

METODE SEDERHANA PENENTUAN HARGA BARU KONSTANTA KAPILARITAS VISKOMETER (C) UNTUK PENGUJIAN VISKOSITAS KINEMATIK ASTM D 445

Oleh : Arluky Novandy ^{*)}

Abstrak

Laboratorium Minyak Bumi Pusdiklat Migas adalah laboratorium yang digunakan sebagai sarana diklat/praktikum. Disamping sebagai tempat untuk praktikum para peserta diklat, Laboratorium Minyak Bumi juga digunakan sebagai tempat uji kompetensi dan analisis produk produk minyak bumi. Karena kegunaannya yang sangat penting tersebut, terutama tentang presisi alat ujinya, maka beberapa peralatan uji di laboratorium tersebut secara berkala di cek untuk mengetahui lebar penyimpangannya. Salah satu peralatan uji yang sedang dilakukan pengecekan presisinya adalah peralatan uji Viskositas Kinematik ASTM D 445. Pada peralatan uji ini, akhir akhir ini memberikan hasil data uji yang cukup jauh dari harapan analis. Setelah dilakukan investigasi secara menyeluruh terhadap peralatan uji ini, terungkap bahwa harga konstanta kapiler dari viskometer perlu dilakukan perubahan meskipun viskometer tersebut adalah viskometer yang baru.

I. Pendahuluan

Viskositas Kinematik ASTM D 445 merupakan salah satu dari beberapa pengujian yang dilakukan oleh Laboratorium Minyak Bumi, dimana dalam melakukan pengujian *Viskositas Kinematik ASTM D 445* untuk produk minyak seperti solar dan pelumas selalu diperlukan suatu Viskometer Tube yang digunakan untuk mengetahui viskositas dari cairan dengan metode gravitasi (stoke).

Kebutuhan akan adanya viskometer yang memiliki presisi bagus adalah sangat mutlak pada pengujian viskositas kinematik, mengingat presisi dari uji viskositas kinematik ini ada tiga, yaitu : determinasi, repitabiliti, dan reproduibiliti sehingga. Presisi ini akan diketahui bila operator/instruktur rutin melakukan uji verifikasi terhadap peralatan uji Viskositas Kinematik ASTM D 445 dengan

menggunakan CRM (certified reference material). Besarnya penyimpangan dari nilai benar yang ada di CRM yang masih bisa di toleransi ini menggunakan rujukan tabel pada ASTM D 445 sebagai berikut :

Viscosity of Reference Material, mm ² /s	Tolerance Band
< 10	±0.30%
10 to 100	±0.32%
100 to 1000	±0.36%
1000 to 10 000	±0.42%
10 000 to 100 000	±0.54%
> 100 000	±0.73%

Praktikum produk BBM yang dilakukan di laboratorium Minyak Bumi selama ini dilakukan oleh para instruktur Laboratorium Minyak Bumi Pusdiklat Migas yang telah berpengalaman. Dalam melakukan proses *Transfer Knowledge* ke peserta diklat di Laboratorium, para instruktur Laboratorium Pusdiklat Migas selama ini selalu melakukannya dengan simulasi atau memeragakan tanpa

menginformasikan tentang tingkat presisi peralatan viskometer tersebut, karena memang selama ini instruktur laboratorium belum pernah melakukan penentuan harga konstanta kapiler (C) baru terhadap suatu viskometer tube. Tentunya diperlukan suatu perhitungan dan ketelitian serta konsentrasi tersendiri dalam menentukan harga konstanta kapiler (C) baru terhadap suatu viskometer tube. Disamping itu, saat ini laboratorium Minyak Bumi sedang melakukan investigasi terhadap hasil uji profisiensi viskositas kinematik ASTM D 445 yang outlier dengan mencari harga konstanta kapiler (C) baru terhadap suatu viskometer tube tertentu.

II. Maksud dan Tujuan Percobaan

Adapun maksud dan tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui harga konstanta kapiler (C) baru dari suatu viskometer tube yang digunakan untuk uji Viskositas Kinematik ASTM D 445.

III. Dasar Teori

Viskositas (Viscosity)

Fluida memiliki property yang dikenal dengan viskositas. Viskositas terdefinisi sebagai berikut : Jika terdapat suatu fluida yang mengalir, maka sebagian dari fluida tersebut akan memberikan perlawanan /tahanan terhadap bagian fluida yang lainnya.

Bila digambarkan, Viskositas adalah seperti berikut ini :

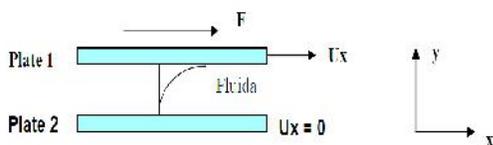


Plate 1 (Plate 2 diam) akan bergerak secepat U_x akibat adanya gaya sebesar F , mengakibatkan pula sebagian fluida yang terletak diantara plate tersebut akan melakukan perlawanan yang arahnya berlawanan dengan arah gerak Plate 1. Menurut Newton peristiwa ini disebut *momentum shear* (τ), sehingga Newton merumuskannya sebagai berikut :

$$\tau_y = -\eta \frac{\partial U_x}{\partial y}$$

Dimana :

τ_y = momentum shear yang nilainya sama dengan shear stress yaitu F/A (Nm^2)

= Dynamic Viscosity atau Coeffisien Viscosity atau Viscosity (Nm^{-2})

A = Luas Plate (m^2)

Viskositas liquid akan berkurang signifikan sekali bila temperatur liquid tersebut meningkat, tetapi viskositasnya akan bertambah bila tekanan yang terjadi pada liquid tersebut meningkat.

Viskositas Kinematik (Kinematic Viscosity (ϵ))

Adalah perbandingan antara Dynamic Viscosity Coeffisien (η) dengan Densitas liquid (ρ). Pada beberapa literatur Dynamic Viscosity Coeffisien sering disebut sebagai Viscosity Coeffisien atau bahkan Viscosity saja. Dimensi dari Dynamic Viscosity Coeffisien adalah $gr / (cm-t)$ atau M / LT sedangkan dimensi untuk Density adalah $gram / cm^3$ atau M / L^3 , maka dimensi untuk Kinematic Viscosity adalah η / ρ atau sebagai berikut :

$$\frac{\eta}{\rho} = \frac{\text{gram}}{\text{cm.t}} \times \frac{\text{cm}^3}{\text{gram}}$$

$$\frac{\eta}{\rho} = \frac{\text{cm}^2}{\text{t}} \text{ atau } L^2/T$$

Viskositas Kinematik ini diukur berdasarkan aliran fluida cair yang mengalir di dalam Viscometer Tube Capiler Oswald secara gravitasi. Tekanan yang timbul, yang mengakibatkan liquid didalam kapiler mengalir secara gravitasi, besarnya setara dengan densitas liquid itu sendiri. Poiseuille telah merumuskan persamaan Viskositas Dinamik untuk liquid sebagai berikut :

$$\eta = \frac{\pi P r^4 t}{8 L V}$$

dimana $V \text{ cm}^3$ adalah volume cairan dengan viskositas η yang mengalir selama t detik melewati kapiler yang memiliki radius $r \text{ cm}$ dengan panjang $L \text{ cm}$ dan tekanan $P \text{ dyne / cm}^2$.

Untuk mengukur waktu alir 2 cairan yang berbeda dengan tube kapiler yang sama, maka rasio viskositas dari 2 liquid yang berbeda tersebut adalah :

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\pi P_1 r^4 t_1}{8 L V} \times \frac{8 L V}{\pi P_2 r^4 t_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2}$$

atau :

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2}$$

atau :

$$\frac{\eta_1}{\rho_1 t_1} = \frac{\eta_2}{\rho_2 t_2} = C$$

dimana C adalah Capiler Constant (Konstanta Kapiler). Konstanta kapiler ini biasanya tertera di viskometer tube. Dimensi dari Konstanta Kapiler adalah

$$C = \frac{\eta}{\rho t} = \frac{\text{gram}}{\text{cm.t}} \times \frac{\text{cm}^3}{\text{gram}} \times \frac{1}{\text{t}}$$

$$C = \frac{\text{cm}^2}{\text{t}^2} = L^2 / T^2$$

Untuk menghitung Viskositas Kinematik (ν) dirumuskan sebagai berikut :

$$\nu = C \times t$$

Dimana :

= Viskositas Kinematik (cSt)

C = Konstanta Kapiler Viskometer Tube (mm^2/det^2)

t = waktu alir (detik)

1 cSt = 1 mm^2/det

IV. Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan percobaan penentuan harga konstanta kapiler viskometer tube (C) yang baru menggunakan CRM dan dilaksanakan di laboratorium Minyak Bumi yang mana diawali dengan pengambilan data data awal. Seperti :

- Jenis viskometer : Cannon Fenske
- Model Viskometer Tube : CFR 300
- harga konstanta viskometer tube (C) awal sesuai dengan hasil kalibrasi pabrikan = 0,22701
- cSt CRM pada suhu 40 oC sesuai sertifikat CRM adalah = 53,97

Peralatan Percobaan

Peralatan pendukung percobaan blending ini antara lain :

- Water / Oil bath yang di setting pada suhu $40 \pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$ (saat percobaan tercatat suhu oil bath = $40,01 \text{ }^\circ\text{C}$)
- Beaker glass ukuran 100 ml
- Termometer standar ASTM 120 C
- Pompa vacuum
- Viskometer Tube

Material Percobaan

Adapun material yang digunakan untuk percobaan ini hanya menggunakan CRM dengan merk Paragon dan solvent pencuci yaitu toluen.

Tahapan Pelaksanaan Percobaan

Tahapan percobaan dilakukan dengan memilih CRM yang sesuai dengan centistoke penggunaan viskometer dengan mengacu tabel pada ASTM D 446 berikut :

Designation	Approximate Kinematic Viscosity, mm ² /s				
	20°C	25°C	40°C	50°C	80°C
S3	4,6	4,0	2,8	..	..
S6	11	8,9	5,7	..	..
S20	44	34	18	..	..
S50	170	120	54	..	..
S100	540	400	180	..	..
S200	1400	1000	400	200	87
S300	2700	1800	700	..	75
S600	8700	5000	1700	..	..
S1000	..	25000	6700	..	..
S3000	..	81000	23000	11000	..

Berikutnya adalah tahapan pencucian viskometer sesuai prosedur yang berlaku dengan menggunakan solvent toluen

Dan kemudian, dilakukan pengambilan data data percobaan untuk dapat diolah dengan menggunakan statistika

Data Hasil Percobaan

Data – data hasil percobaan merupakan data asli dari hasil percobaan laboratorium. Data- data ini kemudian akan diolah dengan menggunakan statistika dengan terlebih dahulu menseleksi data-data yang dianggap layak untuk diolah.

Data hasil percobaan waktu alir CRM di viskometer adalah sebagai berikut :

Running	menit	detik	1/100 detik			
1	4	17	0,68	=	257,68	detik
2	4	17	0,41	=	257,41	detik
3	4	17	0,50	=	257,50	detik
4	4	16	0,94	=	256,94	detik

5	4	17	0,50	=	257,50	detik
6	4	17	0,41	=	257,41	detik
7	4	17	0,44	=	257,44	detik
8	4	17	0,41	=	257,41	detik
9	4	17	0,35	=	257,35	detik
10	4	17	0,28	=	257,28	detik

V. Olah Data Hasil Percobaan

Setelah dilakukan pengambilan data awal secara berulang-ulang dan dilakukan penseleksian data dengan menggunakan metode statistika penduga rata rata sebagai berikut :

Mean = 257,39 detik

SD (simpangan deviasi) = 0,190950837

SE (standard error) = 0,060383957

UCL (upper control limit) = 257,51 detik

LCL (lower control limit) = 257,27 detik

Confidence level (tingkat kepercayaan) = 95%

(alfa) = 5%

Z(5%/2) = 2,5%

Luas area keberterimaan (Z) = 50% - 2,5% = 47,5% (sehingga dari tabel distribusi normal diperoleh harga 1,96).

Dari hasil olah data diatas maka supervisor laboratorium memutuskan mengambil data waktu alir CRM di viskometer adalah sebagai berikut :

257,41 detik
 257,50 detik
 257,50 detik
 257,41 detik
 257,44 detik
 257,41 detik
 257,35 detik
 257,28 detik

Selanjutnya data data tersebut di rata rata dan menghasilkan waktu alir = 257,41 detik.

Perhitungan konstanta kapiler vikometer (C) yang baru adalah sebagai berikut :

$$C = \text{ / detik}$$

$$C = 53,97/257,41 = 0,209666 \text{ mm}^2/\text{det}^2$$

VI. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Setelah melalui percobaan di laboratorium didapatkan bahwa harga konstanta kapiler baru untuk viskometer tube CFR 300 adalah 0,209666 mm²/det².
2. Besar penyimpangan dari harga konstanta kapiler yang lama adalah 1,73% .
3. Meskipun viskometer tube tersebut baru, tetapi hasil uji verifikasi dengan CRM masih diperlukan pencarian harga viskometer sebenarnya.
4. Tingkat kebersihan dari viskometer tube ikut menyumbang besarnya penyimpangan pengukuran viskositas kinematik.

Saran

Harga dari konstanta kapiler yang baru dari viskometer tersebut masih perlu di uji coba lagi dengan menggunakan material sisa

hasil uji profisiensi untuk membuktikan tingkat ke akurasiannya.

Setelah diuji dengan menggunakan material sisa uji profisiensi, maka viskometer baru bisa digunakan sebagai viskometer tube uji viskositas kinematik ASTM D 445

DAFTAR PUSTAKA

1. Christie. J. Geankoplis, " Transport Processes and Unit Operations ", 2nd edition, 1983, Allyn and Bacon, USA.
2. ASTM Annual Book, vol. 05.01, 2012, USA.
3. Shirley Dowdy, "Statistics for Research", 3rd edition, 2004, John Wiley & Sons, Inc Publication, USA
4. Poitr Konieczka and Jacek Namiesnik, "Quality Assurance and Quality Control in The Analytical Chemical Laboratory : A Practical Approach", CRC Press, Taylor & Francis group, 2009, New York, USA

*) Penulis :

Widyaiswara Muda Pusklat migas