

PENENTUAN KADAR ZIRKONIUM DALAM PADUAN U-Zr MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS DENGAN PENGOMPLEKS ARSENAZO III

Yanlinastuti, Dian Anggraini, S. Fatimah, Yusuf Nampira

Pusat Teknologi Bahan Bakar (PTBN) - BATAN Serpong, 15314
Kawasan Puspiptek Tangerang Selatan
Email : elly_yanli@yahoo.com

ABSTRAK

PENENTUAN KADAR ZIRKONIUM DALAM PADUAN U-Zr MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS DENGAN PENGOMPLEKS ARSENAZO III. Telah dilakukan penelitian penentuan kadar zirkonium dalam paduan U-Zr menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan pengompleks arsenazo III. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan kadar zirkonium dalam paduan U-Zr menggunakan pengompleks arsenazo III dan mencari parameter yang optimum standar zirkonium menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sebelum dilakukan analisis zirkonium dalam paduan U-Zr terlebih dahulu paduan tersebut dilarutkan menggunakan asam florida 1M dan asam nitrat 1M. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa pengompleks arsenazo III dapat digunakan untuk penentuan zirkonium pada konsentrasi 80 ppm dengan serapan maksimum pada panjang gelombang 666,3 nm pada media asam klorida 9N, arsenazo membentuk komplek dengan zirkonium dalam waktu 75 menit setelah reaksi dan stabil selama 120 menit. Sedangkan kurva kalibrasi standar zirkonium merupakan garis lurus dengan persamaan $y = 1,742x - 0,012$ dengan koefisien regresi $r = 0,998$. Pada penentuan zirkonium dalam sampel di dapat kadar zirkonium rata-rata sebesar 5,47% dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 91,12%.

Kata kunci : Arsenazo III, zirkonium, paduan U-Zr dan spektrofotometer UV-Vis

ABSTRACT

DETERMINATION OF ZIRCONIUM CONTENT IN U-Zr ALLOY USING A SPECTROPHOTOMETER UV-VIS WITH COMPLEXING ARSENAZO III. The determination of zirconium in the U-Zr alloys using UV-Vis spectrophotometer with a complexing arsenazo III has been studied. The purpose of this analysis is to determine the levels of zirconium in the U-Zr alloy using complexing arsenazo III and to search the optimum parameters of zirconium standards using UV-Vis spectrophotometer. Prior to the analysis of zirconium in the alloy, U-Zr alloys were first dissolved using acid fluoride 1M and nitric acid 1M. From the experimental results it is obtained that the complexing arsenazo III can be used for the determination of zirconium at a concentration of 80 ppm with a maximum absorption at a wavelength of 666.3 nm, under the media 9N hydrochloric acid where arsenazo form a complex with zirconium in 75 minutes after the reaction and stable after 120 minutes. The standard calibration curve of zirconium is a straight line with equality $y = 1.742x - 0.012$ with a regression coefficient $r = 0.998$. Zirconium determination in the sample can be reported at average of 5.47% with the average accuracy of 91.12%.

Keywords: Arsenazo III, zirconium, U-Zr alloys and UV-Vis spectrophotometer

PENDAHULUAN

Bahan bakar paduan U-Zr telah lama digunakan sebagai bahan bakar dalam reaktor riset, diantaranya reaktor TRIGA (*Training Research and Isotop General Atomic*) di USA. Reaktor TRIGA di Pusat Teknologi Nuklir, Bahan dan Radiometri, Bandung dan Reaktor TRIGA Kartini di Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, Yogyakarta. Hasil penelitian berbagai pihak menunjukkan bahwa bahan bakar U-Zr memiliki karakteristik yang spesifik terutama faktor keamanan yang baik. Bahan bakar paduan U-Zr yang dikembangkan oleh *General Atomic* berupa tipe dispersi, yaitu uranium terdispersi secara homogen sebagai logam bebas di dalam matrik zirkonium. Dipilihnya logam zirkonium sebagai matrik bahan bakar reaktor jenis TRIGA karena zirkonium termasuk logam yang mempunyai tampang lintang absorpsi neutron termal yang rendah, titik leleh tinggi, kekuatan mekanik tinggi, tahan terhadap korosi air dan uap sehingga sangat sesuai untuk digunakan sebagai matrik ataupun bahan struktur dalam reaktor dan meningkatkan fase transisi temperatur didalam uranium^[1,4].

Untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam reaktor, maka paduan U-Zr tersebut harus memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar, terutama kadar zirkonium dalam bahan tersebut, oleh karena itu perlu dianalisis. Beberapa teknik

pengujian dapat digunakan untuk menganalisis kandungan unsur zirkonium, diantaranya teknik spektroskopi serapan atom (SSA), emisi spektroskopi, *fluorosensi* sinar-x (XRF), dan Spektrofotometer UV-Vis^[4]. Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis.

TEORI

Spektrofotometer UV-Vis adalah alat untuk analisa unsur-unsur berkadar rendah secara kuantitatif maupun secara kualitatif. Penentuan secara kualitatif berdasarkan puncak-puncak yang dihasilkan pada spektrum suatu unsur tertentu pada panjang gelombang tertentu, sedangkan penentuan secara kuantitatif berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan dari spektrum senyawa kompleks unsur yang dianalisa dengan pengompleks yang sesuai. Senyawa kompleks yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsenazo III^[2,7]. Aplikasi tersebut sesuai dengan hukum Lambert-Beer yang melandasi penggunaan spektrofotometer, yaitu bila suatu cahaya monokromatis dilewatkan melalui suatu media yang transparan, maka bertambah-turunnya intensitas cahaya yang ditransmisikan sebanding dengan tebal dan kepekaan media yang digunakan.



Gambar 1. Spektrofotometer UV-Vis PERKIN ELMER Lamda 15

Pengukuran konsentrasi cuplikan didasarkan pada hukum *Lambert-Beer*, yang menyatakan hubungan antara banyaknya sinar yang diserap sebanding dengan konsentrasi unsur dalam cuplikan^[3,5], dengan rumus sebagai berikut :

$$A = \log I_0/I \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c \quad (1)$$

A = absorbansi
a = koefisien serapan molar
b = tebal media cuplikan yang dilewati sinar
c = konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan

I_0 = intensitas sinar mula-mula

I = intensitas sinar yang diteruskan

Prinsip kerja spektrofotometri berdasarkan hukum Lambert Beer, bila cahaya monokromatik (I_0) melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut diserap (I_a), sebagian dipantulkan (I_r), dan sebagian lagi dipancarkan (I_t). Aplikasi rumus tersebut dalam pengukuran kuantitatif dilaksanakan dengan cara komparatif menggunakan kurva kalibrasi dari hubungan konsentrasi deret larutan

standar dengan nilai absorbansinya^[6,7]. Konsentrasi cuplikan ditentukan dengan substitusi nilai absorbansi cuplikan ke dalam persamaan regresi dari kurva kalibrasi, dengan persamaan ini konsentrasi sampel terukur dapat ditentukan yaitu

$$Y = ax - b \quad (2)$$

dimana : Y = absorbansi

a = konstanta

x = konsentrasi

b = kemiringan/slope

Untuk menentukan persentase kadar zirkonium dalam paduan U-Zr digunakan formula sebagai berikut.

Persentase (%) zirkonium =

$$\frac{C \times F_p \times V}{B \times 10^6} \times 100 \% \quad (3)$$

C = konsentrasi yang diperoleh ($\mu\text{g/ml}$)

F_p = faktor pengenceran

V = volume pelarutan (mL)

B = berat cuplikan (g)

TATA KERJA

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis Perkin Elmer Lambda 15, neraca analitik, pipet *ependorf*, peralatan gelas kimia dan pemanas.

Bahan

Bahan dan pereaksi yang digunakan adalah paduan U-Zr 6% hasil peleburan, standar zirkonium, arsenazo III 0,1%, asam nitrat 1M, asam florida 1M, asam klorida dan air bebas mineral.

Cara Kerja

A. Penentuan Daerah Panjang Gelombang Optimum

Blanko dimasukkan kedalam dua buah kuvet dengan tujuan untuk me-nol-kan absorbansi lalu tekan *back corect* dan tekan *run*. Setelah alat pada kondisi nol salah satu blanko tersebut dikeluarkan, kemudian masukkan larutan standar zirkonium-arsenazo III 0,1% dengan konsentrasi 0,5 ppm untuk menentukan daerah panjang gelombang optimum, dilakukan dengan penyapuan panjang gelombang dari spektrum 190 nm sampai dengan 900 nm sehingga didapat puncak zirkonium pada panjang gelombang optimum.

B. Penentuan Pengompleks Arsenazo III 0,1% Optimum

Untuk mendapatkan serapan yang maksimum pada pembentukan kompleks antara zirkonium dengan arsenazo III dilakukan variasi konsentrasi arsenazo, dengan cara berikut, dipipet larutan standar zirkonium sebanyak 125 μL (0,5ppm) masukkan kedalam labu takar 25 mL, ditambahkan larutan arsenazo dengan konsentrasi yang bervariasi 20 ppm; 40 ppm; 80 ppm; 120 ppm dan 160 ppm, lalu

ditepatkan sampai volume 25 mL dengan HCl 9N. Larutan siap diukur absorbansinya pada panjang gelombang yang memberikan spektrum optimum.

C. Penentuan Keasaman Larutan Pengompleks Arsenazo III

Pengaruh keasaman larutan pengompleks antara zirkonium dan arsenazo III dilarutkan dengan cara memipet standar zirkonium masing-masing sebanyak 125 μL kedalam labu ukur 25 mL (0,5ppm), kemudian ditambahkan arsenazo III 0,1% 2 mL, selanjutnya ditepatkan hingga tanda dengan keasaman bervariasi 2; 5; 7; 9 dan 10M, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 666,3 nm.

D. Penentuan Waktu Kestabilan Pengompleks Arsenazo III

Pengaruh waktu kestabilan pembentukan kompleks antara zirkonium dan arsenazo III dilakukan dengan memipet larutan standar zirkonium sebanyak 100 μL kedalam labu takar 25 mL, kemudian ditambahkan arsenazo III 0,1% 2 mL, selanjutnya ditepatkan dengan HCl 9N sampai tanda batas. Kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 666,3 nm dengan waktu bervariasi dari 0 menit hingga 3 jam 30 menit dengan slang waktu pengukuran 15 menit.

E. Pembuatan Larutan Kurva Kalibrasi Zirkonium

Pembuatan larutan untuk kurva kalibrasi zirkonium dengan membuat deret standar dari konsentrasi larutan standar zirkonium 100 ppm dipipet masing-masing ke dalam labu ukur 25 mL sebanyak : 0; 10; 25; 50; 100; 125; 200 dan 250 μL , kemudian ditambahkan 2 mL larutan arsenazo III 0,1% ke dalam masing-masing labu takar dan tepatkan sampai batas dengan HCl 9N, larutan dikocok dan diamkan selama 75 menit sehingga terbentuk senyawa kompleks yang sempurna. Kemudian larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 666,3 nm.

F. Pembuatan Larutan Sampel Zirkonium

Paduan U-Zr ditimbang seberat 1,0167 gram, tambahkan HF 1M dan HNO₃ 1M masing-masing 5 mL, kemudian dipanaskan hingga larut, setelah larut dengan sempurna kemudian disaring dan masukkan kedalam labu 50 mL tepatkan sampai tanda batas. Larutan dalam volume 50 mL, diencerkan dengan cara dipipet 1 mL masukkan kedalam labu ukur 10 mL tepatkan sampai tanda batas dengan air bebas mineral, kemudian dipipet 100 μL dari labu ukur 10 mL, masukkan kedalam labu takar 25 mL lalu tambahkan 2 mL arsenazo III 0,1 %. Tepatkan dengan HCL 9N sampai tanda batas, larutan didiamkan selama 1,5 jam sehingga terbentuk senyawa kompleks yang sempurna. Larutan siap

diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 666,3 nm^[7].

G. Pengukuran Standar dan Sampel

Analisis larutan standar dengan variasi konsentrasi diukur untuk membuat kurva kalibrasi yaitu hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi, dan analisis kandungan sampel ditentukan dari nilai absorbansi yang diukur dan disubstitusikan ke dalam persamaan regresi yang dihasilkan dari kurva kalibrasi.

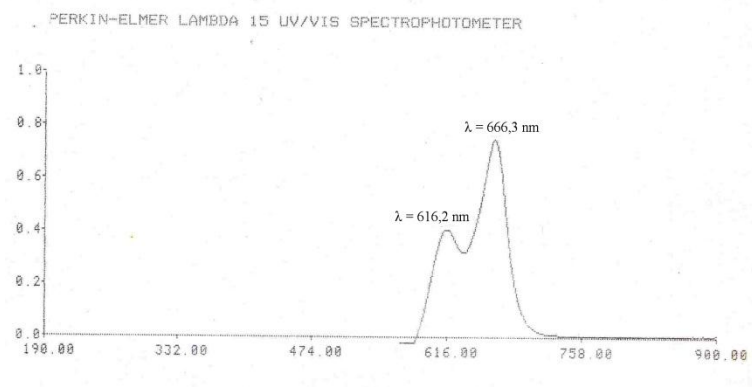
Penentuan panjang gelombang yang optimum menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan pengompleks arsenazo III 0,1% dan zirkonium standar, dilihat serapan maksimumnya pada daerah panjang gelombang 190 sampai dengan 900 nm, ternyata mempunyai serapan maksimum pada panjang gelombang 666,3 nm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya pada

panjang gelombang 666,3 nm ini digunakan untuk pengukuran konsentrasi zirkonium dalam larutan standar dan sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Panjang gelombang optimum

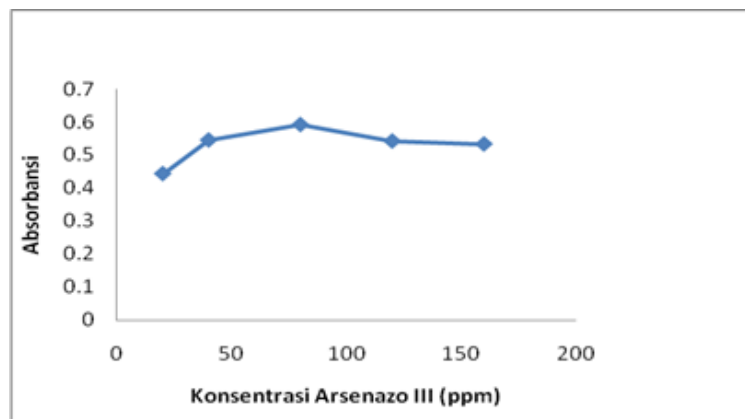
Penentuan panjang gelombang yang optimum menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan pengompleks arsenazo III 0,1% dan zirkonium standar, dilihat serapan maksimumnya pada daerah panjang gelombang 190 sampai dengan 900 nm, ternyata mempunyai serapan maksimum pada panjang gelombang 666,3 nm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya pada panjang gelombang 666,3 nm ini digunakan untuk pengukuran konsentrasi zirkonium dalam larutan standar dan sampel.



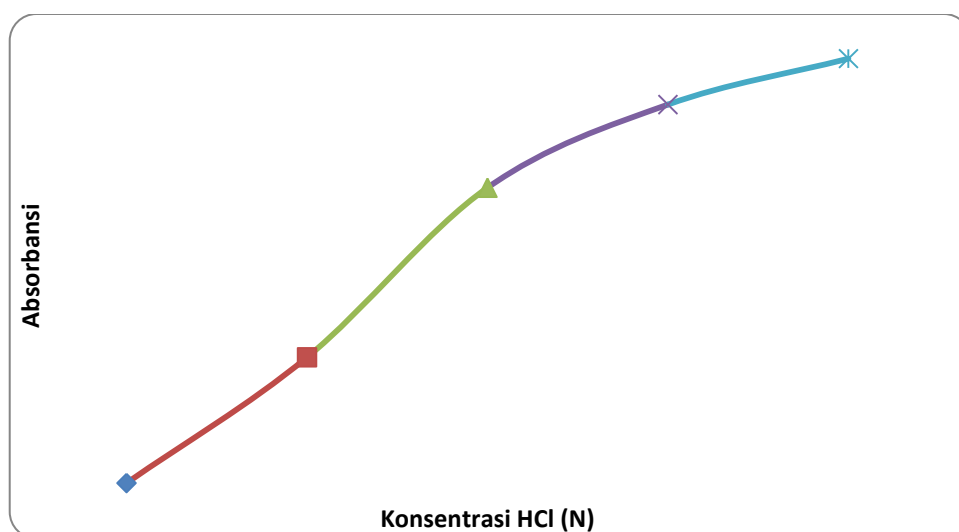
Gambar 1. Spektrum serapan pengompleks zirkonium dan arsenazo III

2. Senyawa kompleks arsenazo III 0,1% dan zirkonium

Gambar 2 menunjukkan bahwa absorbansi yang optimum terdapat pada pengompleks arsenazo III 0,1% dengan konsentrasi 80 ppm. Dipelajari pula pengaruh perbandingan antara pengompleks arsenazo III, perbandingan arsenazo dengan zirkonium yang optimum adalah 80 ppm ditunjukkan pada Gambar 2. Senyawa kompleks didalam air mudah mengalami reaksi hidrolisis, sehingga menyebabkan terjadinya pengurangan kandungan serapan zirkonium yang dianalisis terlihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Pengaruh serapan pengompleks arsenazo dengan zirkonium

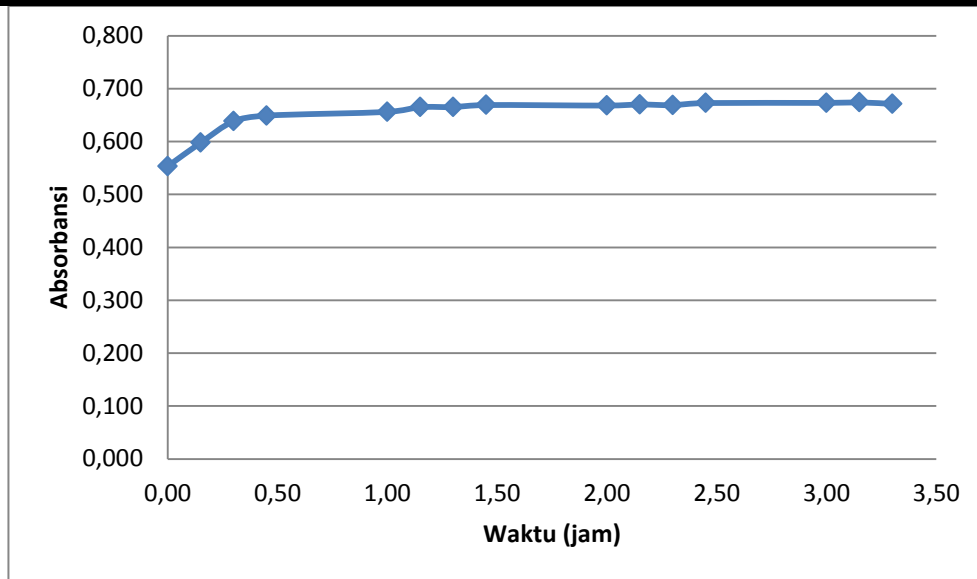


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi keasaman dengan pengompleks arsenazo-zirkonium

1. Pengaruh waktu kestabilan pengompleks arsenazo III

Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 3 pada lampiran 1, tampak bahwa intensitas serapan stabil terjadi setelah 75 menit setelah reaksi dan stabil selama 120 menit semakin lama waktu pengukuran konsentrasi senyawa pengompleks atau larutan berwarna yang

diukur cukup stabil. Hal ini disebabkan bahwa konsentrasi senyawa kompleks arsenazo III dengan zirkonium yang diukur mempunyai kesetabilan, sehingga waktu inilah merupakan waktu yang optimal yang digunakan untuk pengukuran selanjutnya.

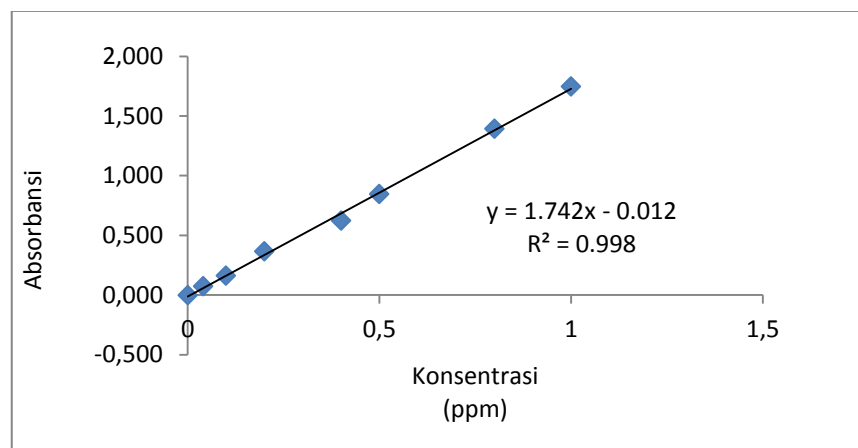


Gambar 4. Hubungan waktu pengompleks dengan zirkonium

1. Kurva kalibrasi

Analisis kurva kalibrasi zirkonium menggunakan alat spektrometer UV-Vis. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata absorbansi dari masing-masing larutan standar, nilai standar deviasi, presisi pengukuran yang diperoleh dari nilai RSD (relatif standar deviasi) secara keseluruhan berada dibawah 5%. Dari larutan standar zirkonium dengan berbagai konsentrasi, masing-masing dibaca absorbansinya dengan UV-Vis dan dibuat kurva

kalibrasi merupakan garis lurus yang menunjukkan hubungan absorbansi dengan konsentrasi dan didapat persamaan $y = 1,742x - 0,012$ dengan koefisien regresi 0,998, yang menyatakan bahwa hubungan antara absorbansi dan konsentrasi sangat kuat, terlihat pada Gambar 5 dan Tabel 4 lampiran 2. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka konsentrasi zirkonium dalam larutan sampel dapat dihitung



Gambar 5. Kurva kalibrasi standar zirkonium

1. Penentuan zirkonium dalam paduan U-Zr
Metoda ini dicoba untuk menganalisis zirkonium dalam paduan U-Zr dalam HCl 9N dengan pengompleks arsenazo III 0,1% pada konsentrasi 80

ppm dan waktu 1,5 jam, dengan panjang gelombang 666,3 nm. Analisis dilakukan sebanyak tiga kali percobaan. Data hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data absorbansi pengukuran sampel zirkonium

Percobaan	Volume sampel (μL)	Absorbansi			Rata-rata	SD	RSD (%)
		1	2	3			
1	100	0,781	0,781	0,780	0,781	0,0006	0,074
2	100	0,784	0,783	0,782	0,783	0,0010	0,128
3	100	0,795	0,794	0,794	0,794	0,0006	0,073
Rata-rata		0,787	0,786	0,785	0,786	0,0007	0,092

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata absorbansi dari masing-masing larutan standar, nilai standar deviasi, presisi pengukuran yang diperoleh dari nilai RSD (relatif standar deviasi) secara keseluruhan rata-rata berada dibawah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa metode dan peralatan yang digunakan untuk analisis zirkonium mempunyai ketelitian yang tinggi. Konsentrasi sampel teoritis diperoleh dari penimbangan dan melarutkan U-Zr (6%) dalam labu 50 mL, kemudian diencerkan

kembali dalam labu 10 mL, dari labu tersebut dipipet 100 μl dimasukkan kedalam labu 25 mL sehingga diperoleh konsentrasi teoritis 0,488 ppm. Dengan memasukkan nilai absorbansi dalam rumus regresi $y=1,742x-0,012$ diperoleh nilai konsentrasi zirkonium sebesar 0,442 ppm. Setelah diperoleh konsentrasi zirkonium berdasarkan perhitungan sehingga diperoleh kadar zirkonium dalam paduan U-Zr sebesar 5,47% dengan tingkat akurasi pengukuran 91,12% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perolehan kadar zirkonium dalam paduan U-Zr 6%

Percobaan	Konsentrasi Zr secara teori (ppm)	Konsentrasi Zr diperoleh (ppm)	% Zr	% Akurasi
1	0,488	0,442	5,43	90,57
2	0,488	0,443	5,45	90,78
3	0,488	0,449	5,52	92,01
Rata-rata		0,445	5,47	91,12
SD		0,003	0,04	0,776

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan menggunakan metoda spektrofotometer UV-Vis dapat disimpulkan bahwa, pengompleks arsenazo III dapat digunakan untuk penentuan zirkonium pada konsentrasi 80 ppm, panjang gelombang optimum 666,3 nm, arsenazo membentuk kompleks dengan zirkonium 75 menit setelah reaksi dan stabil selama 120 menit, dalam media asam khlorida 9N. Kurva kalibrasi standar zirkonium dan arsenazo mempunyai persamaan regresi $y=1,742x-0,012$ dengan koefisien regresi $r = 0,998$. Pada penentuan sampel zirkonium di dapat kandungan zirkonium dalam paduan U-Zr (6%) dengan kadar zirkonium rata-rata sebesar 5,47%, dengan tingkat akurasi pengukuran rata-rata sebesar 91,12%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bp. Ir. Masrukan, MT yang telah memberikan bahan

untuk melakukan penelitian ini, serta pihak yang telah ikut berpartisipasi membantu kelancaran kegiatan ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASLINA BR. GINTING, MASRUKAN, M HUSNA AL HASA. Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Termal Paduan U-Zr Dengan Variasi Kandungan Zr. Buletin Triwulan Daur Bahan Bakar Nuklir, Urania Vol 13 No.3, ISSN 0852-4777, PTBN BATAN, Serpong, Juli 2007.
2. ANONIM, Google, Arsenazo Definition of Arsenazo in the Free Online Encyclopedia.
3. FATIMAH, SYAMSUL, DARMA ARDIANTORO, YOSKASIH. Kinerja spektrofotometer UV-Vis menggunakan metode Quality Control Chart. PTBN BATAN, Serpong, 2008.
4. MASRUKAN, ROSIKA. Perbandingan Hasil Analisis Bahan Bakar U-Zr dengan

- Menggunakan Teknik XRF dan SSA, Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir Urania Vol 14 No. 1, ISSN 0852-4777, PTBN BATAN, Serpong, Januari 2008.
5. NOVIARTY, YUSUF NAMPIRA, SUPARDI, Analisis Zirkonium Secara Spektrofotometer UV-Vis. ISSN 0852-4777, URANIA No. 21/Thn.VI/Januari-April 2000
 6. ANONIM, Perkin Elmer & Co Gmbh, "*Manual Operation UV-Vis Spektrofotometer*", Lambda 15, April 1992.
 7. WULANSARY, RETNO. Laporan Kerja Praktek Penentuan Uranium dengan Pengomplek Arsenazo III Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis Lambda 15, 2009.
 8. WILLIAM A. DUPRAW, A Sample Spectrophotometric Method For Determination Of Zirconium OR Hafnium In Selected Molybdenum-Base Alloys. Nasa TM X-2452, National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C – January 1972

Tabel 1. Senyawa kompleks arsenazo III 0,1% dengan zirkonium

Percobaan	Konsentrasi Arsenazo (ppm)	Absorbansi			Rata-rata
		1	2	3	
1	20	0,440	0,445	0,445	0,443
2	40	0,548	0,545	0,543	0,545
3	80	0,592	0,592	0,593	0,592
4	120	0,542	0,542	0,542	0,542
5	160	0,534	0,533	0,533	0,533

Tabel 2. Data pengaruh keasaman pengompleks arsenazo III dengan zirkonium

Percobaan	HCl (N)	Absorbansi			Rata-rata	SD
		1	2	3		
1	2	0,022	0,024	0,022	0,023	0,001
2	5	0,212	0,212	0,212	0,212	0,000
3	7	0,468	0,467	0,467	0,467	0,001
4	9	0,593	0,592	0,592	0,592	0,001
5	10	0,661	0,661	0,660	0,661	0,001

Tabel 3. Data pengukuran waktu pengompleks dengan zirkonium

Waktu (jam)	Absorbansi					Rata-rata	SD
	1	2	3	4	5		
0,00	0,551	0,552	0,554	0,554	0,555	0,553	0,002
0,15	0,597	0,598	0,598	0,598	0,598	0,598	0,000
0,30	0,639	0,639	0,638	0,638	0,638	0,638	0,001
0,45	0,649	0,649	0,649	0,649	0,649	0,649	0,000
1,00	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,000
1,15	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,000
1,30	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,000
1,45	0,669	0,669	0,669	0,669	0,669	0,669	0,000
2,00	0,668	0,668	0,668	0,668	0,668	0,668	0,000
2,15	0,669	0,669	0,669	0,669	0,668	0,669	0,000
2,30	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,000
2,45	0,673	0,673	0,673	0,673	0,672	0,673	0,000
3,00	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,000
3,15	0,674	0,674	0,674	0,674	0,674	0,674	0,000
3,30	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,000

Tabel 4. Data hasil pengukuran kurva kalibrasi standar zirkonium

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata	SD	RSD (%)
		1	2	3			
1	0,0	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	0,000	0,000
2	0,04	0,072	0,071	0,071	0,071	0,001	0,809
3	0,1	0,159	0,159	0,159	0,159	0,000	0,000
4	0,2	0,363	0,364	0,362	0,363	0,001	0,275
5	0,4	0,621	0,621	0,622	0,621	0,001	0,093
6	0,5	0,844	0,845	0,844	0,844	0,001	0,068
7	0,8	1,393	1,392	1,393	1,393	0,001	0,041
8	1,0	1,747	1,747	1,746	1,747	0,001	0,033