

Uji XRF dan XRD pada Bahan Mineral Batuan sebagai Sumber Material Perisai Radiasi (SiO_2 , PbO , Fe_2O_3)

Muhammad Iryadin*, Nurlaela Rauf, Dahlang Tahir

Departemen Fisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang uji XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*) pada bahan mineral batuan sebagai sumber material perisai radiasi (SiO_2 , PbO , dan Fe_2O_3). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kandungan unsur (SiO_2 , PbO , dan Fe_2O_3) di dalam bahan alam (batuan), khususnya sebagai sumber material perisai radiasi. Dalam penelitian ini dilakukan penghalusan terhadap bahan alam (batuan) tersebut dengan mortar dan diayak dengan ukuran 61 *mesh* ~250 *mikron*. Selanjutnya bahan alam (batuan) diuji menggunakan fluoresensi sinar-X (XRF) dan difraksi sinar-X (XRD). Hasil XRF menunjukkan kandungan unsur utama SiO_2 , PbO , dan Fe_2O_3 di dalam bahan alam (batuan). Kandungan SiO_2 berturut-turut untuk sampel 1, sampel 2, dan sampel 3 adalah 39,74%, 45,91%, dan 57,79%, kandungan PbO sebesar 16,31%, 12,64%, dan 24,34%, terakhir kandungan Fe_2O_3 yaitu 29,79%, 27,48%, dan 10,50%. Hasil XRD juga menunjukkan bahwa unsur SiO_2 adalah unsur yang dominan dalam batuan.

Kata Kunci: material perisai radiasi, SiO_2 , PbO , Fe_2O_3 , bahan alam, XRF, XRD.

1. PENDAHULUAN

Tubuh manusia yang terkena radiasi dapat menyebabkan sel-sel pada tubuh mengalami kerusakan atau perubahan struktur¹. Akselerator dan reaktor nuklir merupakan sumber-sumber penghasil radiasi yang mampu memancarkan partikel-partikel yang bermuatan maupun yang tidak bermuatan, seperti sinar *alpha*, sinar *beta*, sinar *gamma*, dan neutron, serta partikel-partikel lainnya yang menghasilkan interaksi dengan materi yang dilewatinya. Oleh karena itu, dibutuhkan perisai radiasi yang berfungsi sebagai proteksi radiasi².

Prinsip proteksi radiasi yaitu meminimalisir bahaya radiasi, sehingga tingkat radiasinya tidak melebihi dosis yang diizinkan. Faktor-faktor yang berpengaruh yaitu seperti jarak dari sumber radiasi, lamanya waktu eksposi radiasi dan faktor perisai radiasi². Beberapa material seperti SiO_2 , PbO , dan Fe_2O_3 dapat digunakan sebagai perisai radiasi. Timbal (Pb) memiliki kemampuan yang sangat besar sebagai perisai radiasi yang disebabkan oleh pesawat sinar-X di bidang kedokteran. Dari segi biaya, harga bahan timbal sangat mahal dan diperlukan pengerjaan khusus³. Timbal memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia, contohnya timbal digunakan dalam industri kabel, baterai, insektisida, dan bahan pembuat pipa. Timbal dinilai sebagai salah satu bahan penahan radiasi yang paling baik sampai saat ini⁴.

Mineral merupakan senyawa yang terbentuk dari gabungan beberapa atom. Sedangkan batuan terbentuk dari gabungan beberapa mineral⁵. Ada beberapa perusahaan perorangan yang telah melakukan penelitian tentang adanya mineralisasi pada wilayah Dompu yang merupakan bagian dari pulau Sumbawa, sehingga diperoleh informasi bahwa adanya mineral seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), dan emas (Au)⁶. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur mineral SiO_2 , PbO , dan Fe_2O_3 di dalam batuan adalah dengan melakukan uji *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan uji XRF dan XRD pada batuan sebagai sumber material perisai radiasi (SiO_2 , PbO , dan Fe_2O_3).

2. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari bahan alam berupa batuan yang masing-masing diperoleh di daerah Wawo dan Dompu, Nusa Tenggara Barat. Bagian kecil dari setiap sampel disiapkan untuk dihaluskan dengan mortar menjadi serbuk. Serbuk diayak dengan ukuran 61 *mesh* ~250 *mikron*, lalu dilakukan uji XRF dan XRD terhadap serbuk dari masing-masing sampel. Uji XRF dan XRD dilakukan di Laboratorium Science Building, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar. Hasil XRF masing-masing sampel dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan, sedangkan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam sampel.

Dalam penelitian ini, uji XRD dilakukan pada sudut pendek $5^\circ - 60^\circ$. Hal ini dimaksudkan sebagai uji awal untuk identifikasi kandungan PbO , SiO_2 , dan Fe_2O_3 di dalam sampel, sebagai bahan material perisai radiasi.

*E-mail: muh.iryadin05@gmail.com

Ukuran kristal dihitung dengan rumus Scherrer yang dianggap sebagai nilai yang representatif⁷. Persamaan Scherrer yang digunakan adalah sebagai berikut⁸:

$$D_s = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

3. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Hasil uji XRF

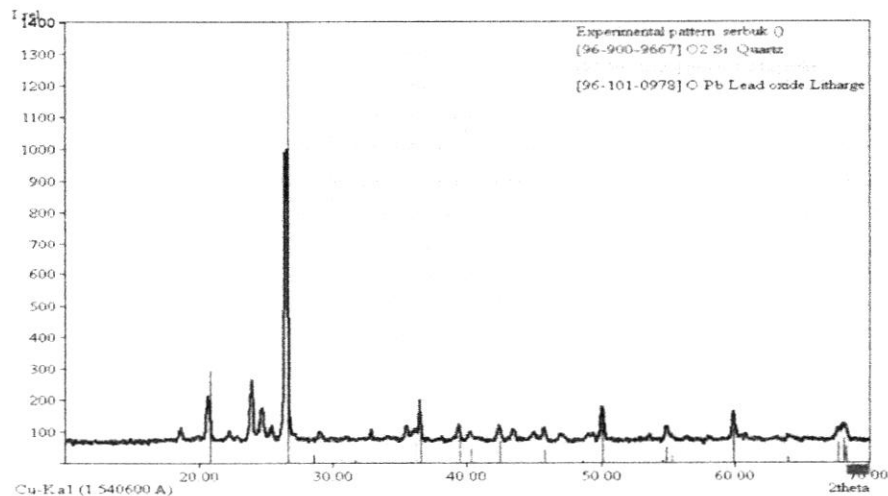
Data yang diperoleh dari hasil pengujian menggunakan XRF untuk ketiga sampel berupa hasil analisis kualitatif dan kuantitatif. Hasil analisis kualitatif yaitu mengidentifikasi jenis unsur yang terkandung dalam sampel menurut hasil uji XRF. Analisis kuantitatif yaitu mengidentifikasi jumlah unsur yang terkandung dalam sampel berupa konsentrasi unsur sampel yang diuji. Hasil analisis XRF dapat dilihat dalam Tabel 1 yang mengidentifikasi jenis unsur yang terdeteksi oleh sinar-X berupa unsur Si, Fe, Pb, Cu, Zn dan Mn dengan nilai konsentrasi yang dominan dan bervariasi untuk ketiga sampel yang diteliti. Hasil XRF sampel disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji XRF sampel batuan.

Unsur	Batuan		Sampel 3	Oksida	Batuan		Sampel 3
	Sampel 1	Sampel 2			Sampel 1	Sampel 2	
Si	18,58	21,46	27,02	SiO ₂	39,74	45,91	57,79
Fe	20,84	19,22	22,60	Fe ₂ O ₃	29,79	27,48	10,50
Pb	15,15	11,74	7,34	PbO	16,31	12,64	24,34
Cu	3,86	4,56	1,46	CuO	4,83	5,71	1,49
Zn	3,15	2,71	1,43	ZnO	3,93	3,38	1,78
Mn	1,88	1,85	-	MnO	2,43	2,39	-
K	0,899	0,605	0,315	K ₂ O	1,08	0,729	0,380
Px	0,422	0,44	-	P ₂ O ₅	0,422	1,00	-
Ca	0,416	0,321	1,46	CaO	0,582	0,450	2,04

Dari hasil uji XRF pada Tabel 1, sampel 1 memiliki kandungan SiO₂ 39,74%, Fe₂O₃ 29,79%, dan PbO 16,31% dan sampel 2 memiliki kandungan SiO₂ 45,91%, Fe₂O₃ 27,48%, dan PbO 12,64%. Sedangkan sampel 3 memiliki kandungan SiO₂ 57,79%, Fe₂O₃ 10,50%, dan PbO 24,34%.

3.2 Hasil uji XRD



Gambar 1. Difraktogram sinar-X batuan Dompu.

Dari hasil analisis XRD pada Gambar 1, diketahui bahwa mineral yang terkandung pada batuan Dompu yaitu SiO_2 , Fe_2O_3 , PbO . Mineral yang terkandung pada batuan yang ditandai bar warna merah adalah unsur SiO_2 berdasarkan JCPDS nomor 96-900-9667, bar warna hijau adalah unsur Fe_3O_4 berdasarkan JCPDS nomor 96-900-2325, dan bar warna hitam adalah unsur PbO berdasarkan JCPDS nomor 96-101-0978.

Sudut 2θ sekitar 26° adalah puncak senyawa SiO_2 , sudut 2θ sekitar 37° adalah puncak senyawa Fe_2O_3 , dan sudut 2θ sekitar 29° adalah puncak senyawa PbO . Hasil perhitungan ukuran kristal dari unsur senyawa yang terkandung di dalam sampel ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus Scherrer.

No.	Sudut (2θ)	FWHM (β)	D_S (nm)
1	26.4446	0.3424	28.32
2	23.8433	0.3042	27.83
3	20.6243	0.3605	25.71
Rata-rata			27.28

Tabel 2 menunjukkan ukuran kristal dari unsur senyawa SiO_2 pada sudut pendek 2θ berkisar $20^\circ - 26^\circ$ dengan ukuran kristal rata-ratanya adalah 27,28 nm.

4. KESIMPULAN

Hasil uji XRF batuan menunjukkan konsentrasi dari unsur SiO_2 , Fe_2O_3 , dan PbO pada sampel 1 berturut-turut adalah 39,74%, 29,79%, dan 16,31%, pada sampel 2 berturut-turut adalah 45,91%, 27,48%, 12,64%, sedangkan pada sampel 3 berturut-turut adalah 57,79%, 10,50%, dan 24,34%. Konsentrasi rata-rata kandungan unsur yang dominan di dalam sampel batuan adalah unsur SiO_2 . Sedangkan hasil XRD menunjukkan bahwa unsur mineral yang terkandung dalam batuan didominasi oleh unsur SiO_2 yang ditandai bar warna merah berdasarkan JCPDS nomor 96-900-9667, dengan ukuran kristal rata-ratanya adalah 27,28 nm.

DAFTAR PUSTAKA

1. T. Susanti. 2015. *Komposit Poliester Timbal Sebagai Material Proteksi Radiasi Untuk Pengganti Kaca Timbal*. Program Studi Fisika, Universitas Negeri Semarang.
2. E. Safitri. 2006. *Beton Sebagai Perisai Radiasi*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
3. S. Sumarni, I. Satyarno, dkk. 2007. Penggunaan Pasir Besi dan Barit Sebagai Agregat Beton Berat Untuk Perisai Radiasi Sinar Gamma. Fakultas KIP-Program Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret.
4. Cowd, M. A. 1991. *Kimia Polimer*. Edisi terjemahan oleh Drs. Harry Firman, M.Pd., Penerbit ITB, Bandung, Indonesia.
5. A. F. Anugerah, Badaruddin, dkk. 2018. Identifikasi Sebaran Bijih Besi Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis 2D di Desa Laemanta Kecamatan Kasimbar, *Jurnal Fisika*, FMIPA Universitas Tadulako, Palu, pp. 1412-2375.
6. Herman, Danny. 2007. Evaluasi Sumber Daya dan Cadangan Bahan Galian Untuk Pertambangan Skala Kecil Di Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. Kelompok Program Penelitian Konservasi.
7. Heryanto, et al. 2018. Determination of Binding Energy for Cu and Cu_2O Based X-Ray Diffraction Spectrum.
8. Heryanto, et al. 2018. Analysis of structural properties of X-Ray diffraction for composite copper-activated carbon by modified Williamson-Hall and size-strain plotting methods.