

UJI FUNGSI ALAT ANALISIS KARBON – SULFUR MERK LECO CS-744

Lilis Windaryati¹, Pranjono¹, Banawa Sri Galuh¹, Mu'nisatun Solikhah¹

¹Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

Badan Tenaga Nuklir Nasional, Serpong, Banten, Indonesia, 15313
liliswindaryati@batan.go.id, prajono@batan.go.id, srigaluh65@yahoo.co.id,
munisatuns@batan.go.id

ABSTRAK—Telah dilakukan uji fungsi alat analisis karbon–sulfur merk Leco CS-744. Alat analisis karbon - sulfur Leco CS-74 merupakan alat baru. Uji fungsi dilakukan untuk mengetahui kinerja dan kemampuan alat analisis karbon-sulfur meliputi *personal computer* (PC), timbangan analitik, regulator gas dan alat CS-744. Bahan yang digunakan untuk melakukan uji fungsi adalah standar karbon dalam baja dengan kadar C $0,177 \pm 0,003\%$ dan S $0,005 \pm 0,0005\%$; C $0,668 \pm 0,008\%$ dan S $0,0108 \pm 0,0004\%$ serta C $0,811 \pm 0,007\%$ dan S $0,0108 \pm 0,0004\%$. Bahan standar yang digunakan buatan *Leco Corporation* dan mengacu pada SRM dengan sertifikat yang tertelusur. Dari hasil uji fungsi diperoleh hasil neraca analitik, regulator gas, dan alat CS-744 berfungsi sesuai spesifikasi. Hasil analisis standar diperoleh berturut-turut dengan rata-rata dan standar deviasi : C $0,177 \pm 0,0002\%$ dan S $0,0055 \pm 0,0002\%$; C $0,669 \pm 0,0014\%$ dan S $0,0108 \pm 0,0003\%$ serta C $0,810 \pm 0,0017\%$ dan S $0,0064 \pm 0,0005\%$. Ini menunjukkan bahwa alat analisis karbon – sulfur merk Leco CS-744 berfungsi dengan baik sesuai dengan jangkauan ukur yang diijinkan.

Kata Kunci—Uji fungsi , Leco CS-744, *Inframerah*

ABSTRACT-*Instrument functional test on carbon–sulfur analyzer LECO CS-744 has been done. This is a new instrument. Functional test has been done to explore its performance and capability comprehend to personal computer (PC), analytical balanced, gas regulator and CS-744 instrument. Material that used in functional test was carbon standard in iron with several concentration. Three variant concentration carbon standard were used, C at $0.177 \pm 0.003\%$ and S at $0.005 \pm 0.0005\%$; C at $0.668 \pm 0.008\%$ and S at $0.0108 \pm 0.0004\%$ and C at $0.811 \pm 0.007\%$ and S at $0.0108 \pm 0.0004\%$. Standard material made by LECO Corporation and adopted the CRM with traceable certificate. The results show analytical balance, gas regulator and CS-744 instrument works as its specified. The results on standard material for each variant were C at $0,177 \pm 0,0002\%$ and S at $0,0055 \pm 0,0002\%$; C at $0,669 \pm 0,0014\%$ and S at $0,0108 \pm 0,0003\%$ and C at $0,810 \pm 0,0017\%$ and S at $0,0064 \pm 0,0005\%$. These results showed the instrument carbon-sulfur analyzer LECO CS-744 worked properly at its allowable measurement range.*

Keywords—*Functional test, Leco CS-744, infrared*

I. PENDAHULUAN

Alat analisis karbon-sulfur merk Leco tipe CS-744 di Bidang Fabrikasi Bahan Bakar Nuklir merupakan salah satu alat pendukung yang sangat penting dalam uji laboratorium kendali kualitas. Alat ini digunakan untuk menentukan kandungan karbon - sulfur dalam bahan bakar nuklir, logam, biji besi, keramik dan material anorganik lainnya.

Alat ini merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari timbangan analitik, unit pembakaran (*furnace*) dan kontrol pengendali (komputer). Neraca analitik digunakan untuk penimbangan sampel, unit pembakaran untuk pembakaran sampel dan kontrol pengendali untuk mengontrol semua proses analisis. Dalam pelaksanaan analisis menggunakan gas oksigen yang berfungsi sebagai gas *carrier* dan udara tekan sebagai gas *supply* untuk penggerak tempat sampel ke dalam ruang tungku. Tempat sampel yang digunakan berupa krusibel keramik ^[1].

Uji fungsi dilakukan karena alat analisis karbon - sulfur Leco tipe CS-744 ini merupakan alat baru. Uji fungsi ini dilakukan dengan cara melakukan analisis karbon dan sulfur menggunakan standar dari pabrikan Leco USA yang mengacu pada NIST (*National Institute of Standards and Technology*) SRM (*Standard Reference Materials*) dengan sertifikat yang tertelusur. Dengan dilakukan analisis standar ini dapat diketahui unjuk kerja alat analisis karbon - sulfur Leco CS-744.

Alat analisis karbon - sulfur ini difokuskan untuk melihat kandungan karbon di dalam bahan bakar nuklir, seperti tertuang dalam buku kendali mutu yang ada di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental untuk pengujian karbon dengan menggunakan alat analisis karbon sedangkan untuk kandungan sulfur adalah dengan metode lain^[2].

II. TEORI

Alat analisis karbon - sulfur Leco tipe CS-744 merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menentukan kandungan karbon dan sulfur dalam bahan bakar nuklir, logam, biji besi, batuan, keramik dan material anorganik lainnya.



Gambar.1. Alat analisis karbon – sulfur Leco tipe CS-744

Prinsip kerja alat ini berdasarkan pada penyerapan energi *inframerah* (IR) oleh sulfur dioksida (SO_2) dan selanjutnya oleh karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan dari pembakaran bahan. Dengan adanya *accelerator* dan gas oksigen, bahan akan terinduksi, sehingga akan menyebabkan terbakar. Gas-gas hasil pembakaran yaitu gas karbon dan sulfur akan terikat oleh gas oksigen membentuk gas CO_2 dan SO_2 . Energi *inframerah* yang pertama diabsorpsi oleh SO_2 selanjutnya oleh CO_2 pada panjang gelombang yang telah terukur dalam spektrum *inframerah*. Energi diabsorpsi pada saat badan sel dilalui oleh gas oksigen dengan energi *inframerah* ditransmisikan, sehingga pada detektor menerima energi. Oleh karena itu absorpsi energi *inframerah* disetarakan hanya pada sulfur dioksida (SO_2) dan karbon dioksida (CO_2). Konsentrasi SO_2 dan CO_2 dideteksi sebagai perubahan energi pada detektor.

III. METODA

Uji fungsi alat analisis karbon - sulfur Leco CS-744 dilakukan dengan memfungsikan bagian per bagian alat yaitu meliputi bagian *personal computer* (PC), timbangan analitik, regulator gas dan alat CS-744. Sedangkan untuk mengetahui kinerja dan kemampuan alat analisis karbon - sulfur CS-744 dilakukan dengan menganalisis sampel standar.

A. Bahan :

Sampel standar Leco *Carbon Sulfur* (CS) dengan kadar C $0,177 \pm 0,003\%$ dan S $0,005 \pm 0,0005\%$; C $0,668 \pm 0,008\%$ dan S $0,0108 \pm 0,0004$ serta C $0,811 \pm 0,007\%$ dan S $0,0062 \pm 0,0011\%$, katalis *accelerator* (*Lecocel II*) dan *iron Chip*, Gas oksigen serta udara bertekanan.



Gambar.2. (a) Sampel standar karbon – sulfur dan (b) krusibel keramik

B. Peralatan :

Seperangkat alat analisis karbon - sulfur Leco tipe CS-744 yang terdiri dari timbangan analitik, unit pembakaran (*furnace*) dan kontrol pengendali (komputer), krusibel keramik, penjepit sampel, penjepit krusibel, serta sendok katalis.

C. Cara kerja :

1. Uji fungsi alat analisis karbon - sulfur Leco tipe CS-744 dilakukan terhadap bagian per bagian alat, antara lain uji Personal Computer (PC) dan printer, neraca analitik, regulator gas dan alat CS-744. Tahapan - tahapan uji fungsi yaitu :

- a. Uji fungsi PC dan printer
 - a). Tekan tombol power CPU
 - b). Tekan tombol power monitor
 - c). Tekan tombol ON/OFF printer
- b. Uji fungsi timbangan analitik
 - a). Atur posisi air kesetimbangan
 - b). Tekan tombol ON/OFF
- c. Uji fungsi regulator gas
 - a). Regulator gas oksigen
 - b). Regulator gas udara tekan

Masing-masing tabung gas dibuka, knob tabung gas diputar kekiri, atur aliran gas dengan memutar knob regulator kearah kanan, cek kebocoran sambungan selang-selang ke regulator dengan menggunakan busa sabun.

- d. Uji fungsi alat Leco CS – 744
 - a). Uji fungsi bagian elektrik alat dengan cara menaikkan *circuit braker* (CB) di sisi kanan alat atau ON. Fungsi ini akan menghidupkan alat CS-744 yang didalamnya terdapat bagian ruang pembakaran (*furnace*) dan bagian filter-filter gas yang digunakan.
 - b). Uji fungsi bagian *furnace* :
 - Key Leco dimasukkan kedalam lubang USB yang ada di bagian belakang CPU
 - Masuk ke *software* alat dengan cara klik dua kali *Cornestone* pada layar monitor
 - Untuk mengalirkan gas oksigen dan gas udara tekan ke dalam alat, klik simbol gas O₂ pada posisi ON

c). Pemanasan alat

- Cek parameter operasi dengan cara klik *Diagnostic* di layar monitor lalu pilih *Ambient*.
 - Cek kebocoran gas dalam alat, dengan cara klik *Diagnostic* lalu pilih *Leak Check*, kemudian klik *start*
 - Cek sistem alat, dengan cara klik *Diagnostic*, pilih *System Check*, kemudian klik *start*.
 - Cek detektor CO₂ dan SO₂ dengan cara klik *Diagnostic*, klik CO₂/SO₂
 - Cek fungsi *vacuum cleaner* yang berfungsi untuk membersihkan abu sisa-sisa pembakaran yaitu dengan cara mengklik *vacuum* pada layar monitor, selang vakum hitam yang terdapat pada bagian dalam alat dilepas lalu bersihkan bagian *furnace* mana yang akan dibersihkan, jika sudah selesai, kembalikan posisi selang pada tempat semula, kemudian matikan *vacuum cleaner* dengan cara klik *vacuum*
 - Pemanasan alat dilakukan \pm 1 jam
2. Unjuk kerja alat dilakukan dengan menganalisis bahan standar karbon – sulfur. Bahan standar karbon - sulfur terbuat dari baja, dalam bentuk O-ring dengan berat kurang lebih 1 gram dimasukkan ke dalam krusibel keramik, ditambahkan 1 sendok *accelerator* (*Lecocel II*) dan 1 sendok *iron chips*, kemudian diberi tutup krusibel^[3]. *Accelerator* dan *iron chip* digunakan sebagai pemicu dan pemercepat dalam proses pembakaran. Krusibel yang telah berisi bahan standar, *accelerator* dan *iron chip* diletakkan pada *pedestal furnace* (dudukan krusibel). Selanjutnya dimasukkan ke dalam ruang pembakaran dengan cara mengklik *Analyze* pada *display monitor* alat. Sebelum proses analisis, terjadi proses *purging* untuk mengusir gas-gas yang berada di dalam krusibel dan ruang pembakaran. Setelah proses *purging*, bahan standar akan terbakar. Proses pembakaran sampel ditandai dengan nyala warna kuning kemerah-merahan yang terlihat dari sisi depan ruang *furnace*. Proses analisis berlangsung sekitar 60 detik untuk 1 kali pembakaran sampel dan proses selama pembakaran/analisis dapat dilihat di monitor komputer. Bahan standar dianalisis dengan pengulangan sebanyak 5 kali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji fungsi alat analisis karbon - sulfur merk Leco tipe CS-744 semua berfungsi dengan indikasi sebagai berikut :

1. Pada uji fungsi PC dan printer, lampu LED *power* CPU menyala, layar komputer menampilkan *Windows 7* dan lampu LED *power* printer menyala.
2. Pada uji fungsi timbangan analitik, posisi air kesetimbangan tepat berada ditengah, *display* timbangan analitik menyala, warna putih terang dan menunjukkan angka 0.0000 (stabil).
3. Pada uji fungsi regulator gas, masing-masing regulator gas oksigen dan udara tekan tidak mengalami kebocoran. Untuk analisis, masing-masing gas diatur sesuai kebutuhan, yaitu gas oksigen pada tekanan 35 psi, sedangkan gas udara tekan pada tekanan 40 psi.
4. Pada uji fungsi alat Leco CS - 744, *fan* (kipas) pada bagian belakang alat berputar, LED *furnace* menyala berwarna putih terang, *oscillator* menyala (warna kuning), semua parameter operasi yang tertera di *Ambient* harus tidak dalam status tanda seru (!) , keberterimaan untuk *leak check* harus < -5 dan < 5mmHg, hasil *leak check* pada *display* harus menunjuk *passed*, 20 *system check* pada *display* harus menunjukkan hasil *passed*, *display* grafik CO₂/SO₂ tidak menunjukkan penurunan/kenaikan (stabil) dan selang *vacum cleaner* bisa digunakan untuk membersihkan debu sisa-sisa pembakaran.

Alat analisis karbon – sulfur yang sudah selesai di set pada langkah 1 sampai dengan 4, selanjutnya dilakukan untuk menguji kandungan karbon dan kandungan sulfur yang ada dalam sampel standar dengan berbagai macam besaran kandungan yang ada dalam sampel standar.

Hasil analisis kandungan karbon dan sulfur dalam sampel standar dituangkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Analisis Standar Karbon 0,177 dan Sulfur 0,0055

No.	Standar CS (%)	Hasil analisis (%)		Rerata & SD (%)
		Carbon	Sulfur	
1.	C 0,177 ± 0,0003 S 0,0055 ± 0,0005	0,177	0,0054	C 0,177 ± 0,0002 S 0,0055 ± 0,0002
		0,177	0,0055	
		0,177	0,0054	
		0,177	0,0057	
		0,177	0,0056	

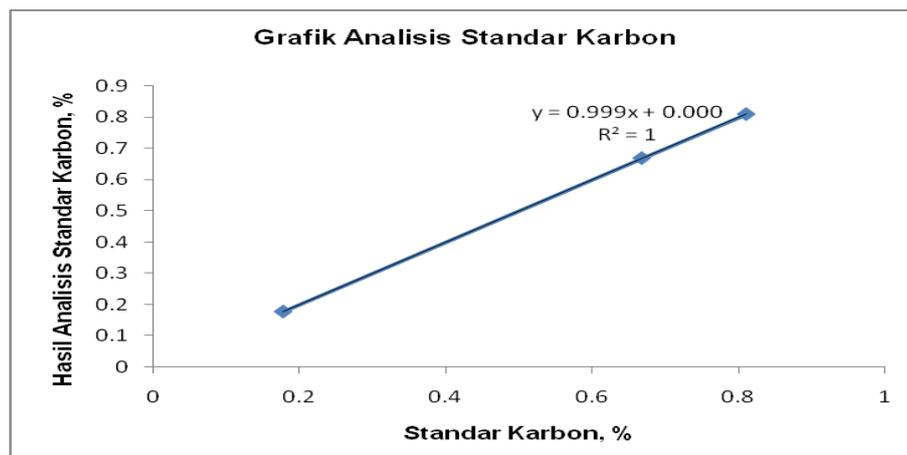
Tabel 2. Data Hasil Analisis Standar Karbon 0,668 dan Sulfur 0,108%

No.	Standar CS (%)	Hasil analisis (%)		Rerata & SD (%)
		Carbon	Sulfur	
1.	C 0,668 ± 0,008 S 0,108 ± 0,0004	0,669	0,108	C 0,669 ± 0,0014 S 0,108 ± 0,0003
		0,671	0,108	
		0,668	0,110	
		0,667	0,111	
		0,670	0,104	

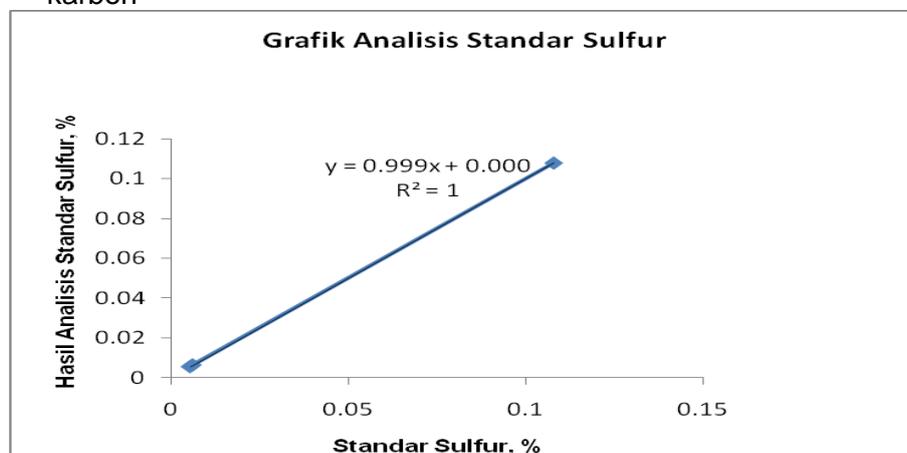
Tabel 3. Data Hasil Analisis Standar Karbon 0,811 dan Sulfur 0,0062%

No.	Standar CS (%)	Hasil analisis (%)		Rerata & SD (%)
		Carbon	Sulfur	
1	C 0,811 ± 0,007 S 0,0062 ± 0,0011	0,808	0,0068	C 0,810 ± 0,0017 S 0,0064 ± 0,0005
		0,810	0,0060	
		0,813	0,0061	
		0,810	0,0062	
		0,810	0,0070	

Dari Tabel 1 sampai dengan Tabel 3 terlihat bahwa seluruh hasil analisis pada masing-masing standar karbon - sulfur diperoleh hasil analisis masih dalam range kandungan karbon dan sulfur yang tertuang dalam sertifikat. Dengan demikian alat tersebut dapat berfungsi dengan baik. Dari data – data yang diperoleh tersebut dibuat grafik hubungan antara standar (%) dengan hasil analisis standar (%). Grafik hubungan antara standar dengan hasil analisis standar dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Grafik hubungan antara standar karbon dengan hasil analisis standar karbon



Gambar 2. Grafik hubungan antara standar sulfur dengan hasil analisis standar sulfur

Dari Gambar 1 dan Gambar 2, dapat dilihat bahwa kedua garis tersebut merupakan garis lurus, dengan persamaan $y = 0,999x + 0,000$ nilai koefisien korelasinya $R^2 = 1$, serta hasil analisis standar dan besarnya standar hampir berimpit. Ini menunjukkan bahwa akurasi alat sangat tinggi atau kesalahan pembacaan alat sangat kecil serta menunjukkan kestabilan dari alat tersebut. Dari persamaan garis yang diperoleh, selanjutnya digunakan untuk menghitung kadar karbon dan sulfur yang sebenarnya dalam sampel analisis.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji fungsi alat analisis karbon - sulfur merk Leco tipe CS-744 sebagai perangkat kendali kualitas yang ada di IEBE maka dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh sistem alat mempunyai kinerja yang cukup baik dan hasil analisis berada dalam range kandungan karbon dan sulfur yang tertuang dalam sertifikat. Ini menunjukkan kestabilan alat dan alat mempunyai akurasi yang sangat tinggi sehingga dengan demikian alat analisis karbon sulfur Leco CS-744 telah siap mendukung kinerja laboratorium kendali kualitas – Bidang Fabrikasi Bahan Bakar Nuklir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Leco, "CS-744 Carbon and Sulfur Analyzer Instruction Manual", Leco Corporation, USA, January 2014.
- [2] Sasongko, H., "Petunjuk Pelaksanaan Kendali Mutu Laboratorium Fabrikasi Bahan Bakar, PTBN Serpong, 1988.
- [3] Leco, "Application Bulletin, Carbon Sulfur in Steel", Leco Corporation, USA, 2013.