

Evaluasi Uji Density Metode ASTM D1298 dan D6822

Arluky Novandy
PPSDM Migas Cepu

ABSTRAK

Uji densitas adalah uji yang sangat penting dalam penentuan kualitas suatu bahan bakar, utamanya dalam penentuan adanya kontaminasi di dalam suatu bahan bakar. Dalam pelaksanaannya terdapat 2 (dua) metode yang umumnya digunakan dalam sistem distribusi Bahan Bakar, yaitu metode ASTM D 1298 dan ASTM D 6822. Kedua metode ini tidak hanya memiliki perbedaan dalam pelaksanaan ujinya. Disamping itu berbeda pula dalam penentuan presisi dan cara koreksinya sehingga secara teknis dua uji ini berbeda. Dalam tulisan ini, rekomendasi yang diberikan adalah menggunakan ASTM D 1298 karena terkait dengan presisi alat uji dan adanya koreksi meniscus untuk minyak gelap yang tidak terdapat pada metode uji ASTM D 6822.

Kata Kunci : Densitas, Koreksi, Meniskus, Pembulatan

ABSTRACT

Density of liquid testing is one of the important test to determine quality of fuels, especially for determining contamination of fuels. In the field, we found that many fuel distributors and transporter of fuel are implementing one of these two methods, namely ASTM D 1298 or ASTM D 6822. These two methods have different procedure, consequently, different precision and correction. In this article, the writer recommend that ASTM D1298 is more precise than others due to there is no meniscus correction for opaque liquid stated on ASTM D 6822.

Key Words : Density, Correction, Meniscus, Arrounded

Pendahuluan

Kegiatan distribusi BBM adalah kegiatan penyaluran BBM dari Terminal BBM hingga sampai pada konsumen akhir. Dalam kegiatan pendistribusian BBM ini diperlukan suatu *quality control* untuk mengendalikan mutu dari bahan bakar. Umumnya dalam *quality control* pengendalian mutu lapangan diperlukan uji singkat karena mudah dan cepat dilaksanakan. Uji singkat ini umumnya adalah

uji Densitas dan Penampakan dari BBM, yang meliputi keberadaan air dan partikulat di BBM saat diterima atau saat disimpan di tangki.

Latar Belakang

Metode uji Densitas merupakan metode uji lapangan yang paling banyak digunakan dalam menentukan kualitas bahan bakar, utamanya untuk mendeteksi adanya kontaminasi di bahan bakar. Metode ini sangat sederhana

karena peralatannya yang portable, mudah di bawa, dan mudah didapatkan. Selain itu, metode ini sangat mudah dioperasikan sehingga tidaklah diperlukan keterampilan khusus dalam penggunaannya. Namun saat ini beberapa industri BBM yang bergerak di bidang distribusi BBM banyak menggunakan menggunakan dua metode uji Densitas ini sehingga banyak keraguan akan ke-validan dari kedua metode ini. Utamanya dalam Dalam proses *custody transfer* diperlukan tingkat presisi pengukuran volume yang didasarkan atas data hasil uji densitas dilapangan ataupun di labratorium.

Permasalahan

Apakah tingkat presisi hasil uji dari kedua metode ini sama?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam artikel ini meliputi :

1. Dalam pembahasan ini hanya dibatasi pada uji densitas saja sebagai gambaran umum dari keseluruhan pengujian yang terdapat di ASTM D 6288 dan D 1298
2. Pembahasan hanya mencakup peralatan uji, cara uji, pelaporan hasil uji, dan koreksi-koreksi yang diterapkan pada masing-masing metode.

Tujuan Penulisan

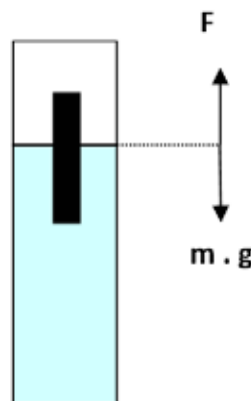
1. Memberikan pengetahuan kepada para pengawas distribusi BBM di BU/BUT tentang signifikansi penggunaan uji Densitas ASTM D 1298 dan ASTM D 6288.
2. Memberikan pengetahuan kepada para Widyaiswara dan Instruktur pengampu materi quality control lapangan dan analisis di laboratorium uji tentang signifikansi penggunaan metode uji ASTM D 1298 dan ASTM D 6288

Tinjauan Pustaka

Prinsip dasar dalam menentukan density dan SG dari suatu zat cair adalah dengan menggunakan *Hukum Archimedes*, yaitu dimana suatu benda yang memiliki volume tetap V dicelupkan kedalam liquidida cair, maka benda yang dicelupkan tersebut akan mengalami *Gaya Angkat* sebesar berat zat cair yang dipindahkan. Gaya Angkat ini merupakan gaya perlawanan yang diberikan oleh zat cair terhadap benda yang dicelupkan. Akibat adanya gaya angkat tersebut, maka benda yang dicelupkan kedalam zat cair akan mengalami 3 kemungkinan, yaitu mengapung, melayang atau tenggelam.

Besarnya gaya angkat dirumuskan sebagai berikut :

$$F = \rho \cdot v \cdot g = m \cdot g$$



Bila hidrometer dicelupkan kedalam suatu contoh uji, maka besar gaya angkat dari contoh uji tersebut adalah

$$F_1 = \rho_1 \cdot v \cdot g$$

Kemudian kita pindahkan hidrometer tersebut kedalam cairan refference yaitu air pada suhu yang sama dan pada tekanan barometer yang sama pula maka kita dapatkan besarnya gaya angkat dari air tersebut adalah

$$F_2 = \rho_2 \cdot V \cdot g$$

Maka akan kita peroleh nilai rasio dari pada dua cairan tersebut, yaitu :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_1 \cdot V \cdot g}{\rho_2 \cdot V \cdot g}$$

Atau :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \text{ (dimensionless)}$$

Dimana :

$F_{1,2}$ = Gaya angkat contoh uji dan air

$\rho_{1,2}$ = Density contoh uji dan air

Rasio dari penyederhanaan persamaan diatas umumnya kita kenal dengan *Specific Gravity* (SG) atau *Relative Density* (RD).

Definisi - Definisi

- Density (Kerapatan) adalah massa zat cair per satuan volume pada 15 °C dan 101,325 Kpa dengan satuan standar pengukuran dalam kilogram per meter kubik
- Relative Density (berat jenis) adalah perbandingan massa sejumlah volume zat pada temperatur tertentu terhadap massa air murni dengan volume yang sama. Pada temperatur yang sama atau temperatur yang berbeda. Umumnya temperatur acuan meliputi 60/60 °F, 20/20 °C, 20/4 °C
- API Gravity (Berat Jenis Api) adalah fungsi khusus dari Specific Gravity (Berat Jenis) pada 60/60 °F dinyatakan dengan :
 $^{\circ}\text{API} = (141,5 / \text{SG } 60/60 \text{ } ^{\circ}\text{F}) - 131,5$

Metode uji ini mencakup penetapan secara laboratorium dengan menggunakan Hydrometer gelas untuk penetapan Density, Relative Density, atau API Gravity suatu minyak mentah, produk minyak bumi atau campuran produk minyak bumi dan produk non minyak bumi, yang biasa ditangani sebagai cairan dan mempunyai tekanan Uap Reid 101,325 Kpa (14,696 psi) atau lebih kecil.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini adalah melalui kajian literatur atau standard ASTM D 6822 dan D 1298

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Metode uji ini mencakup penentuan Densitas, *API Gravity relative glass*, atau *API Gravity*, dan *Relative Density* (RD) dari crude oil, produk crude oil, atau campuran petroleum dan non petroleum product dalam fasa cair dan memiliki tekanan uap RVP 101,325 kPa atau lebih kecil. Nilai density pada temperatur observed dan dikoreksi pada suhu standard 15 °C atau 60 °F dengan menggunakan tabel *standard ASTM D 1250*.

Pembahasan

Pembahasan pada kedua metode uji ini meliputi : peralatan uji, tata cara uji, dan pelaporan hasil uji.

Peralatan uji

Ada beberapa peralatan uji yang di bahas yaitu : termometer dan hydrometer. Peralatan uji kedua metode ini hampir sama, hanya saja peralatan uji hydrometer pada metode ASTM D 6822 dilengkapi dengan termometer di dalamnya, dimana termometer ini memiliki resolusi terkecil 1,0 °C, sedangkan pada ter-



mometer metode uji ASTM D 1298 memiliki resolusi terkecil 0,2 °C untuk ASTM 12C. Sedangkan skala hydrometer relatif sama diantara kedua metode uji ini yaitu dengan subdivisi terkecil 0,5 kg/M³

Tata Cara Uji

Pengujian ASTM D 6822 :

Pengujian density dengan menggunakan metode ASTM D 6822 dilakukan pada temperatur contoh uji 15 °C atau mengikuti persyaratan kondisi uji seperti pada tabel 3 ASTM D 6822 berikut ini bila suhu sample tidak 15°C :

Tabel 3 Limiting Conditions and Test Temperatures

Sample Type	Initial Boiling Point	Other Limits	Test temperature
Volatile	120 °C (250 °F) or Lower		Cool in original closed container to 18 °C (65 oF) or lower
Volatile and viscous	120 °C (250 oF) or Lower	Viscosity too high at 18 °C (65 °F)	Heat to minimum temperature to obtain sufficient fluidity
Non Volatile	Above 120 °C (250 oF)		Use any temperature between -18 °C dan 90 °C (0 and 195 oF) as convenient
Mature with non petroleum products			Test at 15 ± 0,2 °C or 60 ± 0,5 °F

Untuk sample uji yang tidak dikondisikan pada suhu 15 °C, maka besarnya thermal expansion dari hydrometer harus diperhitungkan karena besarnya ekspansi atau kontraksi material gelas hydrometer berbeda dengan saat hydrometer tersebut di kalibrasi pada suhu 15 °C. Perhitungan thermal expansion material hydrometer sebagai berikut :

$$\rho_{corrected} = \rho_{test} \times HYC \dots\dots(1)$$

HYC = hydrometer thermal correction factor

$\rho_{corrected}$ = density uji terkoreksi karena berbeda dengan temperatur kalibrasi

ρ_{test} = density observed hasil pembacaan langsung saat uji sample

Dimana :

$$HYC = 1-0,000023(t-15)- 0,00000002(t-15)^2 \dots\dots(2)$$

Pembacaan skala hydrometer dengan *meniscus correction* dicatat dengan pembulatan mendekati 0,5 kg/M³. Sedangkan pembacaan temperatur sample dilakukan dengan cara mengeluarkan thermohydrometer dengan ujung thermohydrometer masih tenggelam di sample baik untuk sample opaque maupun sample transparant. Pembacaan temperatur sample dibulatkan sampai 0,5 °C terdekat.

Pengujian ASTM D 1298 :

Terdapat perbedaan yang cukup signifikan dalam tata cara pengujian, dimana pengujian dengan metode ASTM D 1298 tidak diperlukan pendinginan sample sampai dengan suhu 15 °C. Bahkan dilakukan pemanasan sample terlebih dahulu sampai suhu 10 °C diatas perkiraan *pour point* nya untuk sample yang mengandung wax atau dipanaskan sedemikian rupa agar sample bersifat *fluid* untuk sample residu yang mudah beku di suhu ambient sehingga hydrometer mudah mengambang dengan bebas. Urutan pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu mencelupkan termometer sampai didapatkan suhu yang konstan dan kemudian suhu sample dicatat dengan pembulatan sampai 0,1 °C terdekat, selanjutnya termometer dikeluarkan dari sample. Langkah selanjutnya dimasukkan hydrometer sampai melayang bebas disample uji, kemudian di catat skala density sample dengan

pembulatan sampai dengan 1/5 atau 1/10 dari total pembagian skala di hydrometer tersebut, kemudian hydrometer dikeluarkan. Selanjutnya termometer dimasukkan kembali ke sample sampai didapatkan suhu konstan, kemudian dicatat suhu sample dengan pembulatan

sampai 0,1 °C terdekat. Bilamana terdapat perbedaan hasil pengukuran suhu sample lebih dari 0,05 °C maka pengujian diulang. Pada pembacaan hydrometer untuk minyak gelap terdapat koreksi meniscus seperti pada tabel 1 ASTM D 1298 berikut ini :

Tabel 1 Recommended Hydrometer

Units	Range		Scale		Meniscus Correction
	Total	Each Unit	Interval	Error	
Density, kg/m ³ at 15 °C	600 - 1100	20	0.2	± 0.2	+0.3
	600 - 1100	50	0.5	± 0.3	+0.7
	600 - 1100	50	1.0	± 0.6	+1.4
Relative Density, 60/60 °F	0.600-1.100	0.020	0.0002	± 0.0002	+0.0003
	0.600-1.100	0.050	0.0005	± 0.0003	+0.0007
	0.600-1.100	0.050	0.001	± 0.0006	+0.0014
Relative Density, 60/60 °F	0.650-1.100	0.050	0.0005	± 0.0005	+0.0007
API Gravity	-1 ±101	12	0.1	± 0.1	-0.1

Sedangkan koreksi pembacaan hydrometer glass akibat *thermal expansion* sama dengan metode ASTM D 6822 seperti pada persamaan (2) diatas.

Pelaporan Hasil Uji

Pelaporan hasil uji Densitas pada ASTM D 6822 setelah dikonversi ke suhu standard 15 oC adalah pembulatan sampai 0,5 kg/M³ terdekat. Sedangkan pelaporan hasil uji densitas dengan metode ASTM D 1298 setelah dilakukan konversi ke suhu standard 15 oC adalah pembulatan sampai 0,1 kg/M³ terdekat.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan :

1. Pengujian Densitas dengan menggunakan metode ASTM D 6822 akan lebih akurat bila sample didinginkan pada suhu referensinya (15 oC atau 60 oF), sedangkan pada metode uji ASTM D 1298 sample tidak harus didinginkan utamanya untuk

minyak jenis residu yang memerlukan pemanasan terlebih dahulu agar hydrometer dapat mengambang bebas.

2. Pada pembacaan hydrometer untuk sample opaque (gelap) metode uji ASTM D 1298 memberikan guidance koreksi meniscus sesuai dengan tabel 1 ASTM D 1298, sedangkan pada metode ASTM D 6822 besarnya koreksi meniscus sebesar +0,5 kg/M³ yang didasarkan atas pengalaman beberapa laboratorium industri migas internasional.
3. Baik metode uji ASTM D 1298 maupun D 6822 menggunakan koreksi thermal expansion hydrometer glass
4. Baik metode ASTM D 6822 maupun D 1298 menggunakan termometer jenis total immersion. Pembacaan termometer sample pada metode uji ASTM D 6822 dilakukan dengan mengangkat hydrometer dari sample dengan ujung hydrometer masih tercelup, sedangkan untuk metode uji ASTM D 1298 temperatur sample dibaca dengan posisi termometer masih ter-

celup di sample.

5. Resolusi terkecil dari termometer ASTM D 1298 adalah 0,2 oC sedangkan pada ASTM D 6822 adalah 1,0 oC.
6. Pembacaan hasil pengukuran temperatur sample untuk metode uji ASTM D 6822 adalah dibulatkan sampai 0,5 oC terdekat, sedangkan untuk metode uji ASTM D 1298 adalah dibulatkan sampai 0,1 oC terdekat.
7. Pembacaan hasil pengukuran density dengan hydrometer metode ASTM D 6822 adalah dibulatkan sampai 0,5 kg/M3, sedangkan pada metode uji ASTM D 1298 adalah dibulatkan sampai dengan 1/5 atau 1/10 dari total pembagian skala di

hydrometer tersebut.

Saran :

1. Dengan adanya beberapa perbedaan yang cukup signifikan dalam pengujian Density dengan menggunakan hydrometer, maka jika keperluan pengukuran Density produk di lapangan adalah untuk custody transfer maka disarankan menggunakan metode uji ASTM D 1298 mengingat tingkat ketelitian dari peralatan uji dari kedua metode tersebut.
2. Dilihat dari segi praktikal di lapangan, yaitu tanpa memerlukan pendinginan, dan jenis-jenis produk yang ditangani, yaitu jenis residu, maka disarankan menggunakan metode uji ASTM D 1298.

Daftar Pustaka

-"Standard Test Method For Density, Relative Density, and API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Thermohydrometer Method, ASTM Designation : D6822 – 02, 2017", USA"
-"Standard Test Method For Density, Relative Density, and API Gravity of Crude Petroleum Products by Hydrometer Method", ASTM Designation : D1298 – 12b, 2017, USA"

*) Widyaiswara Madya PPSDM Migas