

PENENTUAN KANDUNGAN UNSUR ALUMINIUM, MANGAN, DAN SILIKON DALAM AIR SUNGAI CODE TERHADAP WAKTU SAMPLING DENGAN METODE AANC

Alfia Hanim¹⁾, Much. Azam¹⁾, Eko Hidayanto¹⁾, Elin Nuraini²⁾

1) Jurusan Fisika FMIPA UNDIP

2) P3TM - BATAN

ABSTRACS

An element determination which implied in river Code water below dr. Sardjito brigde with time variation was carried out using fast neutron analysis activation. Water river had been taken away from some dot later mixed, condensed by using an electrical stove from 500 ml to 7 ml. The sample then were irradiated by 14 MeV neutron from neutron generator and then were analyzed by gamma spectrometries. The qualitative results shown that samples contents Al, Mn and Si. The quantitatively rate of element for aluminium is between 39,50-128,43 ppm, mangan between 71,54-182,80 and silicon between 19,12-84,53 ppm.

Key words: FNAA, analysis element contents, Neutron Generator

INTISARI

Telah dilakukan penentuan unsur yang terkandung dalam air Sungai Code di bawah jembatan dr. Sardjito dengan variasi terhadap waktu menggunakan metode analisa aktivasi neutron cepat. Air sungai diambil dari beberapa titik kemudian dicampurkan, dipekatkan dengan menggunakan kompor listrik dari 500 ml menjadi 7 ml. Sampel diiradiasi dengan neutron cepat 14 MeV dari generator neutron dan dilakukan pencacahan dengan alat spektroskopi gamma. Hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa sampel mengandung unsur Al, Mn dan Si. Secara kuantitatif kadar aluminium berkisar antara 39,50-128,43 ppm, kadar unsur mangan berkisar antara 71,54-182,80 ppm dan kadar unsur silikon berkisar antara 19,12-84,53 ppm.

Kata kunci: AANC, analisis unsur, Generator Neutron

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di muka bumi ini. Untuk mendapatkan air yang baik sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal karena air sudah banyak yang tercemar oleh bermacam-macam limbah. Limbah tersebut berasal dari kegiatan industri, rumah tangga maupun dari rumah sakit [1].

Limbah dapat berupa padat, cair maupun gas yang akan menimbulkan gangguan baik terhadap lingkungan, kesehatan, kehidupan biotik, keindahan serta kerusakan pada benda, karena masih banyak industri yang membuang limbahnya ke lingkungan tanpa pengolahan yang benar sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran air

adalah gejala pengotoran atau penambahan suatu zat yang merupakan zat anorganik maupun organik ke dalam air sehingga menyebabkan perubahan kualitas air tersebut [2].

Sungai Code adalah sungai yang membagi kota Yogyakarta menjadi dua bagian yaitu timur dan barat, sungai ini mempunyai beberapa anak sungai di beberapa tempat. Lokasi sungai Code yang berada di tengah kota menjadikan sekitar sungai padat dengan bangunan, baik pemukiman penduduk, industri, rumah sakit pertokoan maupun hotel. Sangat dimungkinkan ada pihak yang membuang limbahnya ke sungai, sehingga mencemari sungai Code. Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Bapedal Yogyakarta mengadakan Prokasih (Program Kali

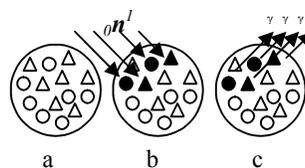
Bersih), selain untuk mempercantik kota juga karena adanya kemungkinan penggunaan air sungai tersebut oleh warga sekitar.

Banyaknya air yang mengalir di sungai Code berubah-ubah terhadap waktu. Selain dipengaruhi oleh jumlah limbah yang dibuang ke sungai, juga dipengaruhi oleh keadaan alam. Jumlah air akan bertambah jika terjadi hujan dan akan berkurang karena terjadi penguapan. Berubahnya jumlah air akan mempengaruhi kadar limbah yang terkandung dalam air sungai Code. Dalam penelitian ini hendak diketahui kandungan limbah yang ada di airnya tersebut.

Untuk mengidentifikasi limbah sebagai limbah bahan beracun berbahaya (B3) diperlukan deteksi pada sungai tersebut. Metode yang digunakan adalah analisis aktivasi neutron cepat (AANC). AANC adalah suatu cara analisis sampel secara kualitatif maupun kuantitatif dengan cara melakukan irradiasi terhadap sampel, sehingga berubah menjadi isotop yang bersifat radioaktif [2]. Irradiasi dilakukan dengan menggunakan neutron cepat 14 MeV dari generator neutron. Kelebihan dari metode ini adalah bahwa metode AANC dapat mengidentifikasi beberapa unsur sekaligus secara bersamaan, memerlukan bahan sampel dalam jumlah yang relatif sedikit, dan merupakan metode uji yang tidak merusak bahan serta tidak diperlukan tambahan atau campuran bahan kimia.

DASAR TEORI

Analisis aktivasi neutron pertama kalinya pada tahun 1936 dilakukan oleh Hevesy dan Levi, mereka menentukan jumlah disprosium dalam sampel Ytrium. Disprosium dalam sampel menjadi radioaktif ketika ditembak dengan neutron dari sumber Ra-Be. Dua tahun kemudian, Seaborg dan Livingood menentukan kandungan Galium dalam sampel dengan menembak sampel tersebut dengan deuteron [3].



Gambar 1. Prinsip Dasar (AAN) Analisis Aktivasi Neutron [4]

Keterangan:

- Sampel terdiri atas bahan dasar (\circ) dan unsur kelumit (Δ)
- Sampel diiradiasi dengan neutron dan membuat beberapa atom menjadi radioaktif (\bullet) dan (\blacktriangle)
- Sinar- γ yang dipancarkan oleh sampel mengungkapkan data kualitatif dan kuantitatif unsur-unsur dalam sampel.

Prinsip dasar dari metode pengaktifan neutron adalah terjadinya radioaktivitas imbas jika suatu sampel ditembak dengan neutron (gambar 1). Dalam AANC sampel yang akan dianalisis diiradiasi dengan suatu sumber neutron. Inti atom unsur-unsur yang terdapat di dalam sampel akan menangkap neutron sehingga berubah sifat menjadi radioaktif. Unsur radioaktif tersebut selanjutnya akan meluruh disertai dengan pemancaran sinar radioaktif. Sinar- γ yang dipancarkan oleh berbagai unsur dalam sampel dapat dianalisis dengan menggunakan spektrometri gamma karena setiap unsur dalam sampel memancarkan sinar- γ dengan karakteristik tersendiri. Analisis kualitatif dilakukan berdasarkan penentuan energi sinar- γ sedangkan analisis kuantitatif dilakukan berdasarkan penentuan intensitas sinar- γ [4]. Analisis kualitatif didasarkan pada energi sinar- γ yang dipancarkan, dapat digunakan untuk identifikasi unsur yang terbentuk dan reaksi yang terjadi. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan mengukur intensitas sinar gamma. Dari kedua analisis diperoleh berbagai informasi tentang sampel yang diaktivasi dengan neutron cepat. Akibat iradiasi neutron dengan sampel, kandungan unsur dalam sampel menjadi radioaktif. Tetapi karena pada saat yang sama radionuklida yang terbentuk tersebut meluruh, maka laju

bersih pembentukan radionuklida merupakan selisih antara laju produksi total dengan laju peluruhannya. Yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{dn}{dt} = \left(\frac{dn}{dt}\right)_{produksi} - \left(\frac{dn}{dt}\right)_{peluruhan} \quad (1)$$

$$= \varphi\sigma N_t - \lambda n \quad (2)$$

Sedangkan persamaan dasar dari aktivasi neutron adalah:

$$C = \frac{mN_A}{BA} a \frac{\varphi\sigma Y}{\lambda} \epsilon (1 - e^{-\lambda_r}) (e^{-\lambda_d}) (1 - e^{-\lambda_c}) \quad (3)$$

Pengukuran dengan metode relatif memerlukan sampel standar yang mengandung unsur yang akan ditentukan dan jumlahnya telah diketahui secara pasti. Sampel standar dan sampel yang diselidiki diradiasi bersama-sama, sehingga mengalami paparan radiasi neutron yang sama besarnya. Dengan membandingkan laju cacah sampel dan laju cacah standar dapat dihitung kadar unsur dalam sampel. Untuk menghitung kadar sampel yang diselidiki digunakan rumus [4] :

$$m_{sampel} = \frac{(cps)_{sampel}}{(cps)_{standar}} m_{standar} \quad (4)$$

Metode Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan 9 titik pada aliran air sungai Code di bawah jembatan dr. Sardjito. Sampel dihomogenkan dengan cara diaduk, kemudian diletakkan dalam botol plastik. Pengambilan dilakukan secara kontinyu selama 6 minggu, dengan selang waktu pengambilan sampel satu minggu.

Sampel air sebanyak 500 ml diletakkan dalam gelas beker kemudian dipekatkan menjadi 7 ml dengan cara diuapkan menggunakan kompor listrik. Sampel yang sudah pekat diletakkan dalam vial polyetelin dan ditutup rapat serta diberi label untuk memudahkan identifikasi.

Sampel dan standar diletakkan di dalam kantong yang ditempelkan ke target lalu diiradiasi selama 30 menit. Setelah generator neutron dimatikan, sampel dan sampel standar segera dicacah karena unsur yang diamati memiliki waktu paro yang singkat (ordenya menit).

Sebelum dilakukan pencacahan, spektrometer gamma dikalibrasi menggunakan sampel Co-60 dan Cs-137, serta kalibrasi efisiensi menggunakan sumber multigamma Eu-152. Sampel dicacah menggunakan Spektrometer gamma. Pencacahan masing-masing sampel dilakukan selama 2 menit, dengan jarak antara sampel dan detektor 2 cm.

Untuk menganalisis data yang diperoleh, dilakukan 2 metode analisis data yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif didasarkan pada energi sinar-γ yang dipancarkan, dapat digunakan untuk identifikasi unsur yang terbentuk dan reaksi yang terjadi. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan unsur tertentu adalah : tenaga gamma, waktu paruh, kelimpahan, dan tampang lintang.

Analisis kuantitatif dilakukan dengan metode relatif. Setelah diketahui jenis unsur yang terkandung dalam sampel dan Cps₀ nya, kemudian dihitung kedua unsurnya menggunakan rumus 4. Massa yang didapat adalah massa unsur dalam 500 ml air sampel, jadi untuk menghitung kadarnya (massa dalam volume) dalam ppm

$$kadar(\%) = m / 100ml$$

$$kadar(ppm) = \frac{m}{500ml} \frac{2000}{2000}$$

$$\frac{m_{sampel}}{500ml} = \frac{\left[\frac{(cps)_{sampel}}{(cps)_{standar}} m_{standar} \right]}{500ml}$$

$$kadar(ppm) = \frac{(cps)_{sampel}}{(cps)_{standar}} m_{standar} \frac{2000}{2000}$$

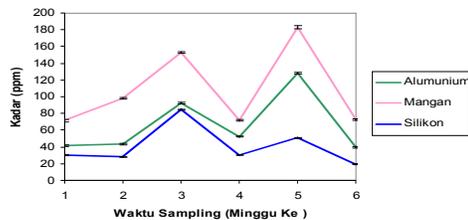
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pencacahan diketahui bahwa pada sampel terdapat tiga puncak energi yaitu 843 keV, 1434 keV dan 1778 keV. Dengan mengacu pada tabel *Neutron Activation*[5] dan waktu paro isotop, tampang lintang reaksi dan kelimpahan radionuklida maka dapat diketahui sumber energi gamma yang muncul.

Tabel 1 Tabel tenaga Gamma

Energi- γ (keV)	Sumber energi- γ	Reaksi yang terjadi	Jenis unsur
843	Mg-27	Al-27 (n,p) Mg-27	Al-27
1434	V-52	Mn-55 (n, α) V-52	Mn-55
1778	Al-28	Si-28 (n,p) Al-28	Si-28

Pada tabel dapat dilihat bahwa energi gamma yang terdapat dalam sampel berasal dari unsur Al-27, Mn-55, Si-28. Dengan metode analisis perbandingan



relatif, dapat digambarkan grafik hubungan kadar sampel dengan fungsi waktu sampling

Gambar 2. Grafik Hubungan waktu sampling dengan kadar *Si* pada sampel.

Metode AANC dapat diaplikasikan untuk analisa unsur dalam berbagai bentuk fisis (padatan, cair dan gas), di samping itu juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui seberapa besar kandungan unsur dalam sampel. Atom-atom dalam sampel akan menjadi radioaktif jika ditembak dengan neutron cepat. Atom yang berada dalam keadaan tidak stabil akan meluruh untuk mencapai kestabilan. Peluruhan tersebut memancarkan sinar- γ karakteristik yang

khas yang dapat dideteksi oleh spektrometri gamma.

Dari hasil AANC untuk air sungai Code diketahui bahwa dalam sampel tersebut terdapat unsur Aluminium, Mangan dan Silikon. Aluminium akan bereaksi dengan neutron cepat menjadi Magnesium yang tidak stabil, lalu memancarkan sinar- γ pada energi 843 keV dan 1014 keV untuk kembali ke Aluminium. Mangan bereaksi dengan neutron cepat menjadi Vanadium yang tidak stabil lalu memancarkan sinar- γ pada energi 1434 keV untuk kembali menjadi mangan. Sedangkan silikon berubah menjadi Aluminium yang tidak stabil dan memancarkan sinar- γ pada energi 1778 keV kemudian menjadi silikon.

Kadar Aluminium di sungai Code berbeda-beda setiap minggunya, paling tinggi terjadi pada minggu ke-5 yaitu sebesar $(128,43 \pm 1,05)$ ppm. Sedangkan kadar terendah terjadi pada minggu terakhir yaitu sebesar $(39,50 \pm 0,85)$ ppm.

Kadar Mangan paling rendah terjadi pada minggu pertama yaitu sebesar $(71,54 \pm 1,30)$ ppm, lalu pada minggu keempat sebesar $(71,76 \pm 0,83)$ ppm, sedangkan kadar tertinggi sebesar $(182,80 \pm 1,68)$ ppm pada minggu ke kelima. Kadar yang tinggi disebabkan oleh penguapan air sungai secara terus menerus oleh matahari dan kadar yang rendah disebabkan hujan yang terjadi secara terus menerus.

Sedangkan kadar Silikon terendah sebesar $(19,12 \pm 0,30)$ ppm terjadi pada minggu kedua, dan kadar tertinggi terjadi pada minggu keenam sebesar $(84,53 \pm 0,32)$ ppm.

Dari ketiga grafik di atas diketahui bahwa ketiganya memiliki bentuk yang serupa. Hal itu menandakan bahwa kandungan unsur pada air sungai Code dipengaruhi oleh waktu. Adanya kecenderungan kandungan unsur untuk meningkat atau menurun secara bersamaan menunjukkan tingkat kepekatan air.

Semakin tinggi kandungan unsur semakin pekat keadaan air sungai.

Perubahan kadar unsur pada sungai Code dapat disebabkan beberapa hal, salah satunya kondisi pada saat dilakukan sampling. Suhu lingkungan membuat air menguap, sehingga mempertinggi kadar unsur yang ada. Selain itu, sampling yang dilakukan di musim pancaroba mengakibatkan adanya sampel yang diambil ketika hujan turun sepanjang minggu, sehingga menambah volume air sungai dan merendahkan kadar unsur. Sementara, sampel yang diambil ketika sepanjang minggu cerah lebih pekat karena menguap secara terus-menerus dan penambahan volume airnya sedikit.

Pada sampling minggu pertama dan kedua kondisinya relatif sama. Cuaca seminggu sebelum sampling berawan hujan. Aliran air relatif deras dan dalam. Warnanya lebih jernih dibanding sampel yang lain. Hujan yang turun di malam sebelum sampling mengakibatkan pengenceran air sungai.

Pada saat pengambilan sampel 4, cuaca relatif sama dengan sampel 1 dan 2. tetapi perbaikan beberapa bagian tanggul yang rusak akibat hujan membuat aliran sungai deras karena badan sungai diuruk dengan batu kali. Hujan juga sempat turun di pagi hari.

Saat sampel 5 diambil, pekerjaan konstruksi belum selesai dan badan sungai masih sempit. Cuaca sepanjang minggu relatif cerah. Sehingga bisa terjadi penguapan air sungai secara terus menerus. Akibatnya air sungai menjadi pekat dan kadar unsurnya bertambah. Hujan turun beberapa kali selama selang waktu pengambilan sampel 5 dan 6. Air sungai tidak terlalu keruh dan pekerjaan konstruksi belum selesai, sehingga badan sungai tetap menyempit, alirannya deras.

Selain unsur-unsur tersebut, kemungkinan masih ada unsur yang lain tetapi dalam percobaan ini tidak teramati, hal ini dapat terjadi karena kandungan unsurnya terlalu kecil atau waktu paro

nuklida yang terbentuk terlalu pendek, sehingga waktu dilakukan pencacahan intensitasnya sudah habis.

KESIMPULAN

1. Unsur yang terkandung dalam air sungai Code beberapa diantaranya adalah Aluminium, Mangan dan Silikon.
2. Kandungan unsur Aluminium pada sungai code minimum 41,24 ppm dan maksimum 128,43 ppm. Kandungan unsur Mangan minimum 71,54 ppm maksimum 182,80 ppm. Sedangkan kandungan Silikon minimum sebesar 19,12 ppm dan maksimum sebesar 84,53 ppm.
3. Waktu pengambilan sampel mempengaruhi kadar unsur yang terkandung pada air sungai Code.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada P3TM-BATAN Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian. Bapak Sunardi, Bapak Agus, Bapak Suraji, Bapak Supriyanto dan Bapak Rani yang telah membantu dalam aktivasi dan pencacahan. Eti, Rina, Yatimah, Dicky yang telah membantu proses penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wardhana, W.A, 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [2] Sunardi, Nuraini E, Supriyatni E, Saptaaji R, 2001. Analisis Unsur yang Terkandung Dalam Air Buangan P3TM Dengan Neutron Cepat 14 Mev Dari Generator Neutron Sames J-2, Prosiding. Yogyakarta: P3TM-BATAN
- [3] Tsoulfanidis, N, 1992. *Measurement and Detection of Radiation*: Herisphere Publishing Corporation
- [4] Susetyo, W, 1988. *Spektrometer Gamma*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

[5] Erdtmann, G, 1976. *Neutron Activation Tables*, Kernchemie in

Einzel Darstellungen Volume 6. New York : Weinheim