



# HASIL PENELITIAN PENGARUH PEMANASAN BERULANG TERHADAP MUTU ASPAL KERAS

Ny.S.Tjitjik Wasiah Suroso

## **RINGKASAN**

*Penggunaan aspal sebagai bahan konstruksi jalan makin lama makin meningkat, dilain pihak banyak ditemui perkerasan jalan yang telah mengalami kerusakan sebelum umur rencana dicapai.*

*Banyak faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan sebelum umur tercapai antara lain mutu aspal tidak memenuhi syarat.*

*Agar mutu perkerasan jalan yang dihasilkan sesuai yang diharap maka mutlak pengendalian mutu bahan kontruksi jalan, misal pengendalian mutu aspal.*

*Pada saat ini pengiriman aspal dari pabrik/tangki penimbunan melalui dua cara yaitu langsung dalam drum atau melalui tangki mobil. Pengiriman melalui tangki mobil disertai pemanasan karena untuk menghindari penyumbatan atau untuk memudahkan pemindahan aspal dari tangki ke AMP atau dalam drum-drum di lokasi tujuan.*

*Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemanasan berulang terhadap penurunan mutu aspal sehingga tidak memenuhi persyaratan, perlu dilakukan penelitian.*

*Dari hasil penelitian pengaruh pemanasan terhadap mutu aspal diperoleh hasil sebagai berikut :*

- 1. Pada pemanasan 150° - 160° C secara terbuka/dengan adanya oksidasi O<sub>2</sub>, maka hanya dapat dilakukan 2 kali, a. 3 jam, sifat fisik dan kimianya tidak menunjukkan penurunan mutu.*
- 2. Pada pemanasan 150° - 160° C secara tertutup/tanpa adanya oksidasi maka pemanasan hanya diijinkan sampai 4 x 3 jam, mutu aspal pada batas minimum.*
- 3. Pada pemanasan 95° C secara tertutup/tanpa adanya oksidasi secara berulang tidak terjadi perubahan mutu aspal.*

## **SUMMARY**

*The use of asphalt as road materials construction has increased on the other hand there was a damage before the time. To make the road pavement proper with the plan it is absolutely urgent to bridle the road materials quality, for instance asphalt quality bridle.*

*Nowadays the asphalt delivery from the factory/embankment tank could be in two ways those are direct from the container or via car tank. The car tank delivery must be heat because to avoid stop up or to make the asphalt delivery easier from the container to AMP in container at the location.*

*To know the heat effect in container embankment or on the way transportation, the writer has made of research.*

*From the high heat effect we obtain the data :*

- 1. The 150° - 160° C heat openly with oxydation O<sub>2</sub>, we can do only twice, 3 hours physically and chemically do not make the quality decrease.*
- 2. The 150° - 160° C heat close/without any oxydation, so the heat can be done until 4 x 3 hours the quality of asphalt in minimum limit.*
- 3. The 95° C heat close/without oxydation repeatedly the quality of asphalt is never change.*

## I. PENDAHULUAN

Sering terjadi kerusakan pada jalan terutama untuk pekerjaan perkerasan penetrasi dan hotmix, salah satu disebabkan oleh pemanasan yang berlebihan atau berulang.

Terjadinya atau kehilangan dari fase cair pada aspal menyebabkan terjadinya penurunan dari angka penetrasi yang berakibat menurunnya kelekatan aspal terhadap agregat. Pemanasan diperlukan untuk mendapatkan harga viskositas yang rendah supaya permukaan batuan dapat terselimuti.

Terjadinya kerusakan karena sifat reaktif daripada aspal oleh kenaikan suhu yang berulang, ini dapat terlihat daripada parameter pada test akhir.

Parameter yang diijinkan berkisar antara 0,4 - 1,2. Dalam percobaan ini diadakan penelitian terhadap pengaruh dari pemanasan berulang pada aspal.

Dilihat juga pengaruh sifat fisik, kimia dan campurannya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Aspal menurut terbuatnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu aspal alam dan aspal buatan. Aspal buatan atau disebut aspal minyak yaitu aspal yang dibuat dari residu pengilangan minyak bumi, berwarna hitam dan terdiri dari Hydrocarbon kompleks semi solid dan bersifat kenyal, bersifat elastis, kekentalannya tinggi, mengandung O,N,S.

Aspal minyak yang umumnya digunakan sebagai bahan pengikat (binder) perkerasan jalan yaitu aspal yang dibuat dari residu pengilangan minyak bumi dari Crude oil jenis asphaltic base. Suatu crude oil yang lebih banyak mengandung aspal daripada parafin. Parafin dengan berat molekul tinggi membentuk hablur-hablur yang mempengaruhi pelekatan aspal terhadap batuan, oleh karena itu maka sebagai bahan baku di pasarkan minyak bumi dengan kadar parafin rendah, mengandung banyak gugusan aromatik dan siklis sehingga kadar aspalnya tinggi.

Sifat aspal yang diperoleh dari pengilangan minyak bumi sangat bergantung pada sifat alam Crude oil karena aspal merupakan fraksi berat yang tidak bisa diuapkan atau didestilasi, dan disebut paving asphalt (asphalt cement) apabila digunakan konstruksi jalan untuk membedakan aspal yang bukan

untuk konstruksi jalan misal untuk atap, lantai industri.

Sifat aspal yang menonjol adalah sifat lengket sehingga dapat dipakai untuk mengikat batuan (agregat) dan memperkuat perkerasan jalan, selain itu aspal mempunyai sifat menolak air, thermoplastis yaitu lunak apabila digunakan dan padat kembali kalau dingin. Inilah sifat unik dan ciri-ciri dasar alasan mengapa aspal penting sebagai bahan pengikat agregat. Aspal yang telah dibuat disimpan menurut jenis penetrasinya dalam berbagai tangki penyimpanan sebagai aspal keras, aspal sejenis kemudian dapat langsung diangkut sebagai bulk (curah) dengan kapal-kapal, tangki mobil, atau dalam drum.

## III. MAKSUD

Maksud dari percobaan ini untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh pemanasan berulang terhadap sifat mutu aspal (fisik dan kimia).

## IV. SIFAT ASPAL YANG DIBUTUHKAN UNTUK BAHAN JALAN

### 4.1 Kelekatan terhadap batuan

Bitumen dan ter biasanya mempunyai daya ikat baik terhadap batuan yang biasanya digunakan untuk jalan asal batuan tersebut kering dan cukup bersih.

Untuk mencapai daya ikat yang baik, syarat pertama yang diperlukan ialah bahwa zat pelekak membasahi permukaan batu, Untuk ini viskositas zat itu harus cukup rendah, makin tinggi viskositas, zat tersebut makin lama dan makin sukar zat ini membasahi permukaan batu. Terutama apabila permukaan batu tertutup dengan debu sehingga zat tersebut dengan viskositas yang agak tinggi lekat lebih dahulu pada debunya sebelum mencapai permukaan batu.

Apabila suatu zat perekat telah melekat dengan baik pada permukaan batu biasanya perekat tersebut tidak akan melepaskan batu kecuali apabila air dapat masuk antara kedua permukaan.

Air dapat masuk antara kedua permukaan apabila tekanan air menjadi cukup tinggi untuk memindahkan bitumen tersebut. Biasanya hal ini dapat terjadi apabila hujan turun sebelum bitu-

men menjadi keras dan jalan sudah dilalui lalu lintas kendaraan.

#### 4.2 Teori pelekatan

Pada umumnya batuan yang digunakan untuk jalan mempunyai muatan listrik. Batuan silika misalnya mempunyai muatan negatif. Sedangkan bitumen tidak mempunyai muatan listrik. Sifat lekat bitumen terhadap batuan tidak disebabkan karena daya tarik muatan listrik bertentangan akan tetapi karena tekanan permukaan antara batuan dan bitumen.

Sedangkan air yang bermuatan listrik ditarik dengan kuat oleh batuan karena muatan listrik bertentangan.

Jadi apabila batu telah dilapis dengan air maka air tersebut tak mungkin dilepas oleh bitumen dari permukaan batu, akan tetapi apabila batu tersebut telah dilapisi dengan bitumen maka air dapat melepas bitumen dari permukaan batu. Tekanan permukaan antara batuan dan bitumen tergantung dari struktur bitumen. Bitumen yang mengandung banyak gugusan aromatik lekat lebih baik terhadap batuan daripada bitumen yang mengandung banyak gugusan parafin. Sedangkan bitumen yang mengandung lebih banyak gugusan hidrokarbon siklis mempunyai daya lekat yang lebih baik daripada dengan bergugusan aromatik.

#### 4.3 Kepekaan suhu

PI yang rendah menunjukkan bahwa bitumen/ter tersebut peka sekali terhadap perubahan suhu sedangkan bitumen/ter dengan PI tinggi tidak peka terhadap perubahan suhu.

Penetapan ini sesungguhnya dilakukan pada viskositas tertentu, akan tetapi hal ini hanya berlaku untuk bitumen yang dihasilkan dari sumber minyak yang sama dan dengan cara pembuatan yang sama pula.

Kelembekan rata-rata dicapai pada penetrasi 800.

Dan persamaan penetrasi :

$$\log \text{ pen} = AT + C$$

dan apabila dimasukkan pen pada 25°C dan T = titik lembek, persamaan-persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \log \text{ pen } 25^{\circ}\text{C} &= A \cdot 25 + C \\ \log \text{ pen } 800 &= AT_R + B + C \end{aligned}$$

sehingga:

$$\log \text{ pen } 25^{\circ}\text{C} - \log \text{ pen } 800 = A (25 - T_R + B)$$

$$\text{atau } : A = \frac{\log \text{ pen } 25^{\circ}\text{C} - \log \text{ pen } 800}{25 - T_R + B}$$

Dari rumus tersebut dapat dihitung PI.

Harga PI dapat dihitung dari pengukuran penetrasi pada suhu yang berlainan dari pengukuran titik lembek dan penetrasi pada suhu tertentu (25°C).

Penentuan PI dari pengukuran titik lembek dan penetrasi pada suhu tertentu hanya dilakukan dengan bitumen yang mengalami proses peniupan (blown bitumen). Penentuan PI dari pengukuran penetrasi pada T<sub>800</sub> pen adalah lebih sempurna akan tetapi lebih sulit.

### V. KEAWETAN ASPAL

#### 5.1 Pengaruh suhu terhadap pemanasan aspal

- Apabila terlalu tinggi terjadi perubahan sifat aspal, aspal dapat terbakar sehingga mengurangi kelekatan.
- Apabila kurang panas mengakibatkan tidak homogen sehingga pelekatan kurang

Apabila aspal dipanaskan terjadi proses mengeras

- Proses mengeras fisis (bolak-balik) apabila aspal dipanaskan maka jarak antara molekul-molekul menjadi kecil dan oleh karenanya kekentalan meningkat
- Proses yang disebabkan kristalisasi zat-zat parafin. Dalam proses ini kristal berfungsi sebagai kerangka tambahan dalam bitumen (proses fisis bolak-balik)
- Proses mengeras karena molekul-molekul yang ringan menguap.

Proses ini proses kimia dan tidak bolak-balik. Proses ini tidak memberikan kekerasan yang berarti.

4. Proses kimia karena oksidasi.

Terjadi karena adanya sinar ultra violet sebagai katalisator. Zat asam dari udara bereaksi dalam proses itu dan menghubungkan molekul-molekul sehingga terjadi polimerisasi, menyebabkan aspal jadi keras.

**5.2 Parameter Kimia**

Parameter kimia ini diperlukan untuk mengetahui tingkat keawetan yaitu dengan cara memisahkan fraksi-fraksi maltene menjadi 4 antara lain acidafit I, II, III. Parafin sesuai dengan cara atau analisa Rostter an White.

Berdasarkan harga-harga parameter yang diperoleh aspal dapat diklasifikasikan menjadi 6 group, dan aspal disebut mempunyai keawetan yang baik bila harga parameter berkisar dari 0,4 - 1,2.

**Tabel klasifikasi keawetan aspal untuk perkerasan jalan**

**Tabel : 1**

DURABILITY GROUP	$Par = \frac{AI + AII}{P + AIII}$	DURABILITY RATING
I	< 0,4	Penurunan keawetan dengan penurunan parameter, sebab aspal terlalu lunak
II	0,4 - 1,0	Paling baik
III	1,0 - 1,2	Baik
IV	1,2 - 1,5	Memuaskan
V	1,5 - 1,7	Cukup
VI	> 1,7	Tidak baik

Aspal dapat dikatakan kritis apabila :

- pen  $\leq$  20
- duktilitas  $\leq$  15
- par  $>$  1,2

**VI. JENIS PENGUJIAN DAN PERSYARATAN ASPAL**

Jenis pengujian dan persyaratan aspal sebagai bahan jalan ( lihat tabel )

**VII. JENIS KERUSAKAN PADA KONSTRUKSI JALAN**

**7.1 Cracking**

1. Disebabkan oleh asphaltic cement yang kurang daktilitasnya, pen
2. Pemanasan yang kurang atau terlampau tinggi/melebihi batas
3. Pemadatan yang kurang

**7.2 Terjadinya lubang-lubang**

1. Daktilitas kurang
2. Kadar aspal yang kurang cukup untuk melapisi agregat
3. Tebal lapisan yang tidak merata
4. Fondasi pada tempat itu yang lemah
5. Ada air dari bawah

**7.3 Bergelombang**

1. Disebabkan karena kadar aspal terlalu banyak/terlalu sedikit
2. Tebal permukaan tidak sama
3. Kurang zat pengisi (filler)
4. Dasar (fondasi) yang tidak keras/kuat
5. Dilalui dengan muatan yang terlalu berat

**7.4 Marking (goresan-goresan)**

1. Aspal terlalu lembek, jumlah terlalu banyak/kurang, kurang filler.

**VIII. PENELITIAN**

**8.1 Peralatan/bahan**

1. Drum kecil ukuran 50 kg
2. Penyangga besi
3. Brander
4. Gas LPG
5. Termometer
6. Aspal
7. Oven

8. 1 set peralatan pengujian aspal

### 8.2 Percobaan

1. Aspal sebanyak 25 kg dilakukan pemanasan berulang sebanyak 5 kali dengan suhu 160°C dan waktu 5 jam.

Dilakukan test fisik pada setiap perulangan.

Dilakukan test kimia pada awal dan akhir percobaan.

2. Aspal sebanyak 1 kg dilakukan pemanasan berulang pada suhu 150°C dengan bervariasi 2 jam, 3

jam, 5 jam, dan 7 jam.

Dilakukan test fisik untuk masing-masing waktu.

3. Aspal sebanyak 1 kg dilakukan pemanasan dengan waktu 3 jam suhu bervariasi 150°C, 160°C, 180°C, 200°C dan 250°C.

Dilakukan test fisik untuk masing-masing suhu.

### 8.3 Hasil Penelitian

#### Analisa kimia TABEL : 2

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	
		test awal (%)	test akhir (%)
1	Asphalthe	28,76	28,93
2	Nitrogen Base	12,58	17,61
3	Acidafit I	14,93	19,60
4	Acidafit II	16,58	25,29
5	Parafin	27,15	9,57
6	Parameter	0,629	1,06

#### Analisa Fisik TABEL : 3

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil		
		test awal	test akhir	satuan
1	Penetrasi	66	58	0,1 mm
2	Titik lembek	48	49,45	°C
3	Titik nyala	344	348	°C
4	Kehilangan berat	0,0113	0	%
5	Pen. Kehilangan berat	80	98	%
6	Dektilasi	> 140	> 140	cm
7	Kelarutan	99 +	99 +	%
8	Berat jenis	1,0420	1,0450	gr/cc
9	Penetration Index	-1,1	-0,8	-

#### Hasil pemeriksaan pemanasan berulang pada suhu 160° - 163°C selama 5 jam dalam keadaan tertutup. TABEL : 4

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil					Satuan
		I	II	III	IV	V	
1	Penetrasi	61	59	59	59	58	0,1 mm
2	Titik lembek	48	49	49,5	50	51	°C
3	Titik nyala	345	346	348	348	348	°C
4	Kehilangan berat	0,059	0,0020	0	0	0	%
5	Pen. Kehilangan berat	92	98	97	97	98	%
6	Dektilasi	>140	> 140	> 140	> 140	> 140	cm
7	Kelarutan	99+	99	99+	99+	99+	%
8	Berat jenis	1,044	1,0442	1,045	1,045	1,045	gr/cc
9	Penetration Index	-1,2	-1,1	-0,9	-0,9	-0,7	-

Kesimpulan : Dari hasil tersebut di atas dapat dilihat pemanasan pada ketiga kali, penurunan berat aspal = 0 dengan lain kata aspal hanya boleh dipanaskan 2 x dengan periode 5 jam.

Hasil pemanasan berulang pada suhu 150°C dengan variasi waktu dalam keadaan tertutup. TABEL : 5

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil				
		2 jam	3 jam	5 jam	7 jam	Satuan
1	Penetrasi	63	63	61	59	0,1 mm
2	Titik lembek	48	48	49	50	°C
3	Titik nyala	330	330	337	338	°C
4	Kehilangan berat	0,0109	0,0044	0,0034	0,0038	%
5	Pen. Kehilangan berat	92	92	92	92	%
6	Dektilasi	> 140	> 140	> 140	> 140	cm
7	Kelarutan	99+	99+	99+	99+	%
8	Berat jenis	1,035	1,035	1,036	1,0366	gr/cc
9	Penetration Index	-1,15	-1,15	-0,95	-0,9	-

Kesimpulan : lama pemanasan aspal hanya diperbolehkan selama 5 jam pada suhu 150 °C

Hasil pemanasan berulang selama 3 jam dalam keadaan tertutup dan terbuka, temperatur 150°C. TABEL : 6

No.	Jenis Pemeriksaan	HASIL								Satuan
		Tertutup				Terbuka				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Penetrasi	63	63	61	60	62	62	59	58	0,1 mm
2	Titik lembek	49	49	49	49	48	48	49	49	°C
3	Titik nyala	300	302	302	302	302	305	308	308	°C
4	Kehilangan berat	0,0294	0,0075	0,0078	0,0070	0,009	0,0185	0,0200	0,0200	%
5	Pen. Kehilangan berat	92	95	98	98	97	94	97	98	%
6	Dektilasi	> 140	> 140	> 140	> 140	> 140	> 140	> 140	> 140	cm
7	Kelarutan	99+	99+	99+	99+	99+	99+	99+	99+	%
8	Berat jenis	1,033	1,033	1,033	1,033	1,034	1,035	1,037	1,038	gr/cc
9	Penetration Index	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,0	-1,0	-

Kesimpulan : pemanasan aspal secara berulang dapat dilakukan asal pada suhu maximum 150°C sebanyak 3x

TABEL 7. PERSYARATAN ASPAL KERAS UNTUK HOT MIX

No.	Jenis pemeriksaan	Syarat				Dimensi (Satuan) Min	Kegunaan untuk menentukan	Penjelasan
		Pen 60		Pen 80				
		Min	Max	Min	Max			
1.	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	60	79	80	99	0,1 mm	- Untuk menentukan kekerasan aspal	1+2 Hubungan antara titik lembek dan penetrasi menghasilkan P.I.(Penetration Indek). Aspal untuk jalan (Paving aspal) harus bisa terpengaruh oleh suhu tetapi tidak boleh terlalu mudah/besar (aspal terlalu lunak) tetapi aspal tidak boleh sama sekali tidak terpengaruh suhu/aspal kaku. Oleh karena itu aspal untuk jalan dibatasi -1 s/d +1. Apabila aspal dengan nilai P.I dengan nilai P.I kurang dari -1 (lebih kecil dari -1, mis -2) maka aspal sangat terpengaruh oleh suhu terlalu lunak dan apabila aspal dengan nilai P.I >+1, maka aspal sangat tidak terpengaruh oleh suhu, dengan kata lain aspal jadi kaku dan mudah retak.
2.	Titik lembek	48	58	46	54	°C	- Untuk menentukan suhu dimana aspal mulai lembek	
3.	Daktilitas pada 25 C, 5 cm permenit	100	-	100	-	Cm	- Menentukan flexibilitas dari aspal	3 Apabila hasilnya rendah maka flexibilitas aspal dan pelekatan aspal juga rendah sehingga mempengaruhi performace pavement (crack).
4.	Titik nyala	200	-	225	-	C	- Suhu dimana aspal mulai nyala	4 Untuk keamanan pelaksanaan dilapangan terhadap kemungkinan kebakaran
5.	Kelarutan	99	-	99	-	% berat	- Kemurnian aspal	5 Apabila hasilnya terlalu kecil berarti kotoran organiknya besar sehingga mengurangi kelekatan aspal.
6.	Penurunan berat ( Thin film test )	-	0,8	-	1,0	% berat	- Bagian-bagian yang mudah menguap	6 Apabila penurunan berat aspal terlalu besar maka aspal terlalu kental sehingga mengurangi pelekatan dan terlalu kaku.
7.	Penetrasi setelah penurunan berat	54	-	50	-	% semula	- Kekerasan aspal setelah pemanasan di AMP	7 Apabila terlalu rendah maka aspal akan sulit melapisi batu
8.	Daktilitas setelah penurunan berat	50	-	50	-	cm	- Flexibilitas aspal setelah pemanasan	8 Apabila kurang dari persyaratan maka daya lekat aspal kurang flexibilitas dengan lain kata aspal jadi kaku/rigid
9.	Spot test	negatif		negatif		-	- Homogenitas aspal	9 Apabila hasil pemeriksaan positif aspal tidak homogen, menyebabkan pelekatan kurang, elastisitas rendah
10.	Parameter komposisi maltene	0,4	1,2	0,4	1,2	-	- Keawetan aspal	10 Penentuan parameter ini perlu/penting untuk mengetahui keawetan aspal. Apabila hasil lebih kecil dari 0,4 aspal terlalu lunak, kurang pelapisannya, apabila lebih besar dari 1,2 aspal rigid/kaku (sudah mengalami aging)
11.	Suhu pencampuran		170 + 20 cst atau 58 + 10 det			C	- Temperatur pencampuran secara tepat	11 Penentuan suhu perlu agar tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah, hingga menyebabkan mutu konstruksi yang tidak diinginkan. Suhu pencampuran terlalu tinggi menyebabkan brittle dan bila terlalu rendah, kurang merata pelapisan aspal ke batuan.
12.	Suhu pemadatan		280 + 30 cst atau 140 + 15 det			C	- Temperatur pemadatan	12 Bila suhu pemadatan terlalu tinggi, mengakibatkan susah dipadatkan, density susah dicapai, sedang apabila terlalu rendah susah dipadatkan dan brittle



6. Hasil pemanasan dalam keadaan tertutup dan terbuka temperatur 95°C TABEL : 7

No.	Lama pemanasan		H A S I L					
			Tertutup (1)			Terbuka (2)		
	Tertutup	Terbuka	Pen (0,1 mm)	T.I (°C)	Dak (cm)	Pen (0,1 mm)	T.I (°C)	Dak (cm)
1	Asli	Asli	67	48	> 140	67	48	> 140
2	1 hari	3 jam	67	48	> 140	67	48	> 140
3	2 hari	6 jam	67	48	> 140	67	48,4	> 140
4	4 hari	9 jam	67	48,2	> 140	66	49,2	> 140
5	5 hari	12 jam	67	48,2	> 140	65	49,2	> 140
6	10 hari	15 jam	67	49,4	> 140	65	49,4	> 140
7	1 bulan	18 jam	66	49	> 140	59	50,5	> 140
8	2 bulan		64,4	49,4	> 140			
9	3 bulan		62	49,8	> 140			

Kesimpulan : (1) Aspal dapat disimpan pada suhu 95°C selama maximum 3 bulan dalam tempat tertutup (tidak adanya oksidasi/O<sub>2</sub>).

Kesimpulan : (2) Aspal dapat dipanaskan secara berulang pada suhu 95°C selama 6 x 3 jam dengan adanya O<sub>2</sub> (dalam keadaan terbuka).

### IX. KESIMPULAN

- Aspal hanya dapat dipanaskan 2 kali a. 3 jam dengan suhu antara 150 - 160 °C secara terbuka dengan adanya oksidasi, dimana sifat fisik dan kimianya tidak menunjukkan penurunan mutu.
- Pada pemanasan 150 - 160 °C secara tertutup (tanpa adanya oksidasi) maka pemanasan hanya diijinkan sampai 4 x 3 jam dimana mutu aspal pada batas minimum.
- Pada pemanasan 95 °C (dibawah 100 °C) secara tertutup tanpa adanya oksidasi secara berulang tidak terjadi perubahan mutu aspal.
- Anual Book of ASTM Vol.11, 1988.
- The Shell Bitumen Hand Book, Juli 1990.

#### PENULIS :

*Ir. Ny. S. Tjitjik W. Suroso, adalah Sarjana Teknologi Kimia ITB.*

*Mulai bekerja di Pusat Litbang Jalan Tahun 1975, tahun 1976 sampai sekarang berkecimpung dalam penelitian Aspal dan Cat Jalan (Road Paint).*

### X. DAFTAR PUSTAKA

- HRB. Biblio "Resistance of Bituminous Materials to Deterioration Caused by Physical and Chemical Change" (1959).
- W.H. Glance "Bituminous Materials in Road Construction" (London 1962).
- Tjitjik WS, Diktat Kuliah Aspal : Aspal sebagai bahan perkerasan jalan (1991).