30 menit.
- Keluarkan contoh dari bejana, kemudian panaskan contoh dalam cawan pada temperatur 135 °C selama 30 menit untuk mengeluarkan udara yang terperangkap.
- Contoh aspal siap untuk pengujian selanjutnya antara lain penetrasi, titik lemek, viskositas dan lainnya.



Gambar 3. Alat Pressure Aging Vessel (PAV)

Jumlah contoh tiap tebal lapisan.

Untuk menentukan jumlah berat contoh aspal masing-masing tebal lapisan digunakan sebagai dasar perhitungan adalah berat contoh pada RTFO sebesar 35 gram, selama 85 menit, dengan diameter tabung 6 cm dan tinggi tabung 13,5 cm dan $\rho_{\text{aspal}} = 1,03 \text{ gr/cm}^3$

$$W = \rho \times \text{Isi}$$

$$35 \text{ gr} = 1.03 \text{ gr/cm}^3 \times 2\pi r \times \text{tinggi tabung} \times \text{tebal lapisan aspal}$$

$$35 = 1,03 \times 2 \times 3,14 \times 3 \times 13,5 \times \text{tebal/cm}$$

$$\text{Tebal} = 35 : 261,9/85 \times 60 \text{ cm}$$

jika waktu pencampuran = 30 detik,
maka tebal lapisan aspal =

$$(0,401 : 85 \times 2) \times 10000 \mu = 7,86 \mu/30 \text{ detik}$$

Sehingga tebal contoh pada pengujian Rolling Thin Film adalah tebal lapisan aspal minimum terhadap agregat = 8 μ untuk waktu pengadukan 30 detik .

Dengan cara yang sama dapat ditentukan berat contoh untuk tiap tebal lapisan aspal .

$$\text{Berat dengan tebal lapisan aspal } 3 \mu = 35 \text{ gram} \times (3\mu : 7,86\mu) = 13,359 \text{ gram}$$

$$\text{Berat dengan tebal lapisan aspal } 5 \mu = 35 \text{ gram} \times (5\mu : 7,86\mu) = 22,265 \text{ gram,}$$

Penetrasi Ratio.

Perbandingan antara penetrasi awal P_o dan penetrasi setelah pemanasan P (P_o/P), sebagai nilai perbandingan pengerasan aspal.

Viscositas ratio

Perbandingan antara viskositas setelah pemanasan V dan viskositas awal V_o (V/V_o) sebagai nilai perbandingan mengentalnya aspal atau sebagai akibat terjadinya pelapukan aspal.

Hypotesa

Dengan melakukan pengujian pelapukan aspal dengan alat RTFO dan pelapukan aspal dengan alat Pressure Aging Vessel (PAV) diharapkan akan dapat diperoleh hubungan matematis untuk memprediksi umur aspal sampai mengalami pelapukan diperkerasan jalan.

Methodologi

Penelitian ini dilakukan secara empiris di laboratorium terhadap contoh aspal pada berbagai tebal lapisan aspal yang dilakukan pelapukan jangka pendek dengan alat RTFO dan pelapukan jangka panjang dengan alat PAV. Setelah pengujian tersebut kemudian dilanjutkan dengan pengujian penetrasi, titik lembek, duktilitas dan kekentalan (viskositas) aspal, agar dapat digunakan sebagai perkiraan penentuan umur aspal sampai mengalami pelapukan di perkerasan jalan, dengan dasar setelah melalui pengujian di PAV sama dengan aspal umur 5 tahun diperkerasan jalan.

Bahan.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal pen 60 produksi dalam negeri.

Peralatan.

Peralatan yang digunakan adalah penetrometer untuk menentukan penetrasi (kekerasan) aspal, Viscometer absolut untuk menentukan kekentalan (viskositas) aspal, Rolling Thin Film Oven untuk menentukan pelapukan aspal jangka pendek, Pressure Aging Vessel untuk menentukan aspal jangka panjang stimulasi di laboratorium, cincin dan bola untuk menentukan titik lembek aspal dan duktilitas aspal untuk menentukan elastisitas aspal.

Metoda pengujian,

- Penetrasi SNI 06-2456-1991
- Titik lembek SNI 06-2434-1991
- Daktilitas SNI 06-2432-1991
- Viskositas absolut SNI 06-6440-2000
- Viskositas Saybolt Furol SNI 06-6722-2000
- RTFO Pd-M-06-1999- 03
- Pressure Aging Vessel Pd-T- 01-1999- 03

Hasil

1) Aspal pen 60

Hasil aspal pen 60 yang digunakan untuk penelitian memenuhi persyaratan yang ditentukan seperti pada tabel 1.

Tabel 1
Hasil pengujian aspal pen 60

NO	Jenis Uji	Satuan	Hasil
1	Penetrasi, 25 °C, 100gr	0,1 mm	62
2	Titik lembek	°C	51
3	Viskositas, 60 °C	Poise	1997
4	Viskositas ,135°C	cST	570
5	Duktilitas , 25 °C	cm	>140
6	RTFOT	%	0,006
	- penetrasi setelah RTFOT	% asli	85
	- Viscositas 60 °C	Poise	3956
	- Viskositas ,135°C	c ST	740
	- Duktilitas	cm	> 140
7	Titik nyala	°C	305

Contoh Aspal pen 60 tersebut memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya.

Tabel 2
Hasil pengujian mutu aspal setelah pelapukan jangka pendek

Tebal	Penetrasi	Pen ratio	Titik lembek. (° C)	Penetrasi .Indek	LOH (%)	Duktilitas (cm)	Visko Sitas 60°C (Poise)	AI
-	Pen awal= 62	-	51	- 0,47	0,065	> 140	3981	1,17
3 μ	35,3	1,73	58	- 0,38	0,180	> 140	6450,0	1,69
5 μ	41	1,49	56,5	-0,38	0,112	> 140	5919,3	1,48
7,5 μ	45,7	1,34	56	- 0,26	0,156	> 140	4641,0	1,16
9 μ	46,7	1,31	55,5	- 0,33	0,124	> 140	4462,0	1,12
10,5	47	1,30	54,6	- 0,52	0,103	> 140	4180,0	1,06
12μ	50	1,22	54	- 0,53	0,098	> 140	4142,0	1,04

II. Pelapukan jangka pendek

Hasil pengujian pelapukan aspal jangka pendek variasi tebal lapisan aspal stimulasi dilaboratorium dilakukan dengan alat RTFO tertera pada tabel 2.

III. Pelapukan jangka panjang

Hasil pengujian pelapukan aspal variasi tebal lapisan aspal jangka panjang stimulasi dilaboratorium dilakukan dengan alat Pressure Aging Vessel tertera pada table 3.

Tabel 3

Hasil pengujian mutu aspal setelah pelapukan jangka panjang

Tebal	Pen	Pen ratio	Titik lembek	Penetrasi. Index	Visk 60°C(P)	AI
3 μ	25	3,05	67,8	0,876	24.219	6,08
5 μ	26	2,77	65,3	0,54	22.225,2	5,58
7,5 μ	27	2,57	65,4	0,633	17.426,5	4,38
9 μ	30	2,08	64,9	0,765	16.754,4	4,21
10,5	34	2,01	64,1	0,893	15.050,5	3,78
12μ	34,5	1,95	63,6	0,832	14.913,6	3,75

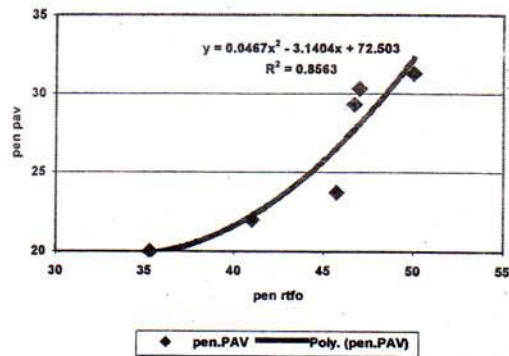
Pembahasan.

3.1. Penurunan penetrasi pelapukan jangka pendek dan jangka panjang

Dari hasil pengujian penetrasi aspal pada proses pelapukan jangka pendek dengan alat RTFO (pen rtfo) dan penetrasi setelah proses pelapukan jangka panjang (pen pav), hubungan (korelasi) nya kurang erat hal ini ditandai dengan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0,8563$ berarti ada faktor

lain yang mempengaruhi hubungan tersebut sebesar 14,437 %.

Hubungan penetrasi aspal setelah pelapukan jangka panjang (pen pav) dan pelapukan jangka pendek (pen rtfo) seperti ditunjukkan pada gambar 5.



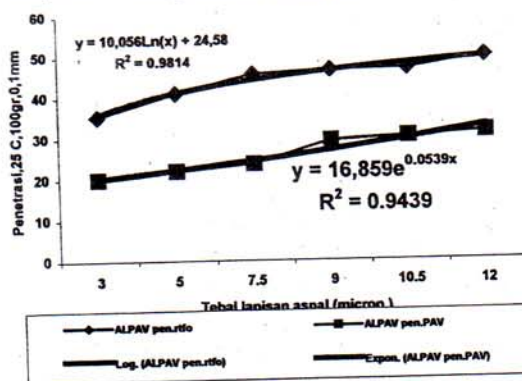
Gambar 5. Pen Pav Vs Pen RTFO

Dengan adanya faktor lain yang mempengaruhi korelasi/hubungan antara penetrasi aspal jangka pendek dan penetrasi jangka panjang maka perlu dicari korelasi masing masing pelapukan aspal baik pelapukan jangka pendek maupun pelapukan jangka panjang terhadap tebal lapisan aspal.

Hubungan penetrasi dengan tebal lapisan aspal terhadap pelapukan jangka pendek dan tebal lapisan aspal dengan pelapukan jangka panjang.

Pada proses pelapukan jangka pendek ada hubungan erat antara tebal lapisan aspal dengan penetrasi berarti tebal lapisan aspal sangat berpengaruh

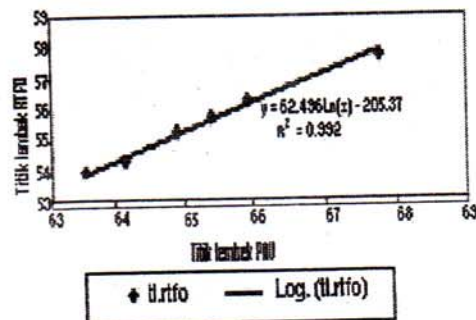
terhadap pelapukan aspal, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi $R^2=0.9595$ (signifikan) berarti tingkat kesalahan hanya 4,05% demikian juga antara penetrasi setelah proses pelapukan jangka panjang dengan tebal lapisan aspal yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi $R^2=0.95$. Dengan demikian baik pelapukan jangka pendek maupun pelapukan jangka panjang sangat ditentukan oleh tebal lapisan aspal, hal ini diakibatkan pada tebal lapisan yang lebih tipis pengaruh panas atau oksidasi dapat lebih besar mempengaruhi pengerasan atau pelapukan aspal karena panas atau oksidasi dapat menembus pada lapisan aspal setebal 5 micron. Pengerasan aspal atau pelapukan aspal akan mempengaruhi umur perkerasan jalan makin besar pelapukan aspal maka perkerasan jalan akan mempunyai umur pelayanan makin kecil. Pengerasan aspal atau pelapukan aspal baik yang melalui pengujian dengan alat RTFO dan alat PAV seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 6 Penetrasi Vs Tebal lapisan aspal

3.2 Korelasi titik lembek aspal setelah proses pelapukan jangka pendek dan pelapukan jangka panjang stimulasi di laboratorium

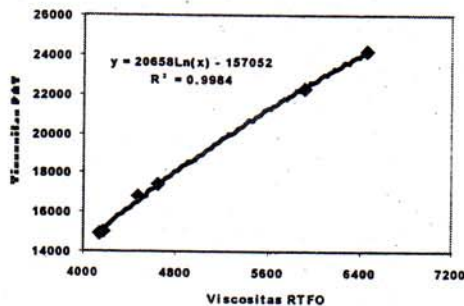
Korelasi titik lembek aspal setelah pelapukan jangka pendek dengan alat RTFO dengan titik lembek aspal setelah proses pelapukan jangka panjang dengan alat pav, ada hubungan erat (significant) hal ini ditunjukkan dengan besarnya koefisien korelasi=0,992 berarti tingkat kesalahan hanya 0,8%. Hal ini berarti setiap kenaikan titik lembek setelah pelapukan jangka panjang, maka diperoleh titik lembek setelah pelapukan jangka pendek sebesar 0,992



Gambar 7 Titik lembek setelah RTFO dan Titik lembek setelah PAV

3.3. Korelasi Kekentalan aspal setelah proses pelapukan jangka pendek dan njangka panjang.

Kekentalan aspal setelah proses pelapukan jangka pendek ada korelasi dengan kekentalan aspal setelah proses pelapukan jangka panjang, korelasi tersebut dinyatakan dengan persamaan $Y = 20.658 \ln(x) - 157.052$ hal ini ditunjukkan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.9984$, sehingga tingkat kesalahan hanya 0,16% faktor lain yang mempengaruhi hubungan tersebut. Dengan demikian apabila kekentalan aspal setelah melalui proses pelapukan jangka pendek (setelah pengujian dengan alat RTFO), dengan persamaan ini dapat ditentukan kekentalan aspal setelah pengujian pelapukan dengan alat PAV. Hal ini dengan cara sama dapat pula dilakukan untuk contoh aspal lainnya.



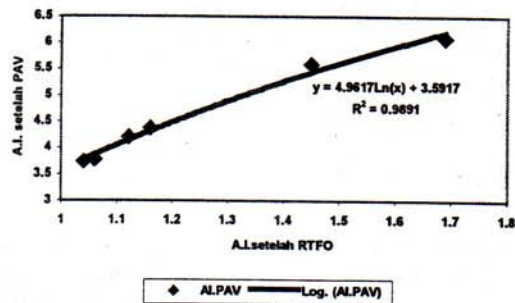
Gambar 8. Viskositas aspal setelah RTFO Vs Viskositas aspal setelah PAV

3.4. Indeks pelapukan jangka pendek dan indeks pelapukan jangka panjang.

Indeks pelapukan aspal yang dinyatakan dengan viskositas ratio antara viskositas aspal setelah proses pelapukan jangka

pendek dan pelapukan jangka panjang ada korelasi (hubungan erat) antara kedua proses tersebut yang dinyatakan dengan persamaan $y = 4,9617 \ln(x) + 3,592$ dan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.9891$ dengan demikian tingkat kesalahan hanya 1,09% yang merupakan faktor lain yang mempengaruhi hubungan (korelasi) antara Indeks pelapukan aspal jangka pendek dan Indeks pelapukan jangka panjang, hal ini sebagai konsekuensi dari hasil kekentalan setelah pengujian pelapukan jangka pendek dan kekentalan setelah pengujian pelapukan jangka panjang hubungannya erat atau ada korelasi antara viskositas setelah pelapukan jangka pendek dan kekentalan setelah pelapukan jangka panjang. Dengan demikian hanya dengan menggunakan salah satu alat indeks pelapukan jangka panjang atau indeks pelapukan jangka pendek, dapat ditentukan pelapukan aspal dapat ditentukan.

Hubungan antara Indeks pelapukan setelah pelapukan jangka pendek dan Indeks pelapukan jangka panjang seperti tertera pada gambar 6 .



Gambar 9. Indeks pelapukan setelah RTFO Vs Indeks pelapukan setelah PAV

Atas dasar hasil tersebut dibuat rating sifat rheologi aspal yang paling mempunyai korelasi antara pelapukan jangka pendek dengan RTFO dan pelapukan jangka panjang dengan alat PAV, seperti pada tabel 4.

Tabel 4

Rating hasil pengujian setelah proses pelapukan jangka pendek dan jangka panjang.

Hubungan antara	Persamaan regresi	Koefisien korelasi	Rating
Pen vs tebal lapisan	* $Y_{rtfo} = 10,06 \ln(x) + 24,58$ * $Y_{pav} = 16,859 e^{0,0039x}$	$R^2_{rtfo} = 0,9814$ $R^2_{pav} = 0,9439$	I 2
- Pen PAV Vs pen RTFO	$Y_1 = 0,046 x^2 - 3,14 x + 72,5$	$R^2 = 0,856$	III
- T.lembek PAV Vs T.lembek RTFO	$Y_2 = 62,50 \ln(x) - 205,37$	$R^2 = 0,992$	II
- Aging Indek	$Y_3 = 4,962 \ln(x) + 3,592$	$R^2 = 0,989$	II
- Visk PAV Vs Visk RTFO	$Y_4 = 20658 \ln(x) + 157052$	$R^2 = 0,9984$	I

Keterangan :

Pen = Penetrasi aspal

R^2_{pav} = Koefisien korelasi persamaan antara penetrasi terhadap tebal lapisan film aspal dengan alat Pressure Aging Vessel

R^2_{rtfo} = Koefisien korelasi persamaan antara penetrasi terhadap tebal lapisan film aspal dengan alat Roll Thin Film Oven

Pen PAV = Penetrasi aspal setelah pelapukan dengan alat Pressure Aging Vessel.

Pen RTFO = Penetrasi aspal setelah pelapukan dengan Roll Thin Film Oven

Titik lembek PAV = Titik lembek aspal setelah pelapukan dengan alat Pressure Aging Vessel.

Titik lembek RTFO = Titik lembek aspal setelah pelapukan dengan alat Roll Thin Film Oven.

Visk PAV = Viskositas aspal setelah pelapukan dengan alat Pressure Aging Vessel.

Visk RTFO = Viskositas aspal setelah pelapukan dengan alat Roll Thin Film Oven.

Y_1 = Persamaan garis regresi antara Penetrasi aspal setelah pelapukan dengan alat RTFO dan dengan alat Pressure aging Vessel.

Y_2 = Persamaan garis regresi antara Titik lembek aspal setelah pelapukan dengan alat RTFO dan dengan alat Pressure aging Vessel.

Y_3 = Persamaan garis regresi antara Aging Indek aspal setelah pelapukan dengan alat RTFO dan dengan alat Pressure aging Vessel.

Y_4 = Persamaan garis regresi antara viskositas aspal setelah pelapukan dengan alat RTFO dan dengan alat Pressure aging Vessel.

Y_{rtfo} = Persamaan garis regresi antara aspal dengan variasi tebal lapisan contoh aspal setelah pelapukan dengan alat RTFO.

Y_{pav} = Persamaan garis regresi antara aspal dengan variasi tebal lapisan contoh aspal setelah pelapukan dengan alat Pressure Aging Vessel(PAV)

Rating dengan nilai paling kecil menunjukkan mutu yang paling baik.

Dengan demikian nilai mulai dari 1, 2, 3 dan seterusnya, menunjukkan baik, sedang dan kurang baik dan terjelek.

Dari rating tersebut dapat terlihat bahwa hubungan paling dekat adalah hubungan viskositas setelah proses pelapukan aspal dengan alat RTFO dan setelah proses pelapukan dengan alat PAV karena memiliki koefisien korelasi yang paling tinggi, disusul data Indeks pelapukan.

Namun untuk variasi tebal lapisan aspal nilai penetrasi aspal setelah pelapukan jangka pendek dengan alat RTFO maupun pelapukan jangka panjang dengan alat PAV korelasinya signifikan, sehingga hasil penetrasi aspal dengan tebal tertentu dengan kedua alat tersebut dapat ditentukan. Dengan demikian dapat dihitung pelapukan aspal setelah aspal kira kira berumur 5 tahun dengan melakukan pengujian kekentalan setelah RTFO pada tiap ketebalan lapisan aspal, atau dengan pengujian penetrasi dengan menentukan persamaan antara tebal lapisan aspal baik dari hasil setelah pelapukan jangka pendek maupun pelapukan jangka panjang.

Prediksi umur aspal mencapai pelapukan.

Dengan dasar aspal mengalami pelapukan setelah penetrasi aspal mencapai nilai 20 *6 maka umur pelapukan aspal pada ketebalan

tertentu dapat diprediksi dengan dasar perhitungan sebagai berikut:

- Mutu aspal setelah melalui pengujian PAV dikatakan sama dengan umur aspal 5 tahun diperkerasan.
- Aspal telah lapuk apabila Pen aspal diperkerasan = 20

Contoh I:

Perkirakan umur aspal dengan ketebalan lapisan 8 μ

- ♦ Penetrasi aspal setelah mengalami pelapukan dengan alat RTFO pada ketebalan lapisan aspal 8 μ dapat ditentukan dengan menggunakan rumus pada tabel 4 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{pen rtfo} \text{ ---- } y &= 10,056 \ln(x) + 24,58 \\ &\text{dengan } R^2 = 0,9814 \\ &= 10,056 \ln(8) + 24,58 \\ &= 45,41 \times 100/98,14 \\ &= 46,27 \\ &= \text{pen aspal setelah pemanasan} \\ &\quad \text{dan pencampuran di AMP} \end{aligned}$$

- ♦ Demikian juga penetrasi aspal yang mengalami pelapukan dengan alat PAV pada ketebalan lapisan aspal 8 μ dapat ditentukan dengan menggunakan rumus pada tabel 4 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Pen.Pav} \text{ --- } y &= 16,85 e^{0,0539 \times x} \text{ dengan} \\ &R^2 = 0,9814 \\ &= 16,85 e^{0,0539 \times 8} \\ &= 25,93 \times 100/98,14 \\ &= 26,47 \\ &= \text{Pen,aspal setelah 5 tahun} \\ &\quad \text{di perkerasan} \end{aligned}$$

Dengan pendekatan (sesuai AASHTO Task Force No.31) bahwa mutu aspal setelah mengalami pelapukan dengan alat PAV, sama dengan 5 tahun umur aspal di perkerasan jalan dan setelah mengalami pelapukan (pemanasan dan oksidasi di AMP) sama dengan aspal setelah mengalami pelapukan dengan alat RTFO, maka perubahan (penurunan/ pengerasaan) penetrasi aspal setelah pencampuran di AMP (RTFO) dan umur 5 tahun diperkerasan (dari uji dengan alat PAV) per tahun adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Pen RTFO} - \text{Pen PAV})/5 \\
 &= 46,27 - 26,47 = 19,8/5^{\text{th}} \\
 &= 3,96/\text{tahun} \text{ (penurunan nilai penetrasi aspal di perkerasan jalan, per tahun)}
 \end{aligned}$$

sehingga untuk mencapai katagori aspal telah lapuk, yaitu pen aspal = 20^{*6} (Prof Yeamen; Asphalt Management Hand Book) dicapai pada umur aspal di perkerasan,

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Pen Pav} - 20) \times 5 \text{ tahun} + 5 \text{ tahun}}{(\text{Pen RTFO} - \text{Pen PAV})} \\
 &= \frac{(26,47-20)}{3,96} \text{ tahun} + 5 \text{ tahun} \\
 &= 7 \text{ tahun untuk tebal lapisan aspal } 8\mu
 \end{aligned}$$

Contoh II,

Berapa kira-kira tebal lapisan aspal apabila aspal diharapkan dapat berumur (mengalami pelapukan) sampai 7,5 tahun.

Tebal aspal agar dapat berumur 7,5 tahun = $7,5/ 6,64 \times 8 \mu = 9 \mu$

Dari contoh perhitungan tersebut dapat diusulkan model matematis untuk memprediksi umur aspal sampai mengalami pelapukan pada ketebalan lapisan aspal terhadap agregat, atau menentukan ketebalan aspal untuk umur rencana yang diinginkan, dengan cara menguji mutu aspal setelah proses pelapukan dengan alat RTFO dan mutu aspal setelah mengalami pelapukan dengan alat Pressure Aging Vessel.

Model Matematis perkiraan umur aspal (UP aspal) pada perkerasan jalan sampai terjadi pelapukan:

$$\begin{aligned}
 \text{Umur Perkiraan aspal diperkerasan jalan} \\
 &= \frac{(\text{Pen Pav} - 20) \times 5 \text{ tahun} + 5 \text{ tahun}}{(\text{Pen RTFO} - \text{Pen PAV})}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{\{ \text{Pen Pav} - 20 + 1 \} \times 5 \text{ tahun}}{\text{Pen RTFO} - \text{Pen Pav}}$$

IV. KESIMPULAN

Dari pembahasan tersebut diatas dengan melakukan pengujian pelapukan jangka pendek dan jangka panjang dengan ketebalan lapisan aspal dilaboratorium, dengan methoda ini setiap contoh aspal yang akan digunakan pada pelaksanaan pekerjaan peningkatan atau pembangunan jalan dapat diprediksi umur perkerasan aspal sampai aspal lapuk, atau dengan cara lain dengan pengujian pelapukan aspal jangka pendek dan jangka panjang stimulasi di laboratorium dapat ditentukan tebal minimum

untuk mencapai umur yang diharapkan. Dengan demikian dengan melakukan pengujian pelapukan jangka pendek maupun pelapukan jangka panjang serta perhitungan dengan model matematis tersebut diatas sudah dapat diprediksi atau diantisipasi umur perkerasan jalan jika penggunaan aspal tertentu

Daftar Pustaka.

1. A.Kumar and W.H.Goetz, "Asphalt hardening as Affected by Film Thickness, Void and Permeability in Asphaltic Mixtures" Proceeding, AAPT, Vol 46, 1997
2. Mr.Yeaman, (1992) "Asphalt Management Hand Book"
3. SHRP # 1025 "Standard Practice for Short term Aging of Asphalt Concrete Mixture", 1992.
4. SHRP # 1030 "Standard Practice for long term Aging of Asphalt Concrete Mixtures", 1992.
5. The Shell Bitumen Hand Books, UK July 1999, p. 99 – 133
6. Tjitjik WS (2001) "Pengaruh tebal lapisan aspal, temperatur dan lamanya pemanasan terhadap pelapukan dan keawetan aspal: Bandung, Jurnal Litbang Jalan, hal 53 – 60
7. W.H.Campen, J.R.Smith, L.G.Erickson and L.R.Mertz," The Relationships Between Void, Surface area, Film Thickness and Stability in Bituminous Paving Mixtures", Proceedings, AAPT, Vol.28, 1959

Penulis :

Tjitjik W Suroso, Ahli Peneliti Madya, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.