



PENGAJIAN PENENTUAN KADAR ASPAL CAMPURAN BERASPAL SECARA CEPAT

Kurniadji

RINGKASAN

Selama ini pengujian kadar aspal campuran beraspal dilakukan berdasarkan metode pengujian AASHTO T-164-90 atau ASTM D 2172-88 yang memerlukan waktu pengujian sekitar 4 jam, sehingga penyimpangan kadar aspal (terutama di proyek) agak terlambat untuk diketahui.

Metode pengujian berat jenis maksimum AASHTO T-209-90 atau ASTM D 2041-78 yang dimodifikasi dapat dimanfaatkan untuk mengukur kadar aspal secara cepat. Waktu yang diperlukan untuk pengujian adalah kurang dari satu jam.

Metode ini pertamakali diperkenalkan oleh Kendhal et.al (1973), dengan contoh uji berupa campuran beton aspal dengan agregat batu kapur, pasir dan slag. Mengingat di Indonesia kebanyakan menggunakan agregat ardent, maka tulisan ini menguraikan bagaimana penerapan metode tersebut dengan menggunakan benda uji jenis agregat ardent.

Hasil yang diperoleh menunjukkan, akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

SUMMARY

Determination of asphalt content of bituminous mix based on AASHTO T-164-90 or ASTM D 2172-88 took more than 4 hours. A faster rate is required for quality control pupose.

With light modification standard testing procedure, for measuring Maximum Specific Gravity of bituminous paving mixture (AASHTO T-164-90 or ASTM D 2172-88) can be utilised to determine the asphalt content rapidly.

That procedure takes less then one hour to complish. The method was firstly introduce by Kendhal et.al (1973).

The paper describes the implementation of the procedure on the asphalt mixture with andesite aggregate commonly used in Indonesia.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kadar aspal merupakan salah satu faktor penting yang menentukan mutu campuran beraspal. Kelebihan aspal dalam campuran dapat menyebabkan terjadinya flushing dan rutting pada perkerasan dan sebaliknya apabila kekurangan aspal dapat menyebabkan terjadinya retak-retak sebelum waktunya atau lepas-lepas pada perkerasan, oleh karena itu pengendalian kadar aspal campuran merupakan hal yang menentukan durability dan pelayanan perkerasan.

Dalam spesifikasi yang berlaku toleransi kadar aspal campuran relatif kecil yaitu $\pm 0,3\%$ dari rencana kadar aspal optimum.

Disamping itu aspal merupakan komponen bahan yang paling mahal dalam campuran beraspal, dengan kadar aspal 6% harga dalam campuran adalah sekitar 50%,

sehingga kadar aspal mutlak harus ditentukan secara teliti.

Pengujian kadar aspal di laboratorium selama ini masih menggunakan cara ekstraksi dengan metode AASHTO T 164-90 yang memerlukan waktu uji sekitar 3 - 4 jam dan menggunakan bahan kimia.

Untuk lebih cepat menanggulangi penyimpangan, diperlukan pengontrolan kadar aspal yang lebih akurat dan lebih cepat dengan metode lain untuk pengujian kadar aspal campuran.

1.2. TUJUAN DAN KEGUNAAN PENGAJIAN

Mengkaji metoda penentuan kadar aspal campuran di laboratorium dengan waktu pengujian relatif lebih cepat, biaya pengujian relatif lebih murah dan hasil yang lebih teliti sehingga penyimpangan kadar aspal campuran di unit pencampur aspal dapat dilacak secara cepat.

II. METODE PENENTUAN KADAR ASPAL SECARA CEPAT

2.1. Konsep dasar

Hubungan antara berat dan volume campuran diperlukan saat perencanaan dan pengontrolan campuran di lapangan. Perlu diketahui bahwa perencanaan campuran adalah proses volumetrik untuk menentukan volume aspal dan agregat, tetapi pengukuran volume sulit untuk dilakukan, oleh karena itu pengujian dilakukan dengan pengukuran berat. Dengan berdasarkan berat jenis besaran berat dikonversikan menjadi besaran volume.

Terdapat hubungan antara kadar aspal, berat jenis efektif agregat dan berat jenis maksimum campuran. Sehingga kadar aspal dapat dihitung bila berat jenis efektif agregat dan berat jenis maksimum campuran diketahui :

- Berat jenis maksimum campuran G_{mm} dapat diperoleh dari hasil pengujian
- Berat jenis efektif agregat, G_{se} , pada kadar aspal optimum diturunkan dari hubungan antara G_{se} , dan G_{mm} .

Berikut ini diuraikan persamaan dan definisi satuan-satuan yang berhubungan dengan tulisan ini.

• Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif agregat (G_{se}) dihitung berdasarkan berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) yang diperoleh dengan metode pengujian ASTM D.2041 pada kadar aspal optimum.

Berat jenis efektif agregat (G_{se}) adalah hasil bagi antara berat agregat dengan volume efektif agregat: (Zamhari,2000) :

$$G_{se} = \frac{W_{agr}}{V_{ef. agr.}} \longrightarrow G_{se} = \frac{W_{tot} - P_b(W_{tot})}{V_{tot.v} - V_b}$$

Ubah satuan volume menjadi satuan berat :

$$G_{se} = \frac{W_{tot} - P_b W_{tot}}{\frac{W_{tot}}{G_{mm}} - \frac{W_b}{G_b}} \quad \text{Disederhanakan menjadi}$$

$$G_{se} = \frac{1}{\frac{1}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \quad \dots\dots\dots 1)$$

dengan :

W_{agr} = Berat agregat dihitung dari berat total campuran dikurangi dengan prosentase aspal dalam campuran (P_b) dikalikan berat total (W_{tot})

$V_{ef agr}$ = Volume efektif agregat yaitu volume agregat termasuk rongga permeabel yang terisi aspal

$V_{tot.v}$ = Volume total campuran tanpa void yang diperoleh melalui pengujian

V_b = Volume aspal, dihitung berdasarkan berat aspal (W_b) dan berat jenis aspal (G_b) dari pengujian

Berat jenis efektif agregat digunakan untuk perhitungan penentuan kadar aspal dalam campuran selanjutnya pada gradasi agregat yang relatif sama

- Berat jenis maksimum campuran
Berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) adalah berat jenis dengan kondisi di dalam campuran tidak terdapat void.
 G_{mm} diperoleh dari hasil pengujian dengan metode pengujian ASTM D.2041

$$G_{mm} = \frac{1}{\frac{1 - P_b}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \quad \dots\dots\dots 2)$$

Hubungan berat jenis maksimum campuran G_{mm} dengan persentase aspal, berat jenis aspal dan berat jenis efektif agregat adalah sebagai berikut:

Untuk memperoleh kadar aspal dan memudahkan perhitungan, persamaan 2) di atas disederhanakan menjadi :

$$P_b = \frac{G_b}{G_{se} - G_b} \left(\frac{G_{se}}{G_{se}} - 1 \right) \dots\dots\dots 3)$$

dengan :

P_b = Kadar aspal total campuran (yang dicari)

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran yang diperoleh dari hasil pengujian dengan metode pengujian ASTM D.2041

G_b = Berat jenis aspal

G_{se} = Berat jenis efektif agregat gabungan yang diperoleh dari persamaan 1)

2.2 Peralatan yang digunakan untuk pengujian G_{mm}

Peralatan yang digunakan untuk pengujian G_{mm} , biasanya sudah tersedia di laboratorium proyek, peralatan tersebut selalu digunakan untuk pengujian campuran beraspal dengan metode Marshall, peralatan pengujian G_{mm} dan kelengkapannya, adalah sebagai berikut :

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Piknometer dengan volume minimum 2000 ml yang dihubungkan dengan pompa isap. Kualitas piknometer harus mampu menahan isapan paling sedikit 30 mm air raksa.
- Pompa isap untuk mengeluarkan udara dari campuran beraspal di dalam piknometer
- Dial pengukur kekuatan isap
- Piknometer antara dengan volume 500 ml yang dihubungkan dengan slang karet.

- Penghubung antara slang karet dengan piknometer
- Bak air (Water bath) dengan temperatur tetap 25°C (± 0,5°C)
- Termometer 66°F – 80°F sesuai spesifikasi ASTM E-1

2.3. Cara Pengujian

- 1) Langkah pertama adalah mengkalibrasi piknometer yang digunakan.
Hal yang perlu diperhatikan untuk mengkalibrasi piknometer adalah pengisian piknometer dengan aquadest pada temperatur 25°C (± 0,5°C) sampai leher batas atas, apabila melebihi batas atas atur pengeluaran air dengan menggunakan pipet.
- 2) Pisah-pisahkan contoh menjadi butiran-butiran secara hati-hati jaga jangan sampai butiran menjadi hancur, butir halus adalah bahan yang lolos saringan ¼ in. Apabila butir pada campuran susah dipisahkan, tempatkan dalam wadah dan hangatkan dengan oven.
- 3) Dinginkan contoh pada temperatur ruang, selanjutnya masukkan ke dalam piknometer dan timbang, masukkan air (temperatur 25°C) sampai merendam seluruh contoh.
- 4) Keluarkan udara dari piknometer dengan pompa isap dengan isapan 30 mm air raksa selama 10 menit (± 2 menit). Setiap 2 menit guncangkan wadah beserta isinya terus menerus sampai gelembungnya hilang menggunakan alat penggetar mesin atau manual.
Catatan:
Untuk sempurnanya pengeluaran udara dari campuran, tambahkan Aerosol OT sebanyak 0,01 persen atau 1 ml pada 1000 ml air.
- 5) Isi piknometer dengan air, apabila pada saat pengisian air masih terdapat gelembung udara, lakukan pengadukan dengan menggunakan batang pengaduk Masukkan piknometer yang berisi contoh dan air ke dalam bak air (water bath) yang mempunyai temperatur 25°C (± 0,5°C).

Keluarkan piknometer beserta isinya dari water bath serta keringkan bagian luar piknometer dan timbang setelah didiamkan 10 menit (± 1 menit). Pada saat penimbangan harus diperhatikan lubang piknometer terisi penuh.

Catatan:

Untuk mempercepat pencapaian temperatur pengujian 25°C pendinginan campuran beraspal hangat di dalam piknometer, dilakukan dengan menambahkan air es.

- 6) Perhitungan

$$Gmm = \frac{A}{A + D - E}$$

dengan :

A = Berat contoh campuran beraspal di udara

B = Berat piknometer terisi air penuh pada temperatur pengujian 25°C

C = Berat piknometer terisi air dan contoh pada temperatur pengujian 25°C

Untuk mempermudah perhitungan penentuan berat jenis maksimum campuran dilakukan dengan cara tabelaris seperti pada Tabel 1 di lampiran.

III. HASIL PENGUJIAN

Untuk mengkaji ketelitian hasil yang dicapai pada metode pengujian ini, pengujian kadar aspal campuran beraspal perlu dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis agregat.

Hasil pengujian kadar aspal yang dilakukan terdahulu oleh Prithvi S Kandhal dkk hanyalah terbatas pada jenis agregat batu kapur, pasir/kerikil dan slag, padahal jenis agregat yang banyak digunakan di Indonesia adalah jenis andesit, oleh karena itu pengkajian dilakukan disamping mengambil hasil yang telah diperoleh terdahulu (Kandhal dkk, 1973) juga melakukan pengujian kadar aspal campuran dengan jenis agregat andesit, hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel.1

Tabel 1

HASIL PENGUJIAN KADAR ASPAL

Andesit		Batu kapur		Slag		Pasir dan kerikil	
Kadar aspal (%)		Kadar aspal (%)		Kadar aspal (%)		Kadar aspal (%)	
Rencana	Hasil uji	Rencana	Hasil uji	Rencana	Hasil uji	Rencana	Hasil uji
5,80	5,81	4,96	4,75	6,96	6,56	5,94	6,14
6,00	5,99	4,96	4,87	6,98	6,93	5,95	5,88
5,30	5,28	4,96	5,15	7,02	6,68	5,96	6,01
7,33	7,27	5,95	6,01	7,96	7,54	6,94	6,84
5,70	5,69	6,00	6,01	7,98	7,72	6,94	7,16
6,20	6,23	6,01	5,96	7,99	7,85	6,94	6,08
5,00	4,99	6,88	6,87	8,95	9,07	7,89	8,06
6,23	6,21	6,92	6,87	8,97	8,89	7,92	7,80

sambungan

Andesit		Batu kapur		Slag		Pasir dan kerikil	
Kadar aspal (%)		Kadar aspal (%)		Kadar aspal (%)		Kadar aspal (%)	
Rencana	Hasil uji	Rencana	Hasil uji	Rencana	Hasil uji	Rencana	Hasil uji
6,25	6,21	7,04	7,04	9,96	10,54	7,93	8,12
-	-	7,91	8,02	9,97	10,36	8,81	8,95
-	-	7,93	8,02	10,05	10,54	8,86	8,83
-	-	8,13	8,19	-	-	8,91	9,08
-	-	5,93	5,94	7,99	7,58	5,50	5,90
-	-	5,97	5,83	7,99	7,64	5,50	5,70
-	-	5,98	5,66	8,01	7,98	5,50	5,40
-	-	6,71	6,69	9,00	9,19	5,50	5,40
-	-	7,01	7,09	9,04	8,67	5,50	5,90
-	-	7,01	6,97	9,06	9,30	5,50	5,60
-	-	7,95	8,06	10,00	10,34	5,50	5,40
-	-	7,95	8,00	10,06	10,17	5,50	5,60
-	-	8,87	8,80	11,00	11,31	-	-
-	-	8,91	9,03	11,05	11,08	-	-
-	-	8,98	9,20	11,11	10,68	-	-

Untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil pengujian kadar aspal dibandingkan dengan kadar aspal rencana digunakan analisis statistik. Sebagai contoh analisis statistik diperlihatkan apada Tabel 2 dengan contoh uji campuran menggunakan agregat andesit

Tabel 2.
ANALISIS STATISTIK PENGUJIAN KADAR ASPAL DENGAN AGREGAT ANDESIT

Kadar aspal rencana (%) (1)	Kadar aspal hasil uji (%) (2)	Perbedaan Kadar aspal $D = (2) - (1)$	Penyimpangan (Deviation) $d = D - D_r$	Penyimpangan kuadrat d^2
5,80	5,81	+ 0,01	+ 0,0244	0,000595
6,00	5,99	- 0,01	+ 0,0044	0,000019
5,30	5,28	- 0,02	- 0,0056	0,000031
7,33	7,27	- 0,06	- 0,0456	0,002079
5,70	5,69	- 0,01	+ 0,0044	0,000019
6,20	6,23	+ 0,03	+ 0,0444	0,001971
5,00	4,99	- 0,01	+ 0,0044	0,000019
6,23	6,21	- 0,02	- 0,0056	0,000031
6,25	6,21	- 0,04	- 0,0256	0,000655
		$D_r = - 0,0144$		$\sum d^2 = 0,00542$

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan nyata antara kadar aspal rencana dan kadar aspal hasil pengujian, dilakukan uji t. Pada uji t ini dilakukan hipotesis sebagai berikut :

- $H_0 : \mu_{1j} = \mu_{2j} \longrightarrow$ rata-rata kadar aspal rencana = rata-rata kadar aspal hasil uji
- $H_1 : \mu_{1j} \neq \mu_{2j} \longrightarrow$ rata-rata kadar aspal rencana \neq rata-rata kadar aspal hasil uji

Hipotesis diterima bila setiap pasangan adalah sama
 $H_0 : \mu_{1j} = \mu_{2j}$ untuk semua j

Faktor kepercayaan diambil 95%, $\alpha = 0,05$

Kriteria uji : Tolak H_0 bila $t_0 > t_{0,25}$ dan $t_0 < -t_{0,25}$

Umumnya k mempunyai pasangan pengujian x_{1j}, x_{2j} ($j = 1, 2, \dots, k$) dengan pengamatan bebas μ_{1j}, μ_{2j} .

Dari data yang diperoleh ternyata $\mu_{1j} = \mu_{2j}$ untuk semua j

Standar deviasi $S_d = \left[\sum d^2 / (n-1) \right]^{0,5} = [0,0054 / (9-1)]^{0,5} = 0,26034$

$t_0 = D_r / (S_d / \sqrt{n}) = - 0,0144 / (0,26034 / \sqrt{9}) = 1,6645$

Dari daftar t pada statistik diperoleh $t_0 = 2,306$

Analisa statistik yang diperlihatkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa $t_{0,25} > t_0$ untuk semua jenis batuan. Ini berarti H_0 diterima.

Tabel 3
ANALISA STATISTIK UNTUK SELURUH DATA

No.	Jenis Batuan	Kadar aspal	D_r	t_0	$t_{0,25}$	Perbedaan Nyata
1.	Andesit	5,30 sampai 7,33	-0,0144	1,644	2,306	Tidak ada
2.	Batu kapur (1)	4,96 sampai - 8,13	+0,009	0,030	2,201	Tidak ada
3.	Batu kapur (2)	5,93 sampai 8,98	+0,018	0,417	2,201	Tidak ada
4.	Slag (1)	6,96 sampai 10,05	-0,010	0,092	2,228	Tidak ada
5.	Slag (2)	7,99 sampai 11,11	+0,008	0,086	2,201	Tidak ada
6.	Pasir/kerikil(1)	5,94 sampai 8,91	-0,003	0,035	2,201	Tidak ada
7.	Pasir dan kerikil(2)	5,50	+0,100	1,262	2,306	Tidak ada

IV. KESIMPULAN

Metode pengujian yang didasarkan pada metode pengujian ASTM D 2041-67 serta pengembangannya oleh Kandhal dkk, untuk penentuan kadar aspal secara cepat setelah dilakukan pengkajian, dari data yang diperoleh dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Tidak diperoleh penyimpangan yang signifikan antara kadar aspal rencana dengan kadar aspal hasil pengujian.
2. Jenis batuan dalam campuran beraspal tidak mempengaruhi ketelitian hasil pengujian kadar aspal.
3. Biaya yang harus dikeluarkan untuk penentuan kadar aspal secara cepat relatif murah, karena tidak diperlukan cairan pelarut seperti pada pengujian kadar aspal dengan cara ekstraksi reflux atau ekstraksi centrifuge, (hanya digunakan aquadest).

4. Waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil pengujian relatif cepat yaitu hanya sekitar setengah jam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prithvi S. Kandhal, William C.Koehler and Monroe E Wenger,1973 "*Rapid Determination Of Asphalt Content Using Pennsylvania Pycnometer*, Highway Reseach Board, National Research Council, 1973, no. 468.
2. Zamhari K.A,2000 *Perencanaan Campuran Beraspal*, Pusat Litbang Teknologi Prasarana Jalan

Penulis :

Ir. Kurniadji, MSc. Asisten Peneliti Bidang Perkerasan Jalan, Pusat Litbang Prasarana Transportasi.