

HUBUNGAN ANTARA INDEKS DURABILITAS DENGAN DURABILITAS ASPAL

Oleh :

Madi Hermadi, M. Sjahdanulirwan

RINGKASAN

Tingkat keawetan aspal perlu diketahui sedini mungkin atau sebelum aspal tersebut diputuskan digunakan untuk bahan perkerasan. Secara prinsip, keawetan aspal dapat dilihat dari segi komposisi kimia. Aspal yang memiliki banyak senyawa reaktif akan kurang awet dibanding aspal yang memiliki banyak senyawa tidak reaktif. Untuk mengukur keawetan ini dibuat suatu perbandingan antara jumlah senyawa yang reaktif dengan jumlah senyawa yang tidak reaktif atau yang disebut indeks durabilitas. Dilain pihak, seiring dengan berkembangnya SUPERPAVE, kini berkembang pula pengujian TFOT dan PAV untuk mensimulasi kondisi aspal pada perkerasan.

Dengan pengujian ini durabilitas aspal dapat diprediksi. Pada tulisan ini disampaikan korelasi antara indeks durabilitas aspal berdasarkan perbandingan komposisi kimia dengan durabilitas aspal hasil pengondisian dengan TFOT dan PAV. Hasil dari penelitian ini ternyata hubungan antara indeks durabilitas aspal berdasarkan komposisi kimia dengan durabilitas aspal berdasarkan pengondisian dengan TFOT dan PAV umumnya tidak berarti. Oleh karena itu memprediksikan keawetan aspal sebaiknya berdasarkan simulasi pengondisian di laboratorium sebagaimana rekomendasi SHRP.

SUMMARY

Asphalt durability level has to be known early or before the asphalt is decided to be used for pavement. In principle, asphalt durability level can be known base on chemical composition. The asphalt that has more reactive component has lower durability level than the asphalt that has more unreactive component. To know asphalt durability level, the reactive component compare with the unreactive component and it is called durability index. On the other hand, SUPERPAVE has developed TFOT (Thin Film Oven Testing) and PAV (Pressure Agging Vessel) testing to simulate field condition of asphalt in pavement.

By this test, asphalt durability can be predicted. This paper explains the relation of asphalt durability index base on asphalt chemical composition with asphalt durability base on TFOT and PAV testing. The results, there isn't correlation between asphalt durability index with asphalt durability based on TOFT and PAV. Because of that, to predict durability of asphalt, it is better if use conditioning by TFOT and PAV as SHRP recommendation.

I. PENDAHULUAN

Agar perkerasan beraspal cukup awet, salah satu syaratnya adalah perkerasan harus dibuat dari bahan yang awet. Aspal sebagai salah satu bahan dari perkerasan beraspal tentu harus awet pula. Namun dilain pihak, keawetan aspal ini sangat bervariasi dan tidak sedikit yang memiliki keawetan yang tidak sesuai dengan yang dikehendaki. Oleh karena itu, sedini mungkin, atau sebelum aspal tersebut diputuskan untuk digunakan pada perkerasan, keawetan aspal harus dapat diketahui.

Secara prinsip, keawetan aspal dapat diketahui dengan melihat komposisi kimianya. Aspal yang memiliki komposisi kimia banyak mengandung senyawa yang reaktif terhadap lingkungan, misalnya mudah teroksidasi, tentu akan kurang awet dibanding aspal yang memiliki komposisi kimia banyak mengandung senyawa yang stabil. Dengan demikian, untuk melihat sampai sejauhmana keawetan suatu aspal dapat dilihat dari seberapa besar perbandingan antara jumlah senyawa yang reaktif dengan jumlah senyawa yang stabil. Perbandingan tersebut dikenal dengan indeks durabilitas aspal.

Seiring dengan perkembangan teknologi, *Superpave* menggunakan cara lain untuk menguji sampai sejauhmana aspal yang akan

digunakan memiliki keawetan yang memadai. Cara tersebut yaitu dengan melakukan pengujian TFOT (*Thin Film Oven Test*) dan PAV (*Pressure Aging Vessel*).

Pengujian ini pada prinsipnya mengkondisikan aspal pada simulasi kondisi penuaan di lapangan yang dipercepat. Hasil dari pengkondisian ini kemudian dikorelasikan dengan penuaan aspal di lapangan. Sehingga dengan demikian, maka pengujian ini dapat juga dikatakan sebagai pengujian keawetan aspal berdasarkan pendekatan mekanis dan empiris.

Karena baik indeks durabilitas aspal maupun pengujian TFOT dan PAV sama-sama dimaksudkan untuk melihat sampai sejauhmana keawetan aspal, maka untuk turut mengembangkan pemahaman terhadap aspal, pada tulisan ini disajikan hasil penelitian mengenai sampai sejauh hubungan antara indeks durabilitas aspal berdasarkan perbandingan komposisi kimia dengan durabilitas aspal hasil pengkondisian dengan TFOT dan PAV.

II. METODA PENELITIAN

Pada penelitian ini telah diuji indeks durabilitas berdasarkan komposisi dan juga perubahan sifat fisik aspal akibat pengkondisian dengan TFOT dan PAV. Contoh yang diuji adalah 18 contoh aspal dari berbagai perusahaan dan berbagai merek yang

terdiri dari aspal aspal pen 40/50 lima contoh, aspal pen 60/70 tujuh contoh dan aspal pen 80/100 enam contoh.

2.1 Pengujian Komposisi Kimia dan Indeks Durabilitas Aspal

Pengujian komposisi kimia aspal dilakukan berdasarkan metoda Rostler-Sternberg. Berdasarkan metoda ini, aspal yang terdiri dari beribu-ribu jenis senyawa hidrokarbon, diuji berdasarkan kelarutannya dalam n-pentan dan kereaktifannya terhadap oksidator asam sulfat (H_2SO_4) pekat. Dengan demikian maka diperoleh persen fraksi-fraksi aspal sebagai berikut :

- 1) Aspalten (A) yaitu fraksi aspal yang tidak larut dalam n-pentan.
- 2) Senyawa nitrogen (N) yaitu fraksi aspal yang larut dalam n-pentan tapi bereaksi dan menjadi tidak larut dalam n-pentan setelah ditambah larutan H_2SO_4 85%.
- 3) Acidafin-1 (A_1) yaitu fraksi aspal yang larut dalam n-pentan, tidak bereaksi dengan larutan H_2SO_4 85%, tapi bereaksi dan menjadi tidak larut dalam n-pentan setelah ditambah larutan H_2SO_4 pekat.
- 4) Acidafin-2 (A_2) yaitu fraksi aspal yang larut dalam n-pentan, tidak bereaksi dengan larutan H_2SO_4 85%, tidak bereaksi dengan H_2SO_4 pekat, tetapi bereaksi dan menjadi tidak larut dalam n-pentan setelah ditambah larutan $H_2SO_4 + SO_3$ (fuming).

- 5) Parafin (P) yaitu fraksi aspal yang larut dalam n-pentan, tidak bereaksi dengan larutan H_2SO_4 85%, tidak bereaksi dengan H_2SO_4 pekat, dan juga tidak bereaksi dengan larutan $H_2SO_4 + SO_3$ (fuming).

Berdasarkan persen dari masing-masing fraksi aspal di atas, Rostler membuat formula indeks durabilitas aspal yang disebut *Rostler Durability Ratio (RDR)* dengan formula sebagai berikut (Bell, 1989):

$$RDR = \frac{N + A_1}{A_2 + P}$$

Selain Rostler, Gotolski juga membuat formula indeks durabilitas aspal yang disebut dengan *Gotolski Ratio (GR)* dengan formula sebagai berikut (Bell, 1989):

$$GR = \frac{N + A_1 + A_2}{A + P}$$

2.2 Durabilitas Aspal dengan Pengujian TFOT

Pengujian *Thin Film Oven Test (TFOT)* dilakukan dengan cara memasukkan aspal kedalam piring tertentu hingga membentuk lapisan tipis. Kemudian piring berisi aspal tersebut diletakan diatas tempat yang berputar horizontal dalam oven 163 °C selama lima jam. Pengujian TFOT ini dimaksudkan sebagai simulasi

kondisi aspal dalam campuran beraspal dari mulai pencampuran di AMP (Asphalt Mixing Plant) hingga selesai penghamparan di lapangan. Dengan pengujian TFOT ini maka dapat diprediksikan durabilitas aspal dengan cara membandingkan sifat fisik (penetrasi dan titik lembek) aspal antara sebelum dengan sesudah pengondisian.

2.3 Durabilitas Aspal dengan Pengujian PAV

Dengan pengujian PAV (*Pressure Aging Vessel*) pelapukan aspal dapat dipercepat. Menurut AASHTO PP1, penuaan aspal dengan menggunakan PAV pada temperatur 100 °C, tekanan 2,1 Pascal selama 20 jam kira-kira akan setara dengan penuaan aspal selama lima sampai sepuluh tahun masa pelayanan di lapangan yang beriklim tropis. Setelah pengondisian dengan PAV ini maka durabilitas aspal dapat diprediksikan dengan cara membandingkan sifat fisik aspal antara sebelum dengan sesudah pengondisian.

Prinsip dari pengujian PAV adalah memasukkan contoh aspal yang sudah dikondisikan pada pengujian TFOT ke dalam alat PAV dan mengkondisikannya pada temperatur dan tekanan yang dikehendaki (100 °C dan 2,1 Pascal untuk daerah tropis) selama 20 jam.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan metoda Rostler-sternberg, komposisi aspal dianalisis sehingga diketahui persen fraksi aspalten, senyawa nitrogen, acidafin-1, acidafin-2 dan parafin. Menurut Rostler dan Gotolski, komposisi aspal berkaitan dengan sifat durabilitas aspal. Oleh karena itu, untuk mengetahui sifat durabilitas aspal, Rostler dan Gotolski, masing-masing memberikan formula indeks durabilitas aspal.

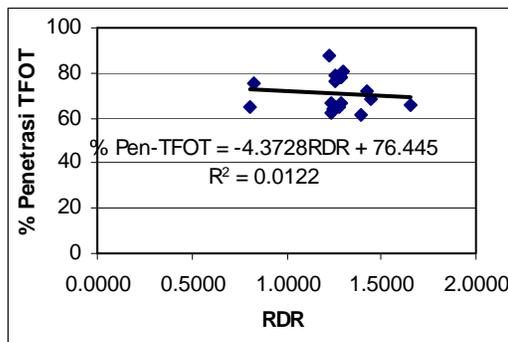
Untuk melihat sampai sejauhmana indeks durabilitas dapat menggambarkan durabilitas aspal, dikaji hubungannya dengan durabilitas aspal hasil simulasi kondisi lapangan di laboratorium dengan pengujian TFOT dan PAV. Durabilitas dalam hal ini ditunjukkan dengan persen penetrasi dan persen titik lembek setelah aspal dikondisikan dengan TFOT dan PAV terhadap nilai penetrasi dan titik lembek semula (aspal original).

Hubungan antara masing-masing indeks durabilitas tersebut dengan durabilitas aspal berdasarkan pengujian TFOT dan PAV adalah sebagai berikut.

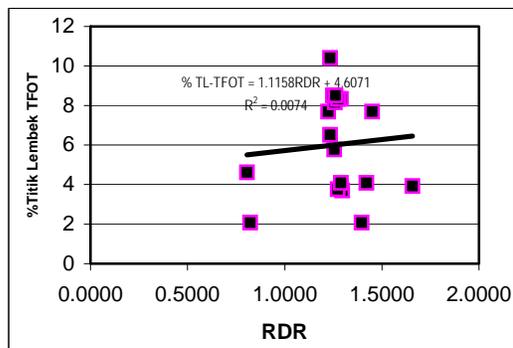
3.1 Hubungan RDR dengan Durabilitas Aspal

Untuk mengetahui sampai sejauhmana hubungan antara indeks durabilitas aspal RDR dengan durabilitas aspal berdasarkan pengujian TFOT dan

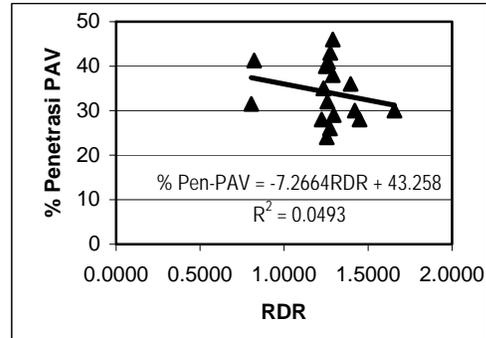
PAV, telah dilakukan analisis regresi linier. Pada analisis regresi linier ini, variabel bebas (x) adalah indeks durabilitas RDR dan variabel terikat (y) adalah durabilitas TFOT dan PAV yang ditunjukkan dengan persen perubahan penetrasi dan titik lembek sebagaimana yang tampak pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



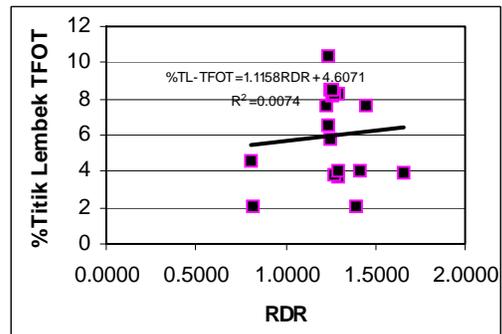
Gambar 1. Hubungan Antara RDR dengan Persen Penetrasi Setelah TFOT



Gambar 2. Hubungan Antara RDR dengan Persen Kenaikan Titik Lembek Setelah TFOT



Gambar 3. Hubungan Antara RDR dengan Persen Penetrasi Setelah PAV



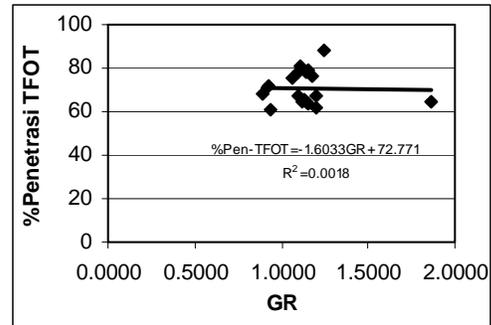
Gambar 4. Hubungan Antara RDR dengan Persen Kenaikan Titik Lembek Setelah PAV

Gambar 1 dan Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa makin besar nilai RDR maka makin kecil nilai persen penetrasi dan makin besar nilai persen kenaikan titik lembek aspal setelah TFOT. Demikian juga Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa makin besar nilai RDR aspal maka makin kecil nilai persen penetrasi dan makin besar nilai persen kenaikan titik lembek aspal setelah PAV.

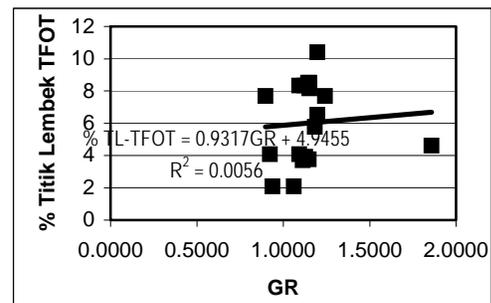
Dengan kata lain, makin besar nilai RDR maka aspal makin tidak stabil atau makin mudah berubah karena setelah TFOT atau PAV makin besar terjadi perubahan sifat fisik aspal sehingga menjadi lebih keras yang ditunjukkan dengan makin besarnya penurunan nilai penetrasi dan kenaikan titik lembek. Hal ini dapat dipahami karena makin besar nilai RDR berarti makin besar persen fraksi Senyawa Nitrogen dan Acidafin-1 (sebagai fraksi pembilang pada persamaan RDR) dalam aspal. Berdasarkan hasil pengujian komposisi senyawa kimia metoda Rostler, senyawa Nitrogen dan Acidafin-1 merupakan senyawa yang paling reaktif terhadap asam sulfat dibanding senyawa komponen aspal lainnya.

3.2 Hubungan GR dengan Durabilitas Aspal

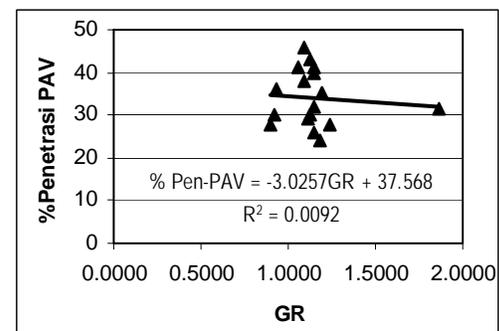
Untuk mengetahui sampai sejauh mana hubungan antara indeks durabilitas aspal RDR dengan durabilitas aspal berdasarkan pengujian TFOT dan PAV, dilakukan analisis regresi linier. Pada analisis regresi linier ini, variabel bebas adalah indeks durabilitas RDR dan variabel terikat adalah durabilitas TFOT dan PAV yang ditunjukkan dengan persen perubahan penetrasi dan titik lembek sebagaimana yang tampak pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



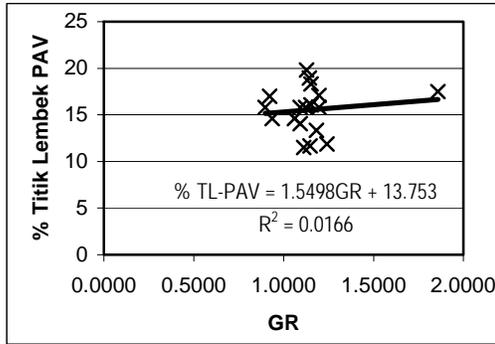
Gambar 5. Hubungan Antara GR dengan Persen Penetrasi Setelah TFOT



Gambar 6. Hubungan Antara GR dengan Persen Kenaikan Titik Lembek Setelah TFOT



Gambar 7. Hubungan Antara GR dengan Persen Penetrasi Setelah PAV



Gambar 8. Hubungan Antara RDR dengan Persen Kenaikan Titik Lembek Setelah PAV

Gambar 5 dan Gambar 6 di atas menunjukkan bahwa makin besar nilai GR maka makin kecil nilai persen penetrasi dan makin besar nilai persen kenaikan titik lembek aspal setelah TFOT. Demikian juga Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa makin besar nilai GR aspal maka makin kecil nilai persen penetrasi dan makin besar nilai persen kenaikan titik lembek aspal setelah PAV. Dengan kata lain, makin besar nilai GR maka aspal makin tidak stabil atau makin mudah berubah karena setelah TFOT atau PAV makin besar terjadi perubahan sifat fisik aspal sehingga menjadi lebih keras yang ditunjukkan dengan makin besarnya penurunan nilai penetrasi dan kenaikan titik lembek. Hal ini dapat dipahami karena makin besar nilai GR berarti makin besar persen fraksi Senyawa Nitrogen, Acidafin-1 dan Acidafin-2 (sebagai fraksi pembilang pada persamaan GR) dalam aspal. Berdasarkan hasil pengujian komposisi senyawa kimia metoda Rostler, senyawa Nitrogen, Acidafin-1 dan Acidafin-2 merupakan senyawa

yang reaktif terhadap asam sulfat dibanding senyawa komponen aspal lainnya.

3.3 Perbandingan Indeks Durabilitas RDR & GR

Meski indeks durabilitas aspal RDR dan GR masing-masing memperlihatkan adanya hubungan yang logis dengan kemudahan sifat fisik aspal untuk berubah menjadi lebih keras setelah TFOT dan PAV, namun semua hubungan tersebut secara statistik tidak erat dan tidak nyata karena memiliki nilai koefisien korelasi "R" yang rendah dan taraf nyata " α " lebih besar dari 0,05. Oleh karena itu, gambaran durabilitas yang ditunjukkan oleh RDR dan GR tersebut hanya bersifat secara umum dan tidak dapat digunakan untuk memprediksi perubahan sifat fisik aspal setelah TFOT dan PAV.

Tidak kuatnya hubungan antara RDR dan GR dengan perubahan sifat fisik aspal setelah TFOT dan PAV ini sesuai pula dengan hasil pembahasan Anderson dan Dukatz dalam tulisannya tahun 1980 (Bell, Cris A., 1989) bahwa: "Puzinauskas states that there is no substantiation of the claim that the RDR is more closely associated with temperature susceptibility of an asphalt and GR relates more closely to aging. Furthermore, he states that in his opinion the RDR and GR are associated with a variable reactivity of asphalts to sulfuric acid and nothing more.". Hal-hal lain yang juga dapat menjadi penyebab tidak kuatnya hubungan antara RDR dan GR dengan

perubahan sifat fisik aspal setelah TFOT dan PAV pada tulisan ini antara lain :

- 1) Jumlah contoh yang menjadi objek pada kajian ini sebanyak 18 belum cukup mewakili kimia karakteristik aspal yang sangat variatif karena terdiri dari ribuan jenis senyawa hidrokarbon.
- 2) Masing-masing fraksi aspal, yaitu fraksi aspalten, senyawa nitrogen, acidafin-1, acidafin-2 dan parafin, masih juga terdiri dari banyak jenis senyawa hidrokarbon sehingga pada aspal yang berbeda dapat saja sifat masing-masing fraksi tersebut berbeda pula.
- 3) Kereaktifan masing-masing fraksi tidak sama. Secara berurutan, kereaktifan fraksi-fraksi terhadap asam sulfat dari yang paling reaktif sampai tidak reaktif adalah senyawa nitrogen yang bereaksi dengan H_2SO_4 85%, acidafin-1 yang bereaksi dengan H_2SO_4 pekat, acidafin-2 yang bereaksi dengan $H_2SO_4+SO_3$, parafin dan aspalten yang tidak bereaksi dengan H_2SO_4 apapun. Dalam persamaan indeks durabilitas aspal RDR dan GR ternyata semuanya dianggap memiliki kereaktifan yang sama sehingga masing-masing fraksi tidak berbeda indeks perbandingannya.

Karena hubungan antara RDR dan GR dengan perubahan sifat fisik (pentiasi dan titik lembek) aspal setelah TFOT dan PAV tidak erat dan tidak nyata, maka untuk memprediksi durabilitas aspal atau keawetan aspal tampak

nya masih lebih logis dengan pendekatan mekanistik yaitu pengujian TFOT dan PAV.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data dan pembahasan yang disajikan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

4.2. Kesimpulan

- 1) Hubungan antara indeks durabilitas aspal RDR (*Rostler Durability Ratio*) dan GR (*Gotolsky Ratio*) dengan durabilitas aspal berdasarkan pengkondisian dengan TFOT dan PAV tidak erat dan tidak nyata. Oleh karena itu, bentuk hubungan ini hanya menunjukkan hubungan secara umum yaitu makin besar nilai RDR dan GR maka makin mudah sifat fisik aspal berubah menjadi lebih keras setelah TFOT dan PAV.
- 2) Hubungan RDR dengan TFOT dan PAV lebih baik dari hubungan GR dengan TFOT dan PAV. Dengan demikian jika menggunakan komposisi kimia, formula RDR lebih tepat untuk memprediksi keawetan aspal dari pada formula GR.
- 3) Hubungan komposisi kimia dengan PAV lebih baik dari hubungan komposisi kimia dengan TFOT. Dengan demikian jika menggunakan pengujian, pengkondisian PAV lebih tepat untuk memprediksi indeks durabilitas dari pada pengkondisian TFOT.

4) Untuk memprediksi keawetan aspal, pengkondisian dengan TFOT dan PAV sebagaimana yang direkomen-dasikan SHRP memiliki dasar yang lebih kuat dibanding RDR atau GR.

4.2. Saran

- 1) Penelitian terhadap indeks durabilitas dan durabilitas aspal dapat dilanjutkan antara lain dengan didasarkan pada perubahan komposisi kimia aspal setelah mengalami penuaan di lapangan. Dengan demikian tingkat kereaktifan masing-masing fraksi dapat diukur dan dimasukkan ke dalam persamaan indeks durabilitas RDR dan GR.
- 2) Penelitian hubungan antara indeks durabilitas dengan durabilitas aspal juga sebaiknya didasarkan pada aspal yang sudah mengalami penuaan di lapangan dan bukan hanya berdasarkan aspal hasil pengkondisian TFOT dan PAV di laboratorium saja.

DAFTAR PUSTAKA

1) AASHTO, "Standard Specificaion for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing, Part I: Specification", AASHTO, Washington, 1982.

- 2) Asphalt Institute, "Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing Superpave Series No.1 (SP-1)", Asphalt Institute, Lexington-USA, 1997.
- 3) Bell, Chris A., "Summary Report on Aging of Asphalt-Aggregate Systems", Strategic Highway Research Program National Research Council, Corvallis, 1989.
- 4) Parson, John E., "Asphalts and Road Materials Modern Technology", Noyes Data Corporation, New Jersey U.S.A, 1977.
- 5) Petersen, J.C., "Binder Characterization and Evaluation Volume 4: Test Methods", SHRP National Research Council, Washington, 1994.
- 6) Rostler, F.S., "Fractional Composition: Analytical and Functional Significance", Sherard & Associates, California, 1985.

Penulis :

- **Drs. Madi Hermadi**, Ajun Peneliti Madya Bidang Prasarana Transportasi pada Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- **DR. Ir. M. Sjahdanulirwa, MSc.**, Ahli Peneliti Madya Bidang Teknik Jalan dan Kepala Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.