

Identifikasi Unsur Radioaktif Pada Batako Ringan Aerasi Citicon Dengan Metode *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS)

Wahyulianti¹, Ni Nyoman Ratini¹, I Wayan Balik Sudarsana²

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.

²Laboratorium Radiologi, RSUP Sanglah, Denpasar-Bali
Email : nymratini@unud.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi unsur radioaktif pada sampel batako ringan aerasi Citicon. Pada penelitian ini digunakan batako ringan aerasi Citicon sebagai sampel dengan ukuran 1 cm x 3 cm dan proses identifikasinya digunakan metode LIBS. Unsur-unsur radioaktif yang teridentifikasi pada batako ringan aerasi Citicon dengan metode LIBS adalah Th, Ra, dan K. Jumlah intensitas emisi foton pada panjang gelombang masing-masing unsur adalah Th pada panjang gelombang 396,710 nm sebesar 62,33 a.u, Ra pada panjang gelombang 620,033 nm sebesar 1,67 a.u, dan K pada panjang gelombang 766,497 nm sebesar 72,75 a.u.

Kata Kunci : Unsur radioaktif, batako ringan aerasi Citicon, panjang gelombang.

Abstract

Research has been done to identify the radioactive elements in the Citicon aerated lightweight concrete block sample. In this research used a Citicon aerated lightweight concrete block as a sample with 1 cm x 3 cm in size and identification process used LIBS method. Radioactive elements identified in Citicon aerated lightweight concrete block the LIBS method were Th, Ra, and K. The number of photon emission intensity at the wavelength of each element is 396.710 nm, 620.033 nm, and 766.497 nm respectively by 62.33 a.u, 1.67 a.u, and 72.75 a.u.

Key Words : Radioactive elements, Citicon aerated lightweight concrete, wavelength.

I. PENDAHULUAN

Sumber radiasi alam menjadi penyumbang dosis radiasi terbesar bagi manusia. Dosis radiasi yang diterima tubuh manusia per tahun 85,49 % berasal dari radiasi alam, seperti radiasi eksternal (sinar kosmik dan sinar gamma) dan radiasi internal melalui ingesi dan inhalasi (UNSCEAR, 2010). Keberadaan radiasi alam di dalam ruangan disebabkan oleh bahan-bahan bangunan seperti semen, pasir, kapur, batu bata, dan batako yang mengandung radionuklida alam uranium,

thorium, dan kalium serta hasil peluruhannya.

Batako ringan aerasi sebagai bahan bangunan telah banyak diproduksi di Indonesia diantaranya batako ringan aerasi hebel dan batako ringan aerasi Citicon. Penelitian yang telah dilakukan dengan alat ukur *Continuous Radon Monitor Model 1027* adalah mengukur konsentrasi radiasi radon yang berdifusi keluar dari batako ringan aerasi hebel. Laju lepasan radon dapat diperoleh setelah nilai konsentrasi radon pada batako ringan hebel diketahui. Dari

penelitian diperoleh besar konsentrasi radon dalam batako ringan aerasi hebel non plester sebesar $11,1 \text{ Bq/m}^3$ dan nilai laju lepasan radon non plester sebesar $1,12 \text{ Bq/m}^2 \text{ jam}$. Pengecatan pada batako ringan hebel akan menurunkan konsentrasi radon sebesar $< 3,7 \text{ Bq/m}^3$ dan laju lepasan radon menjadi $< 0,37 \text{ Bq/m}^2 \text{ jam}$ (Dewi, 2006). Sedangkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Suselyani (2006) dengan alat ukur spektrometer gamma untuk mengukur konsentrasi radionuklida alam ^{226}Ra , ^{228}Th dan ^{40}K dari batako ringan aerasi hebel. Kandungan konsentrasi radionuklida alam ^{226}Ra pada hebel sebesar $(25,11 \pm 0,32) \text{ Bq/kg}$. Konsentrasi ^{228}Th sebesar $(31,82 \pm 0,41) \text{ Bq/kg}$. Konsentrasi ^{40}K sebesar $(28,28 \pm 0,29) \text{ Bq/kg}$. Paparan radiasi gamma dari perhitungan didapatkan nilainya sebesar $0,25 \text{ mSv/tahun}$.

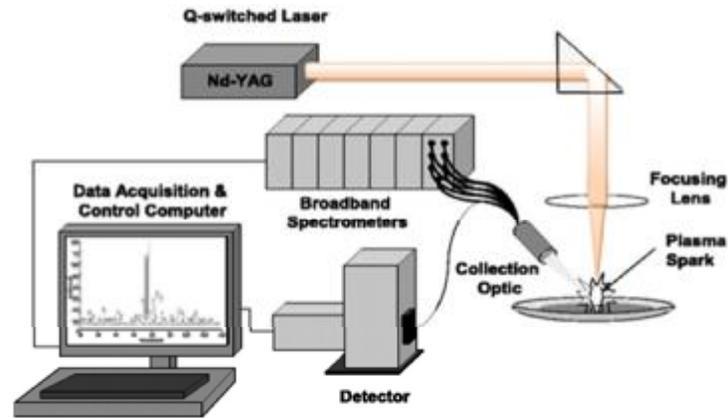
Batako ringan aerasi Citicon merupakan batako ringan aerasi jenis *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) yang terbuat dari pasir silika, semen, kapur, dan aluminium pasta. Dengan standar *Deutsche Industrie Norm* (DIN), batako ini diproduksi menggunakan teknologi Jerman sehingga lebih ekonomis dibandingkan dengan produk sejenisnya. Batako ringan aerasi Citicon mempunyai karakteristik khusus, yaitu ukuran presisi, bersudut siku, tahan api dan air, ringan, kuat, dan memiliki permukaan rata dan halus (www.bataCiticon.com, 2013).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas perlu dilakukan penelitian identifikasi unsur radioaktif pada batako ringan aerasi Citicon. Pada penelitian ini, sampel dari batako ringan aerasi Citicon dianalisis dengan metode LIBS (*Laser Induced Breakdown Spectroscopy*) untuk mengidentifikasi unsur-unsur radioaktif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) merupakan peralatan spektroskopi emisi atomik yang menggunakan laser sebagai sumber energi ablasi. Laser difokuskan ke permukaan sampel melalui lensa sehingga sebagian sampel akan terablasikan dan terbentuk plasma. Plasma berisikan elektron-elektron, atom-atom netral, ion-ion dan atom-atom tereksitasi. Komponen-komponen utama pada LIBS yaitu Laser dan spektrometer. Laser yang digunakan adalah laser Nd-YAG (*Neodyum doped Yttrium Aluminium Garnet*). Spektrometer pada LIBS merupakan peralatan yang berisikan monokromator sebagai penyeleksi panjang gelombang cahaya yang masuk dan perangkat lunak untuk mengalisis dan mengidentifikasi unsur. Rangkaian LIBS dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Monokromator yang dipakai pada LIBS ini adalah tipe HR 2500+ dengan spesifikasi: *spectrometer range* 200-980 nm, resolusi 0.1 nm (FWHM), 7 detektor CCDs *with a combined* 14336 Megapiksel, sedangkan perangkat lunak yang dipakai OOILIB dan addLIBS. Dengan spesifikasi tersebut maka spektrometer yang ada di laboratorium MIPA Universitas Udayana dapat memisahkan unsur-unsur dengan jelas. Perangkat lunak OOILIB digunakan untuk mensinkronisasi waktu deteksi antara waktu terbentuknya plasma dengan waktu pendeteksian. Waktu ini disebut waktu tunggu deteksi (*delay time detection*). Sedangkan perangkat lunak addLIBS digunakan untuk analisis spektrum dari plasma yang terdeteksi. Spektrum yang dihasilkan merupakan intensitas emisi atom fungsi panjang gelombang (Sinaga, 2013).



Gambar 2.1 Rangkaian LIBS [Sumber: Harmon, 2005]

Panjang gelombang yang ditangkap detektor akan ditampilkan dalam bentuk spektrum. Panjang gelombang tersebut diperoleh berdasarkan persamaan yang dirumuskan oleh Planck (Serway, 2005):

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (4.1)$$

di mana:

E = Energi (J)

λ = Panjang gelombang (m)

h = Konstanta Planck ($6,63 \times 10^{-34}$ Js)

c = Cepat rambat cahaya (3×10^8 m/s)

Batako ringan (*lightweight concrete*) dibagi menjadi dua jenis yaitu batako ringan aerasi/berpori (*aerated concrete*) dan batako ringan *non aerated*. Batako ringan aerasi adalah batako yang dibuat sehingga strukturnya banyak terdapat pori-pori, batako jenis ini diproduksi dengan bahan baku dari campuran semen, pasir, gipsum, CaCO₃ dan katalis aluminium. Batako ringan aerasi dikenal ada 2 (dua) jenis: *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Keduanya didasarkan pada gagasan yang sama yaitu menambahkan gelembung udara ke dalam mortar yang akan mengurangi berat batako yang dihasilkan. Perbedaan batako ringan AAC dengan CLC dari segi proses pengeringan, yaitu AAC mengalami pengeringan dalam oven autoklaf bertekanan tinggi sedangkan batako ringan jenis CLC mengalami proses pengeringan alami. CLC sering disebut juga sebagai *Non-Autoclaved Aerated Concrete* (NAAC). Contoh

batako ringan aerasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Batako ringan aerasi Citicon AAC

[Sumber: www.bataCiticon.com, 2013].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan persiapan bahan dan peralatan, bahan yang dipakai dalam penelitian adalah sampel batako ringan aerasi Citicon dengan ukuran 1 cm x 3 cm. Peralatan yang digunakan adalah LIBS untuk mengidentifikasi unsur-unsur radioaktif. Prosedur penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap persiapan dan tahap pengujian.

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini bahan dan alat dipersiapkan

2. Tahap pengujian

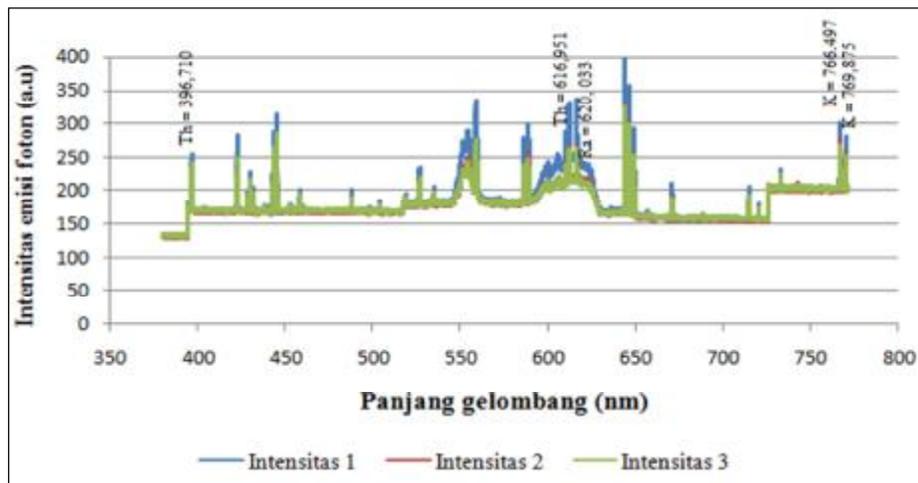
Pengujian dan identifikasi kandungan unsure radioaktif pada sampel batako ringan aerasi Citicon dilakukan dengan metode LIBS. Proses pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Sampel batako ringan aerasi Citicon dengan ukuran 1 cm x 3 cm diletakkan ditempat objek yang ada dalam LIBS, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1
- b) Laser Nd: YAG ($\lambda=1064$ nm, lebar pulsa 7 ns) difokuskan pada permukaan sampel batako ringan aerasi Citicon
- c) Laser dengan energi 100 mJ ditembakkan kepermukaan sampel batako ringan aerasi Citicon dan membentuk plasma
- d) Emisi plasma unsur-unsur radioaktif ditangkap oleh spektrometer tipe HR 2500⁺ (*spectra range 200-980 nm with 7 channel*) dengan menggunakan detektor sebanyak 7, 2048 *element linier silicon CCD arrays*, total 14336 Megapiksel, setelah itu diproses dengan *software OOILIBS* untuk menampilkan spektrum intensitas emisi atom fungsi panjang gelombang dan addLIBS untuk menganalisis spectrum
- e) Intensitas emisi atom diubah dalam bentuk angka ke dalam *microsoft Excel*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis suatu unsur dengan LIBS didasarkan pada spektrum intensitas fungsi panjang gelombang dari plasma yang ditangkap spektrometer. Jenis unsur dalam sampel dinyatakan berdasarkan panjang gelombang. Pada penelitian ini, energi laser yang digunakan 100 mJ. Analisis kualitatif suatu unsur dengan metode LIBS didasarkan pada nilai panjang gelombang emisi foton yang dihasilkan oleh transisi elektron dari suatu unsur. Peralatan LIBS yang digunakan di laboratorium bersama FMIPA Universitas Udayana menggunakan spektrometer HR 2500⁺ dengan CCD (*Charge Coupled Device*) sebagai detektor yang menangkap panjang gelombang suatu unsur.

Data yang diperoleh dari analisis metode LIBS pada sampel batako ringan aerasi Citicon dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1. Rentang panjang gelombang yang digunakan yaitu 197,9267 nm sampai 770,0486 nm. Penentuan nilai panjang gelombang unsur berdasarkan nilai probabilitas transisi elektron yang paling tinggi. Berdasarkan database NIST bahwa probabilitas transisi elektron paling tinggi pada penelitian ini adalah unsur Th, Ra dan K seperti diperlihatkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Grafik intensitas dan panjang gelombang unsur.

Tabel 4.1 Panjang gelombang berdasarkan database NIST (Sansone, 2005).

Unsur	Energi Level Awal (cm^{-1})	Energi Level Akhir (cm^{-1})	Panjang Gelombang (nm)
Thorium (Th)	4961,659	30160,003	396,73921
	4961,659	21165,096	616,98221
Radium (Ra)	13993,97	30117,780	620,03000
Potassium (K)	0,000	13042,876	766,48991
	0,000	12985,170	769,89645

Panjang gelombang unsur radioaktif yang ditangkap oleh CCD digunakan dari rentang 197,9267 nm sampai 770,0486 nm dengan tiga intensitas masing-masing yang dihasilkan dari tiga kali tembakan laser, data panjang gelombang kemudian dicocokkan dengan panjang gelombang yang ada pada Tabel 4.1 dengan kesalahan maksimum yang diizinkan CCD sebesar 0,1 nm menurut spesifikasi (sinaga, Declarossy Nathalie, 2013), sehingga diperoleh data unsur. Kemudian pada masing-masing panjang gelombang, intensitas puncak dikurangi dengan intensitas *background* dan diperoleh jumlah intensitas pada masing-masing panjang gelombang. Unsur-unsur radioaktif pada sampel batako ringan aerasi Citicon dapat diidentifikasi, dan untuk unsur yang memiliki lebih dari satu panjang gelombang, dipilih panjang gelombang yang mempunyai intensitas paling tinggi (Cremers, 2006). Sehingga panjang gelombang dan rata-rata intensitas yang dihasilkan dari metode LIBS dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Penelitian untuk identifikasi unsur radioaktif dengan metode LIBS diperoleh hasil unsur radioaktif K mempunyai jumlah intensitas emisi foton paling tinggi sebesar 72,75 a.u. Sedangkan Th dengan jumlah intensitas emisi foton sebesar 62,33 a.u, dan Ra dengan intensitas emisi foton sebesar 1,67

Tabel 4.2 Unsur-unsur radioaktif dari sampel batako ringan aerasi Citicon

Nama unsur	Panjang Gelombang (nm)	Rata-rata intensitas emisi foton (a.u)
Th	396,710	62,33
Ra	620,033	1,67
K	766,497	72,75

a.u. Penelitian ini memperoleh hasil unsur radioaktif yang sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Suselyani yang menggunakan batako ringan aerasi hebel, yaitu unsur Th, Ra, dan K.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu, unsur-unsur radioaktif yang teridentifikasi pada batako ringan aerasi Citicon dengan metode LIBS adalah Th, Ra, dan K. Jumlah intensitas emisi foton pada panjang gelombang masing-masing unsur adalah Th pada panjang gelombang 396,710 nm sebesar 62,33 a.u, Ra pada panjang gelombang 620,033 nm sebesar 1,67 a.u, dan K pada panjang gelombang 766,497 nm sebesar 72,75 a.u.

DAFTAR PUSTAKA

Cremers, David A., and Leon J. Radziemski. 2006. *Handbook of Laser-Induced*

- Breakdown Spectroscopy*. New York: John Wiley & Sonx, Ltd.
- Dewi, Poetri A.. 2006. *Perkiraan Paparan Radiasi Internal Gas Radon dari Pemakaian Beton Ringan Aerasi Hebel Untuk Bahan Bangunan*. Skripsi. Bogor: IPB.
- Harmon, Russell. S., Frank C. De Lucia, Andrzej W. Miziolek, Kevin L. McNesby, Roy A. Walters and Patrick D. French. 2005. *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) – An Emerging Field-Portable Sensor Technology For Real-Time, In-Situ Geochemical and Environmental Analysis*. Vol. 5, 21-28. London: The Geological Society of London.
- Sansonetti, J. E., and Martin W. C.. 2005. *Handbook of Basic Atomic Spectroscopic Data*. J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 34, No. 4, hal. 1933-2093. National Institute of Standards and Technology (NIST). New York: American Institute of Physics.
- Sinaga, Declarossy Nathalie. 2013. *Analisis Unsur Pb dan Ag dengan LIBS Melalui Metode Elektrolisis*. Skripsi. Jimbaran: Universitas Udayana.
- Serway, Moses, and Moyer. 2005. *Modern Physics Third Edition*. New York: Thomson Learning, Inc.
- Suselyani, Tarpiah. 2006. *Perkiraan Paparan Radiasi Eksternal dari Pemakaian Beton Ringan Aerasi Hebel Untuk Bahan Bangunan*. Skripsi. Bogor: IPB.
- UNSCEAR. 2010. *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2008 Report to the General Assembly. Sources and Effects of Ionizing Radiation Vol.1*. New York: United Nations.
- _____, 2013. *Citicon Bata Ringan*. www.bataCiticon.com. Diakses pada tanggal 18 Juni 2014.