

## PENENTUAN KAPASITAS PANAS PADUAN UMo DENGAN DSC

Sutri Indaryati, Yanlinastuti, Iis Haryati  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN, Kawasan Puspiptek, 15311

## ABSTRAK

**PENENTUAN KAPASITAS PANAS PADUAN UMo DENGAN DSC.** Telah dilakukan analisis kapasitas panas terhadap paduan UMo yang terdiri dari U7%Mo, U8%Mo dan U9%Mo, menggunakan alat *Differential Scanning Calorimeter* (DSC). UMo adalah merupakan bahan kandidat untuk pembuatan bahan bakar tingkat muat tinggi, yang akan memperpanjang waktu tinggal bahan bakar di dalam reaktor. Untuk mendukung penelitian tersebut dilakukan analisis kapasitas panas dengan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC), dengan metode *step* pada temperatur 30-450°C, kecepatan pemanasan 5°C/menit dan waktu *delay* 600 detik. Hasil analisis diperoleh untuk U 7% Mo mempunyai kapasitas panas 0,11 - 0,19 J/g°C, U8%Mo mempunyai kapasitas panas 0,03 - 0,16 J/g°C dan U9%Mo mempunyai kapasitas panas paling stabil dengan kapasitas panas 0,09 - 0,15 J/g°C.

## PENDAHULUAN

Reaktor GA-Siwabesy saat ini menggunakan bahan bakar  $U_3Si_2-Al$  tipe pelat produksi Instalasi Produksi elemen Bakar Reaktor Riset (IPEBRR), dengan tingkat muat uranium 2,9 g/cm<sup>3</sup>, dalam perkembangan dilakukan penelitian penggunaan bahan dengan tingkat muat uranium tinggi, bahan bakar  $U_3Si_2-Al$  ini memiliki stabilitas yang tinggi selama digunakan sebagai bahan bakar di dalam reaktor, namun tingkat muat uranium yang dapat dicapai maksimum hanya sekitar 4,8gU/cm<sup>3</sup>, Penelitian dan pengembangan bahan bakar reaktor riset berbasis U-Mo dengan pengayaan uranium < 20%U<sup>235</sup> merupakan program internasional dalam memenuhi tingkat muat uranium antara 8 - 9 gU/cm<sup>3</sup>[1]. Untuk meningkatkan angka muat uranium dilakukan penelitian terhadap paduan serbuk uranium dengan densitas serbuk yang cukup tinggi. Serbuk UMo mempunyai densitas serbuk sekitar 16,4 g/cm<sup>3</sup> (tergantung kadar Mo) sehingga paduan UMo tersebut dengan mudah dapat dibuat menjadi elemen bakar nuklir dengan tingkat muat uranium lebih besar dari 8 - 9 g U/cm<sup>3</sup>, densitas UMo lebih tinggi dari

pada densitas serbuk  $U_3Si_2$  yang mempunyai densitas 12,8 g/cm<sup>3</sup>. Oleh karena itu paduan UMo dapat dijadikan kandidat bahan bakar dengan tingkat muat uranium tinggi. Tingkat muat uranium yang lebih tinggi akan memperpanjang waktu tinggal bahan bakar di dalam reaktor.

Kapasitas panas adalah energi yang dibutuhkan suatu bahan dalam satuan gram untuk menaikkan suhunya 1<sup>o</sup>K, sehingga satuan J/g<sup>o</sup>K, untuk serbuk UMo sebagai bahan bakar diharapkan mempunyai kapasitas panas yang tinggi sehingga bahan tersebut dapat menyerap panas dan sebagai penghantar panas yang baik sehingga tidak terjadi penumpukan panas dalam pelat elemen bakar. Karena jika terjadi penumpukan panas atau terjadi *hot spot* hal ini dapat menyebabkan terjadinya *swelling* pada bahan kelongsong.

Metode pengujian kapasitas panas menggunakan alat DSC Setaram dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode *continue* yaitu suhu pemanasan naik dengan kecepatan tertentu sampai suhu akhir analisis dan metode *step* yaitu tiap kenaikan pemanasan persatu menit



dilakukan *isoterm/suhu diam(delay)* dengan waktu tertentu. Pengujian kapasitas panas paduan UMo dilakukan dengan metode *step* dengan rentang temperatur 30 hingga 450 °C, laju pemanasan 5°C/menit, dengan *delay* tiap *step* 600 detik, dalam media argon UHP. Pengukuran kapasitas panas dilakukan dengan tiga tahap pengukuran dengan krusibel aluminium yaitu,

1. Pengukuran blanko- blanko menggunakan dua buah krusibel kosong
2. Pengukuran blanko – standar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , menggunakan satu buah krusibel kosong dan krusibel yang berisi sampel standar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang diketahui nilai kapasitas panasnya dari sertifikat
3. Pengukuran Blanko – Sampel *Unknown*, menggunakan satu buah krusibel kosong dan krusibel yang berisi sampel *Unknown* yang belum diketahui nilai kpsitas panasnya<sup>(2)</sup>

#### METODOLOGI

##### Bahan :

Paduan U 7%Mo, U 8%Mo dan U 9%Mo, standar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, gas Argon UHP.

##### Alat :

Timbangan analitis, pinset, alat *Differential Scanning Calorimetry* (DSC).

##### Cara Kerja :

Paduan UMo dipotong potong sehingga muat dalam krusibel aluminium,

kemudian sampel ditimbang dalam krus aluminium seberat sekitar 80 mg. sampel dalam krusibel dimasukkan ke dalam *chamber DSC* bersama dengan krusibel kosong sebagai blangko. Selanjutnya *chamber DSC* dialiri gas argon dengan tekanan 2,5 bar, gas argon dengan kecepatan aliran *low* dan *high* selama 5 menit, kemudian aliran *high* gas argon ditutup, sedangkan untuk aliran *low* tetap dialirkan selama proses analisis. Analisis kapasitas panas paduan UMo, dilakukan dengan 3 tahap yaitu pengukuran blanko-blanko, pengukuran blanko – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan blanko – sampel. Selanjutnya dilakukan analisis termal dengan DSC menggunakan metode *step*, dengan rentang temperatur 30°C sampai 450°C, dengan laju pemanasan 5°C/ menit, dan waktu *delay* 600 detik dalam media argon UHP. Analisis kapasitas panas dengan cara kerja seperti tersebut di atas dilakukan juga terhadap paduan U 8%Mo dan U 9%Mo.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

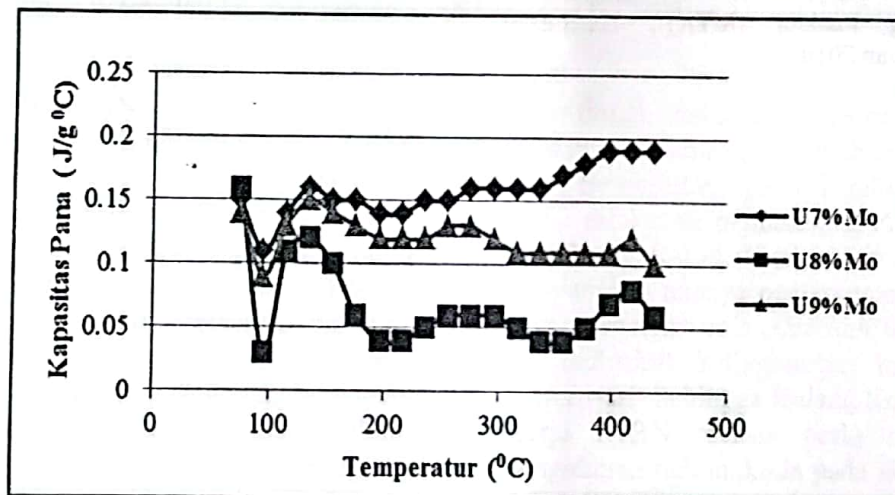
Analisis analisis kapasitas panas ( $C_p = J/g^{\circ}C$ ) pada serbuk UMo, dilakukan dengan alat *Differential Scanning Calorimetry* (DSC), pada kondisi operasi 30-450°C dengan kecepatan pemanasan 5°Cmenit dengan metode *step* dan waktu *delay* 600 detik, yaitu setiap kenaikan suhu 5°C, ada waktu diam selama 600 detik. Hasil yang diperoleh dari analisis termal serbuk UMo adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Analisis Kapasitas Panas Serbuk UMo<sup>(3)</sup>

Temp(°C)	Kapasitas Panas (J/g°C)		
	U7%Mo	U8%Mo	U9%Mo
75.02	0.15	0.16	0.14
95.31	0.11	0.03	0.09
115.46	0.14	0.11	0.13
135.58	0.16	0.12	0.15
155.8	0.15	0.10	0.14



Temp(°C)	Kapasitas Panas (J/g°C)		
	U7%Mo	U8%Mo	U9%Mo
175.94	0.15	0.06	0.13
196.04	0.14	0.04	0.12
216.14	0.14	0.04	0.12
236.36	0.15	0.05	0.12
256.50	0.15	0.06	0.13
276.57	0.16	0.06	0.13
296.67	0.16	0.06	0.12
316.78	0.16	0.05	0.11
336.90	0.16	0.04	0.11
356.97	0.17	0.04	0.11
377.09	0.18	0.05	0.11
397.04	0.19	0.07	0.11
417.13	0.19	0.08	0.12
437.25	0.19	0.06	0.10
SD	0.0202	0.0333	0.0147



Gambar 1 Kapasitas Panas Serbuk UMo

Dari Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa U 7% Mo mempunyai kapasitas panas 0,11 – 0,19 J/g°C, paling tinggi dibanding dengan paduan yang lain, sedangkan U8%Mo mempunyai kapasitas panas 0,03 - 0,16 J/g°C paling kecil dibanding ketiga paduan dan U9%Mo dengan kapasitas panas 0,09 - 0,15 J/g°C, ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan Mo dalam

paduan tidak otomatis menurunkan kapasitas panasnya, paduan U9%Mo mempunyai kapasitas panas lebih stabil .

### KESIMPULAN

Paduan U 7% Mo mempunyai kapasitas panas 0,11 - 0,19 J/g°C, lebih besar dibandingkan dengan paduan U8%Mo mempunyai kapasitas panas 0,03 - 0,16 J/g°C dan U9%Mo dengan kapasitas panas 0,09 - 0,15 J/g°C, paduan U9%Mo mempunyai kapasitas panas lebih stabil.

### DAFTAR PUSTAKA

1. ASLINA GINTING, "Analisa Thermal Pelat Elemen Bakar U<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>-Al variasi Tingkat Muat Uranium", Presentasi Peneliti Muda P2TBDU, Serpong 19-20 November 2002
2. SETARAM, Manual Operation Differential Thermal Analysis Type CS'92, Setaram Franc, 1992.
3. SUPARDJO, "Penelitian Pengembangan Bahan Bakar Dispersi UMo-Al Untuk Bahan Bakar Reaktor Riset Tipe Material Testing Reaktor (MTR)", Hasil-hasil Penelitian 2010

### TANYA JAWAB

Hendro Wahyono

Dari hasil yang diperoleh, 7% Mo, 8% Mo, 9% Mo, Maka 7% memiliki nilai kapasitas panas yang baik. Apakah tidak dilakukan pada kondisi di bawah 7% ?

✓ Sutri Indaryati :

Berdasarkan literature yang ada, bahwa paduan UMo dengan variasi Mo 7%, 8% dan 9% memiliki prospek yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar nuklir disperse, sehingga saat ini dilakukan penelitian terhadap paduan tersebut.