

**PENGEMBANGAN MODEL ANALITIS PERHITUNGAN
TEMPERATUR PERKERASAN JALAN UNTUK PENENTUAN KELAS
KINERJA ASPAL
(DEVELOPMENT OF PAVEMENT TEMPERATURE ANALYTICAL
MODEL FOR DETERMINATION OF BITUMINOUS PERFORMANCE
GRADE)**

Sri Yeni M¹⁾, Djoko Widayat²⁾

^{1), 2)} Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

^{1), 2)} Jl. AH. Nasution 264 Bandung 40294

¹⁾ e-mail: sri_sriyeni@yahoo.com

²⁾ e-mail: djoko.widajat@pusjatan.pu.go.id

Diterima: 03 Januari 2013; disetujui: 01 April 2013

ABSTRAK

Pemilihan jenis aspal tergantung pada jenis konstruksi dan iklim wilayah suatu daerah. Konsistensi aspal sangat dipengaruhi oleh temperatur. Aspal akan keras dan rapuh pada temperatur rendah dan menjadi lunak pada temperatur tinggi, sehingga kelas dari aspal harus dipilih sesuai dengan wilayah suatu daerah. Saat ini penentuan jenis aspal tidak menggambarkan pengaruh temperatur. Metode yang dapat menggambarkan pengaruh ini adalah Performance Grade (PG). Salah satu pendekatan untuk menentukan kelas aspal ini menggunakan model perhitungan temperatur perkerasan jalan. Model ini mengandung tiga parameter yaitu area geografis, temperatur perkerasan dan temperatur udara. Dari hasil studi menunjukkan bahwa temperatur perkerasan di Pulau Jawa maksimum berkisar 55°C. Data temperatur perkerasan ini kemudian dilakukan suatu pemodelan sehingga didapatkan model perhitungan temperatur. Model hasil studi ini bila dibandingkan dengan model Asphalt Institute terjadi perbedaan 1°C dan dapat dikatakan bahwa model tersebut tidak mempunyai perbedaan yang nyata dibanding model Asphalt Institute.

Kata kunci: kelas aspal, model analitis, area geografis, temperatur perkerasan, temperatur udara

ABSTRACT

Grade of asphalt should be selected according to the construction type and regional climate. Asphalt consistency is greatly influenced by temperature. Asphalt will be hardened and brittle in low temperature, on the other hand, asphalt will be softened in high temperature so that asphalt grade should be selected according to the local condition. Unfortunately, so far the selection of asphalt grade has not considered the influence of temperature. The method which describes the temperature influence is Performance Grade (PG). One approach to determine the grade of asphalt is using the calculation of temperature models of road pavement. This model contains three parameters, namely geographical area, pavement temperature and air temperature. From the results of the study indicate that the pavement maximum temperatures is around 55°C for Java Island. Pavement temperature data is then performed to obtain a temperature calculation model. There is 1°C difference between the model of this study when compared to the model of Asphalt Institute and it can be said that the model does not have significant difference from the model of Asphalt Institute.

Keywords: asphalt grade, analytical model, geographic area, pavement temperature, air temperature

PENDAHULUAN

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kondisi jalan adalah suhu lingkungan (Madi 2008). Suhu yang tinggi menurunkan Modulus Elastisitas lapisan aspal dan mengurangi kemampuannya untuk menahan beban tarik yang terjadi akibat beban kendaraan. Desain struktur perkerasan harus mampu untuk menahan beban lalu-lintas dalam kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Dalam tahap desain, perubahan suhu harus diperhatikan dengan baik agar lapisan aspal yang terpasang bisa menahan beban lalu-lintas pada suhu aktual yang terjadi. Oleh karena itu, dalam tahap perencanaan, kondisi-kondisi yang berbeda tersebut harus diperhitungkan dan desain perkerasan harus memperhatikan perubahan elastisitas lapisan aspal dan perubahan kekuatan lapisan tanah dasar. (*Asphalt Institute* 1993)

Pemilihan jenis aspal tergantung pada jenis konstruksi dan iklim wilayah suatu daerah. Konsistensi aspal sangat dipengaruhi oleh temperatur. Aspal akan keras dan rapuh pada temperatur rendah dan menjadi lunak pada temperatur tinggi. Akibatnya, kelas dari aspal harus dipilih sesuai dengan wilayah suatu daerah.

Salah satu pendekatan untuk menentukan kelas aspal ini menggunakan Model *Asphalt Institute* (*Asphalt Institute* 1997). Model ini didapat dari data temperatur udara di daerah Cleveland, dimana daerah tersebut memiliki 4 musim (subtropis) berbeda dengan kondisi iklim di Indonesia. Model tersebut tidak bisa langsung kita pakai langsung di Indonesia dan perlu dilakukan penyesuaian kondisi model di Indonesia. Data yang digunakan untuk melakukan model ini adalah temperatur perkerasan dilapangan. Model ini mengandung tiga parameter yaitu area geografis, temperatur perkerasan dan temperatur udara.

Makalah ini menguraikan model perhitungan temperatur perkerasan jalan dengan mengembangkan model *Asphalt Institute*.

KAJIAN PUSTAKA

Pada perkerasan jalan beton aspal, baik-tidaknya kualitas aspal yang digunakan dapat mempengaruhi baik-tidaknya kualitas perkerasan tersebut (Broome 1975). Untuk mengetahui baik-tidaknya kualitas aspal, biasanya aspal harus memiliki sifat-sifat yang

memenuhi spesifikasi tertentu (*AASHTO* 2012). Pada beton aspal campuran panas, aspal yang digunakan adalah aspal keras untuk menjamin kesesuaian kualitasnya dengan yang diharapkan, harus memenuhi spesifikasi aspal keras untuk perkerasan jalan yang berlaku.

Selama ini ada tiga jenis spesifikasi aspal keras yang dapat digunakan sebagai acuan dalam mengontrol baik-tidaknya kualitas aspal keras yang akan digunakan. Ketiga spesifikasi aspal keras tersebut yaitu:

1. Spesifikasi aspal keras berdasarkan kelas penetrasi RSNI 01-2003. (Indonesia 2003)
2. Spesifikasi aspal keras berdasarkan kelas ketebalan RSNI 01-2004. (Indonesia 2004)
3. Spesifikasi aspal keras berdasarkan kelas kinerja. (*Asphalt Institute* 1997)

Perbedaan mendasar dari ketiga spesifikasi tersebut yaitu spesifikasi aspal keras kelas penetrasi dan kelas ketebalan menggunakan pendekatan empiris, sedangkan spesifikasi aspal keras kelas kinerja menggunakan pendekatan mekanis. (Madi 2008)

Spesifikasi aspal keras kelas penetrasi disusun berdasarkan pendekatan empiris. Pada spesifikasi ini, jenis aspal dibagi-bagi berdasarkan nilai penetrasinya seperti misalnya pada *AASHTO* M 226-80 (*AASHTO* 2012a) terdapat Aspal pen 40-50, Aspal pen 60-70, Aspal pen 85-100, Aspal pen 120-150 dan Aspal pen 200-300. Makin tinggi nilai penetrasi maka makin lunak aspal tersebut. Adanya beberapa jenis aspal kelas penetrasi untuk perkerasan jalan ini pada prinsipnya adalah sebagai alternatif pilihan agar jenis aspal kelas penetrasi dapat diambil yang sesuai dengan kondisi dilapangan. Namun sampai sejauh ini tidak ada petunjuk atau kriteria mengenai pemilihan jenis aspal kelas penetrasi ini, khususnya yang mengakomodir kondisi iklim di lapangan. Akibatnya dapat terjadi dua daerah dengan kondisi iklim yang relatif sama tetapi ternyata menggunakan aspal keras dengan kelas penetrasi yang berbeda. Sebagai contoh, Indonesia dan Malaysia sama-sama termasuk ke dalam daerah tropis, tetapi untuk perkerasan jalan Indonesia umumnya menggunakan aspal pen 60 sedangkan Malaysia umumnya menggunakan aspal pen 80. (Madi 2008)

Penetrasi adalah suatu besaran yang menggambarkan konsistensi aspal. Penentuan nilai penetrasi pada prinsipnya dilakukan dengan cara melepas jarum penetrasi yang tegak lurus dan berada tepat di permukaan aspal

selama lima detik sehingga jarum masuk ke dalam aspal. Jarum penetrasi yang digunakan harus memiliki ketajaman tertentu dan memiliki berat tertentu (100 gram). Sedangkan aspal yang diuji harus dikondisikan sedemikian rupa sehingga memiliki temperatur 25°C. Kedalaman masuknya jarum ke dalam aspal dalam satuan dmm (0,1 mm) inilah yang disebut nilai penetrasi aspal. Dengan demikian, makin tinggi nilai penetrasi maka makin dalam masuknya jarum penetrasi ke dalam aspal dan berarti aspal makin lunak.

Berdasarkan kekentalan (AASHTO 2012), berisi persyaratan aspal keras berdasarkan kekentalan aspal asli yang terdiri dari AC-2,5, AC-5, AC-10, AC-20 dan AC-40. Makin besar angka dibelakang kode AC, nilai kekentalan makin besar. Persyaratan tingkat kekentalan aspal setiap jenis aspal diukur pada temperatur 60°C. Berdasarkan standar tersebut untuk aspal keras yang mempunyai penetrasi 70 x 0,1 mm (AC-10), tingkat kekentalan pada temperatur 60°C adalah sebesar 1000±200 Poise. Sedangkan persyaratan tingkat kekentalan minimum pada temperatur 135°C adalah 150 cST.

Tingkat viskositas merupakan hal yang penting untuk mengetahui tingkat keenceran aspal, namun demikian informasi yang didapat adalah hanya pada perilaku *viscous* aspal pada temperatur tinggi, informasi tentang keelastikan aspal pada temperatur rendah atau sedang untuk memprediksi kinerja tidak tersedia, sedangkan penetrasi menggambarkan hanya pada temperatur sedang.

Berdasarkan spesifikasi aspal keras kelas kinerja, aspal keras diklasifikasikan

berdasarkan temperatur maksimum rata-rata dari temperatur perkerasan jalan pada kedalaman 20 mm selama tujuh hari terpanas berturut-turut dalam setahun dan temperatur minimum (terendah) permukaan perkerasan jalan dalam setahun pada perkerasan jalan di lapangan tempat aspal keras tersebut akan diaplikasikan. Sebagai contoh, pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada spesifikasi aspal keras kelas kinerja terdapat kelas "PG 64-10". Ini berarti aspal keras yang memenuhi persyaratan spesifikasi kelas "PG 64-10" dapat diaplikasikan pada lokasi perkerasan jalan yang memiliki temperatur rata-rata perkerasan jalan pada kedalaman 20 mm dari temperatur terpanas selama tujuh hari berturut-turut dalam setahun maksimum 64°C.

Temperatur rata-rata dari temperatur terpanas perkerasan jalan pada kedalaman 20 mm selama tujuh hari berturut-turut dalam setahun dan temperatur terendah permukaan perkerasan jalan dalam setahun dapat diketahui berdasarkan pengukuran terhadap perkerasan jalan yang sudah terhampar di lapangan. Alternatif lain dapat juga dihitung berdasarkan temperatur udara di lokasi perkerasan tersebut dengan menggunakan persamaan yang diberikan "Asphalt Institute SP-1 Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing". Yang dimaksud dengan temperatur udara di sini adalah sama dengan temperatur udara pada laporan cuaca harian dari meteorologi. Persamaan yang dimaksud seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1).

Tabel 1. Penentuan kelas kinerja aspal

Performance Grade	PG 46			PG 52					PG 58					PG 64					PG 70					PG 76					PG 82						
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-10	-16	-22	-28
Average 7 day maximum	<46			<52					<58					<64					<70					<76					<82						

$$T_{20mm} = (T_{air} - 0,00618 \text{ Lat}^2 + 0,2289 \text{ Lat} + 42,2) (0,9545) - 17,78 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

T_{20mm} = desain suhu perkerasan jalan pada kedalaman 20mm

T_{air} = rata-rata tujuh hari tinggi suhu udara, C

Lat = posisi geografis (*latitude*) dari project dalam derajat lintang

Pada spesifikasi aspal keras kelas kinerja terdapat beberapa persyaratan yaitu kekentalan untuk kemudahan pengerjaan, *Dynamic Shear Rheometer (DSR)* terhadap aspal original, aspal setelah *Thin Film Oven Test (TFOT)* dan aspal setelah *Pressure Aging Vessel (PAV)* untuk mencegah terjadinya deformasi permanen dan retak struktur, *Bending Beam Rheometer (BBR)* dan *Direct Tension Tester* untuk mencegah terjadinya retak pada temperatur dingin, dan titik nyala untuk keamanan dari bahaya kebakaran saat pemanasan. (AASHTO 2012 b)

HIPOTESIS

Model perhitungan perkerasan jalan menurut *Asphalt Institute* tidak berbeda nyata dengan model hasil studi.

METODOLOGI

Metodologi ini pada dasarnya merupakan penerapan dari model yang telah dikenal untuk perhitungan temperatur perkerasan menurut *superpave* dan dikembangkan sesuai dengan kondisi di Indonesia. Lokasi penelitian adalah Jawa Barat (Lembang dan Indramayu), Jawa Timur (Surabaya dan Tretes) dan Jawa Tengah (Batang dan Temanggung). Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan pada daerah yang bersuhu sedang dan bersuhu tinggi untuk masing-masing di Jabar, Jateng dan Jatim. Data yang diperlukan adalah data sekunder dan primer. Data sekunder yang dikumpulkan secara instansional adalah data rata-rata temperatur udara selama lima tahun terakhir untuk lokasi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Data ini digunakan untuk mengetahui rata-rata temperatur udara terpanas selama tujuh hari berturut-turut dalam jangka waktu lima tahun terakhir. Adapun data primer

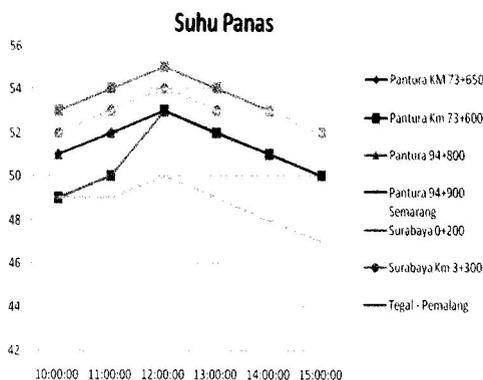
yang dikumpulkan adalah data temperatur perkerasan pada kedalaman 20 mm dan data posisi geografis lokasi penelitian tersebut. Teknik pengukuran temperatur perkerasan di lapangan dilakukan selama tujuh hari berturut-turut pada kondisi cuaca cerah dengan waktu pengamatan dari jam 10.00 s.d 15.00.

Teknik pemodelan dengan cara sebagai berikut:

1. Melakukan pemilihan temperatur perkerasan maksimum dari hasil pengukuran temperatur perkerasan untuk masing-masing lokasi.
2. Mencatat data *latitude* untuk masing masing lokasi.
3. Menentukan temperatur udara maksimum dari data BMKG selama lima tahun terakhir untuk masing masing lokasi.
4. Melakukan uji pemodelan dengan melakukan langkah – langkah sebagai berikut:
 - a. Uji Normalitas
 - b. Uji Autokorelasi
 - c. Uji Multikolinieritas
 - d. Uji Heteroskedastisitas

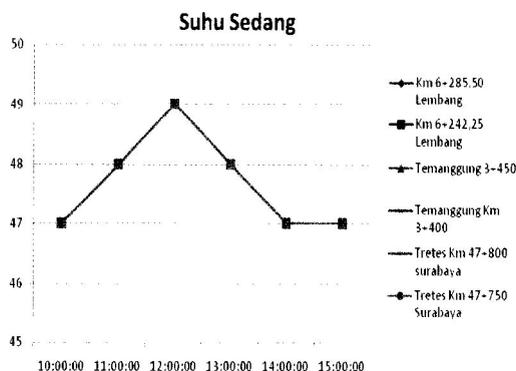
HASIL DAN ANALISIS

Gambar dibawah ini adalah data temperatur perkerasan pada kedalaman 20 mm yang merupakan hasil pengukuran di lapangan. Pengukuran di lapangan dilakukan selama tujuh hari berturut turut pada kondisi cuaca cerah. Lokasi pengukuran dilakukan pada daerah bersuhu panas dan sedang. Untuk lokasi bersuhu panas lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Temperatur perkerasan pada lokasi daerah panas di Pulau Jawa

Dari Gambar 1 terlihat bahwa dari hasil pengukuran dilapangan untuk temperatur perkerasaan pada lokasi pantura km 73+650 memiliki suhu tertinggi sebesar 55°C. Untuk lokasi bersuhu sedang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Temperatur perkerasaan pada lokasi daerah sedang di Pulau Jawa

Untuk lokasi daerah sedang cenderung temperatur perkerasaan relatif sama berkisar antara 47°C - 49°C. Dari Gambar 1 dan 2 tersebut dapat diambil suatu kesimpulan bahwa temperatur perkerasaan tertinggi untuk daerah panas adalah 55°C dan daerah sedang adalah 49°C.

PEMBAHASAN

Dari hasil data temperatur perkerasaan kemudian dilakukan pemodelan. Dengan melakukan pengujian pemodelan seperti di bawah ini:

1. Uji Normalitas berfungsi uji untuk mengukur apakah data kita memiliki distribusi normal.

Pada Uji Normalitas yang menjadi variabel pengujian adalah nilai T_{20mm} yang merupakan variabel *dependent* dan T_{air} , $Latitude$ dan $Latitude^2$ merupakan variabel *independents*. Dari hasil uji normalitas ini untuk data asumsi didapatkan $R^2 = 0,728$ kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai *skewness* dan kurtosis dengan batasan normal -2 hingga +2. Didapatkan nilai *skewness* = -0,18 dan kurtosis = -1,48 dari hasil tersebut diketahui bahwa data asumsi tidak keluar dari batasan normal (lolos uji normalitas).

2. Uji Autokorelasi digunakan untuk melihat apakah ada hubungan *linier* antara *error* serangkaian observasi yang diurutkan menurut waktu (*data time series*).

Pada uji autokorelasi ini dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai DW (Durbin Watson), dari data asumsi didapatkan nilai DW = 1,865. Pada uji autokorelasi menggunakan derajat kepercayaan 5%, sampel (n) yang dimiliki sebanyak < 200 observasi, dan variabel penjelas sebanyak 3 maka didapatkan nilai dL dan du sebesar 1,7990 dan 1,7382. Maka dapat disimpulkan bahwa model ini tidak ada autokorelasi.

3. Uji Multikolinieritas berfungsi mendapatkan hubungan linier atau korelasi yang tinggi antara masing-masing variabel independen dalam model regresi.

Pada uji multikolinieritas, untuk data asumsi ini *Variance Inflation Factor (VIF)* pada *collinearity statistics* lebih besar dari 10, maka disimpulkan bahwa model regresi ini memiliki masalah multikolinieritas. Kemudian untuk menentukan hubungan antara dua variabel bebas memiliki masalah multikolinieritas dilihat dari nilai signifikan (*2-tailed*). Dari seluruh nilai signifikan (*2-tailed*) hasil regresi ini seluruhnya lebih kecil dari 0,05 (5%) sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh variabel penjelas tidak terbebas dari masalah multikolinieritas.

4. Uji Heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan *variance* dari residual dari suatu pengamatan ke pengamatan yang lain.
- Pada uji ini, suatu variabel dikatakan mempengaruhi *absresid* bila *p - value* bernilai kurang dari 5%. Nilai t-statistik dari seluruh variabel penjelas tidak ada yang signifikan secara statistik, sehingga dapat disimpulkan bahwa model ini tidak mengalami masalah heteroskedastisitas.

Jika pengujian statistik telah dilakukan dan hasilnya sesuai, maka model didapatkan dengan menggunakan konstanta untuk masing – masing variabel dan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil analisa statistik

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-103.997	13.575	1.1	-7.661	.000
T _{air}	.727	.024	.793	30.902	.000
Lat	38.250	4.006	8.017	9.548	.000
Lat ²	-2.725	.291	-7.903	-9.380	.000

Dependent Variable: T_{20mm}

Sehingga didapatlah model studi sebagai berikut:

$$T_{20mm} = 0,727T_{air} + 38,250Lat - 2,725 Lat^2 - 103,997 \dots\dots\dots(2)$$

Untuk model *Superpave* sebagaimana telah ditunjukkan pada persamaan (1).

Dari model studi (2) dan model *Asphalt Institute* (1) dilakukan perbandingan dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan nilai T_{20mm} menurut model *Asphalt Institute* dan model hasil studi

Lokasi Survei	T _{air}	Latitude	Asphalt Institute	T _{20mm}	Perbedaan (°C)
				Model hasil Studi	
Indramayu	30.9	6.22927	53.58	52.55	1.03
Batang	30.2	6.90495	53.12	52.15	0.97
Lembang	24.9	6.47549	47.93	47.53	0.4
					0.7
Surabaya	31.3	7.15093	54.24	54.94	
Temanggung	26.6	7.33674	49.81	49.29	0.52
Tretes	24.5	7.65871	47.90	46.92	0.98

Dari Tabel 3 dapat terlihat bahwa model *Asphalt Institute* dan model hasil studi terjadi perbedaan yang sangat kecil yaitu 0,4°C - 1,03°C atau dinyatakan tidak terjadi perbedaan yang nyata. Sehingga Model studi ini dapat digunakan untuk menentukan temperatur perkerasan di Pulau Jawa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Temperatur perkerasan tertinggi untuk daerah panas adalah 55°C dan daerah sedang adalah 49°C.
2. Model perhitungan temperatur perkerasan hasil studi dapat digunakan untuk

melakukan perhitungan temperatur perkerasan di Pulau Jawa.

Saran

Perlu dilakukan pengambilan data temperatur perkerasan di luar Pulau Jawa sehingga didapat model temperatur perkerasan untuk wilayah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

American Association of State Highway and Transportation Officials. 2012a. Standard Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing, Part I A: Specification. Washington: AASHTO.

American Association of State Highway and Transportation Officials. 2012b. Standard Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing, Part I B: Specification. Washington: AASHTO.

American Association of State Highway and Transportation Officials. 2012. "Viscosity grade Asphalt Cement". AASHTO M 226-80 (2008). *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing . Part I A: Specification*. 32nd edition. Washington, DC: AASHTO.

Asphalt Institute. 1993. Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types MS-2 Asphalt Institute. Lexington.

Asphalt Institute. 1997. *Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing Superpave*. Series No.1 (SP-1). Lexington: Asphalt Institute.

Broome, D.C. 1975. *The Testing of Bituminous Mixtures*. London :Edward Arnold & CO.

Dirjen Bina Marga. 1973. Manual Aspal. Jakarta: Dirjen Bina Marga.

Hasan, M. Iqbal. 1999. *Pokok-pokok Materi Statistik I*. Jakarta: Bumi Aksara.

Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. 2003. *Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi*. RSNi S-01-2003. Jakarta: Dep. PU.

Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. 2004. *Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Kekentalan* .RSNi S-01-2004. Jakarta: Dep. PU.

Madi. 2008. Pengkajian Spesifikasi Aspal Keras Dengan Temperatur dan Karakteristik Lalu-lintas Indonesia. Bandung: Puslitbang Prasarana Transportasi.

Petersen, J.C. 1994. *Binder Characterization and Evaluation* Volume 4: Test Methods. SHRP Washington : National Research Council.