

# UJI KARAKTERISTIK KANDUNGAN UNSUR LOGAM SUNGAI CODE DENGAN METODE ANALISIS AKTIVASI NEUTRON CEPAT (AANC)

Agus Tri Purwanto, Sunardi

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

## ABSTRAK

*UJI KARAKTERISTIK KANDUNGAN UNSUR LOGAM SUNGAI CODE DENGAN METODE ANALISIS AKTIVASI NEUTRON CEPAT (AANC). Telah dilakukan uji karakteristik kandungan unsur logam sungai Code dengan cara mengidentifikasi dan menentukan distribusi kadar unsur yang terkandung dalam sedimen dengan metode AANC. Cuplikan sedimen diambil sepanjang sungai Code dari hulu sampai hilir, kemudian dibersihkan dari kotoran, batu, tumbuhan dan dikeringkan pada sinar matahari. Cuplikan ditumbuk sampai halus dan homogen, kemudian dibuat pelet dengan diameter 1 cm dan tebal 0,5 cm. Cuplikan diiradiasi dengan neutron cepat 14 MeV menggunakan generator neutron dan dilakukan pencacahan dengan alat spektrometer gamma. Hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa cuplikan teridentifikasi unsur Cu-63, Fe-56, Al-27, P-31, Mg-24, Si-28 dengan kadar masing-masing sebagai berikut: Cu-63= (40-72) µg/g, Fe-56=(13091-35127) µg/g, Al-27(30101-43745) µg/g, P-31(165-988) µg/g, Mg-24(1305-5869) µg/g dan Si-28(11851-31656) µg/g.*

## ABSTRACT

*CHARACTERISTIC TEST ON ELEMENT CONTENTS IN CODE RIVER USING FNAA METHOD. Characteristic test on element contents in Code river by identification and determination of distribution concentration using FNAA method have been done. The samples were taken from around Code river and then the sample were cleaned from stone, grass, then samples were dried under sun light then grinded until homogen and form into pelet 1 cm diameter and 0,5 cm thick. Samples were irradiated with 14 MeV fast neutron using neutron generator and counted using gamma spectrometri. Qualitative analysis show that the samples identified of element of Cu-63, Fe-56, Al-27, P-31, Mg-24, Si-28 and the quantitative result show that the concentration are Cu-63= (40-72) µg/g, Fe-56=(13091-35127) µg/g, Al-27(30101-43745) µg/g, P-31(165-988) µg/g, Mg-24(1305-5869) µg/g dan Si-28(11851-31656) µg/g.*

## PENDAHULUAN

Pencemaran mulai terangkat ke permukaan secara internasional dan menjadi topik bahasan utama berkisar pada tahun lima puluhan, tepatnya ketika ditemukan suatu penyakit mental dan kelainan pada syaraf (penyakit Minamata). Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dan polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran<sup>[1]</sup>.

Air sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peranan sangat penting dalam kehidupan manusia, terutama dalam bidang pertanian, industri dan pariwisata. Sungai sebagai badan air sekaligus sumber daya air yang bersifat

terbuka tentu mudah sekali tercemar limbah air buangan, antara lain limbah rumah tangga, industri dan sumber lainnya. Hal ini akan berdampak pada perubahan kualitas air sedemikian rupa, sehingga air di daerah hilir tidak dapat dimanfaatkan bagi keperluan pertanian, perikanan, penyediaan air bersih, dan industri.

Menurut data PROKASIH Propinsi DIY 2003 BAPEDALDA Yogyakarta, sungai Code adalah sungai yang menampung lebih banyak sisa-sisa pembuangan dari kegiatan yang ada disekitarnya dibandingkan sungai yang lainnya, sehingga dimungkinkan tingkat pencemarannya relatif lebih besar<sup>[2]</sup>.

Sungai Code yang terletak di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu aliran sungai yang melewati tiga kabupaten yaitu: Kabupaten Sleman, Kotamadya Yogyakarta serta Kabupaten Bantul. Seiring dengan pembangunan yang pesat di sekitar Sungai Code, maka muncul beberapa dampak positif maupun negatif. Salah satu

dampak negatif antara lain semakin banyaknya bahan buangan dari limbah rumah tangga, industri, dan rumah sakit yang masuk ke dalam badan air tersebut, sehingga menyebabkan menurunnya kualitas air Sungai Code. Melihat dari sumber-sumber tersebut, maka dimungkinkan aliran Sungai Code tercemar oleh unsur-unsur logam baik logam ringan maupun logam berat yang berasal dari limbah rumah tangga, industri dan rumah sakit. Apabila kadar unsur-unsur logam dalam suatu aliran sungai melebihi ambang batas yang diperbolehkan maka akan berakibat buruk bagi ekosistem di dalamnya.

Pemantauan kualitas air Sungai Code sangat dibutuhkan agar dapat mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran yang terjadi, sehingga dengan cepat dan tepat dapat dilakukan tindakan untuk mengurangi atau mencegah dampak lingkungan akibat pencemaran tersebut. Sistem pemantauan kondisi air dapat dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui unsur-unsur logam yang terkandung di dalamnya maupun secara kuantitatif untuk mengetahui nilai kadar unsur-unsurnya. Dalam penelitian ini akan dilakukan pemantauan kandungan unsur yang terdapat pada sedimen Sungai Code dengan metode analisis aktivasi neutron cepat (AANC).

## TEORI AANC

### Prinsip Dasar Analisis Aktivasi Neutron Cepat (AANC)

Metode analisis aktivasi neutron cepat telah banyak digunakan secara luas dalam bidang geologi, kedokteran, pertanian, metalurgi, lingkungan dan industri. Metode ini juga telah dikembangkan dalam bidang pengetahuan lingkungan dan ilmu forensik<sup>(1)</sup>. Analisis aktivasi neutron cepat adalah sebuah metode analisis untuk mengetahui kandungan unsur-unsur logam dalam sebuah cuplikan. Metode ini memanfaatkan sistem ketidakstabilan inti atom yang diakibatkan oleh iradiasi neutron cepat. Inti atom yang tidak stabil akan bersifat radioaktif dan terjadi peluruhan untuk mencapai kestabilan kembali. Dengan menggunakan detektor- $\gamma$  maka energi yang dipancarkan unsur-unsur tersebut dapat dibaca dan dianalisis untuk mengetahui jenis unsur serta kadar yang ada dalam cuplikan tersebut.

Teknik analisis AANC didasarkan pada reaksi neutron cepat dengan inti, cuplikan yang akan dianalisis diiradiasi dengan menggunakan generator neutron. Inti atom unsur yang berada dalam cuplikan akan menangkap neutron dan berubah menjadi radioaktif dengan memancarkan sinar  $\gamma$ . Sinar  $\gamma$  yang dipancarkan umumnya memiliki energi yang

karakteristik untuk setiap unsur/isotop, sehingga dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknik spektroskopi *gamma*.

Jumlah cacah kejadian peluruhan selama waktu untuk pencacahan ( $t_c$ ) adalah<sup>[3]</sup>.

$$C = \int_0^{t_c} kA_d e^{-\lambda t} dt \quad (1)$$

$$= k \frac{\phi \sigma N}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_c}) e^{-\lambda d} (1 - e^{-\lambda t_c})$$

dengan

$$K = \varepsilon Y, \varepsilon = \text{efisiensi pencacahan}$$

$$Y = \text{prosentasi peluruhan gamma}$$

Jumlah nuklida sasaran dapat dihitung dengan kesetaraan mol:

$$N = \frac{mN_A}{BA} a \quad (2)$$

dengan

$$m = \text{massa cuplikan}$$

$$N_A = \text{bilangan Avogadro}$$

$$BA = \text{berat atom unsur cuplikan}$$

$$a = \text{kelimpahan relatif isotop cuplikan}$$

Dengan demikian persamaan (1) menjadi :

$$C = \frac{mN_A}{BA} a \frac{\phi \sigma \varepsilon Y}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_c}) e^{-\lambda d} (1 - e^{-\lambda t_c}) \quad (3)$$

dengan

$$\phi = \text{fluks neutron}$$

$$\sigma = \text{tampang lintang reaksi}$$

$$\lambda = \text{ketetapan peluruhan}$$

$$t_a = \text{waktu yang diperlukan untuk iradiasi}$$

$$t_d = \text{waktu tunda}$$

$$t_c = \text{waktu yang diperlukan untuk pencacahan}$$

Persamaan (2) tersebut adakah sebagai dasar dan persamaan akhir analisis aktivasi.

## TATA KERJA DAN PERCOBAAN

Tahapan pengambilan data dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

### Bahan penelitian

1. Cuplikan penelitian terdiri dari sampel endapan Sungai Code
2. Nitrogen cair
3. Sumber standar Co-60 dan Cs-137

### Alat penelitian

1. Alat pengambil sampel
2. Alat pengambil sampel terdiri dari: ember plastik, gayung, cetok.
3. Alat preparasi sampel dan standar

Alat preparasi sampel dan standar yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, penggiling bola (*sentrifugal ball mill*), plastik klip, *vial polyethylene*, timbangan digital Ohaus GT-410 *germany*, *stop watch*.

Alat iradiasi sampel adalah generator neutron SAMES J-25. Sedangkan alat pencacah yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat spektrometer gamma dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Produksi: Canberra Industries Inc.
2. Model: GC1018 dengan seri: 4922305
3. Detektor yang digunakan : detektor HPGe dengan tingkat kemurnian detektor HPGe:  $10^6$  atom  $m^{-3}$
4. Preamplifier, produksi: Cambera Industries Inc.
5. Amplifier, produksi: Ortec Industries Inc.
6. Sumber tegangan tinggi (HV), produksi: Ortec Industries Inc.
7. Penganalisis salur ganda (MCA), *model accuSpec with analog to digital converter (ADC) on board*.
8. Komputer dengan sistem operasi DOS.

### Penyediaan dan preparasi sampel

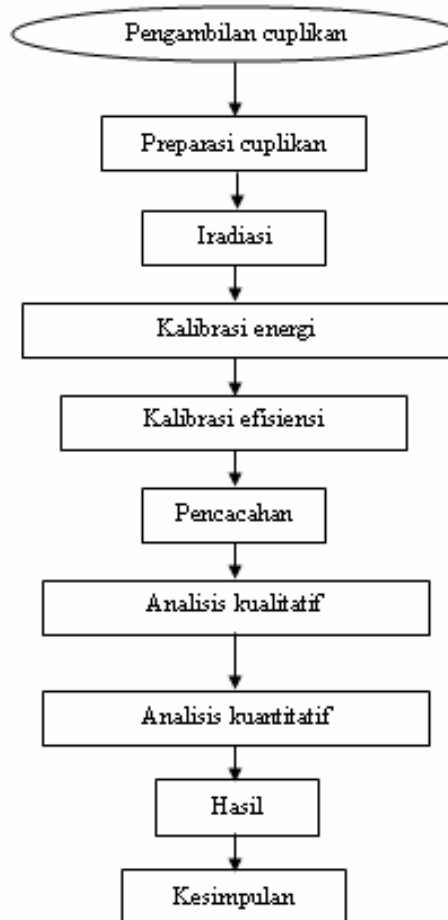
Dalam pengambilan sampel endapan Sungai Code menggunakan gayung dan dimasukkan ke dasar sungai Code. Setiap lokasi diambil tiga titik ke arah lebar sungai untuk mewakili kondisi endapan pada lokasi tersebut. Sampel yang telah diambil kemudian dikeringkan dengan cara di panaskan di bawah sinar matahari. Setelah betul-betul kering sampel endapan tersebut dibersihkan dari batu dan rumput. Untuk memperbesar luas permukaan partikel-parikel dalam endapan maka sampel tersebut dihaluskan dengan cara ditumbuk secara manual. Setelah betul-betul halus dengan ukuran 100 mesh, sampel kemudian ditimbang seberat 1,5 gr dan dimasukkan dalam kantong plastik kecil yang telah diberi label.

### Iradiasi dan pencacahan sampel

Sampel endapan Sungai Code yang telah dimasukkan dalam wadah diiradiasi dalam generator neutron SAMES J-25 selama 30 menit, dan pencacahan dilakukan dengan spektrometer gamma selama 2 menit. Dari spektrum energi yang didapatkan digunakan untuk analisis kualitatif, sedangkan jumlah cacah persekon (*cps*) digunakan

sebagai data analisis kuantitatif untuk menghitung massa unsur-unsur yang terkandung dalam sampel.

### Skema Penelitian



Gambar .1. Skema Penelitian dengan Generator Neutron dan Spektrometer Gamma

### Kalibrasi spektrometer gamma

Spektrometri- $\gamma$  adalah suatu metoda pengukuran yang bersifat nisbi (relatif), sehingga sebelum suatu prangkat spektrometer- $\gamma$  dapat dipakai untuk melakukan analisis, alat tersebut perlu dikalibrasi lebih dahulu secara cermat dan teliti. Ada dua jenis kalibrasi yang perlu dilakukan, yaitu kalibrasi energi dan kalibrasi efisiensi<sup>[4]</sup>.

### Kalibrasi energi

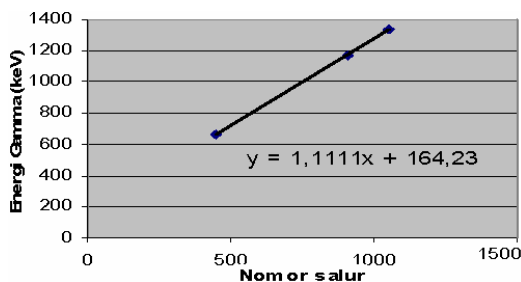
Sebelum melakukan pencacahan sampel air dan endapan Sungai Code, terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi energi pada detektor dengan tujuan agar nilai energi- $\gamma$  yang muncul dalam

monitor betul-betul nilai energi- $\gamma$  sesungguhnya yang dimiliki oleh unsur tertentu, selain itu kalibrasi juga bertujuan untuk membentuk garis lurus apabila dibuat sebuah grafik nomor salur versus energi- $\gamma$ . Kalibrasi ini dilakukan dengan mencacah sumber radioaktif standar yang sudah diketahui energinya dengan tepat. Dalam penelitian ini, untuk melakukan kalibrasi energi digunakan sumber radioaktif standar Co-60 dan Cs-137. Adapun hasil pencacahan sumber standar tersebut disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Kalibrasi Energi Detektor HPGe dengan Menggunakan Sumber Standar Cs-137 dan Co-60**

No	Sumber satndar	Nomor salur	Energi (keV)
1	Cs 137	448	662
2	Co 60	90	1173
3	Co 60	1052	1332

Dari hasil pencacahan seperti yang terlihat pada Tabel 1 diperoleh grafik garis lurus antara nomor salur dengan energi gamma seperti yang disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Grafik Hubungan antara Nomor Salur dan Energi- $\gamma$**

Dengan menggunakan analisis regresi linier, diperoleh *slope*  $a = 1,1111$  dan *intercept*  $b = 164,23$  sehingga diperoleh persamaan linier sebagai berikut:

$$Y = 1,1111X + 164,23.$$

#### Analisis kualitatif

Energi sinar- $\gamma$  yang dipancarkan oleh suatu radionuklida adalah salah satu sifat karakteristik dari radionuklida tersebut. Maka dari itu dalam analisis kualitatif tingkat energi sinar- $\gamma$  yang ditangkap oleh detektor digunakan untuk menentukan jenis unsur yang terkandung dalam cuplikan.

#### Analisis kuantitatif

Setelah puncak-puncak spektrum gamma dalam cuplikan selesai diidentifikasi, kemudian analisis kuantitatif dapat dilakukan. Analisis kuantitatif bertujuan untuk mengetahui kadar suatu unsur di dalam cuplikan.

#### Penentuan secara nisbi

Penentuan kuantitatif secara nisbi menggunakan suatu unsur standar yang telah diketahui secara pasti konsentrasinya, serta matrik isotop penyusunnya. Cuplikan tersebut disisipkan ke dalam cuplikan murni dan diiradiasi bersama-sama, sehingga mengalami paparan radiasi neutron yang sama banyaknya. Dengan membandingkan laju cacah cuplikan dan standar dapat dihitung kadar unsur dalam cuplikan, yaitu:

$$\frac{W_{cuplikan}}{W_{std}} = \frac{C_{cuplikan}}{C_{std}}$$

$$W_{cuplikan} = W_{std} \times \frac{C_{cuplikan}}{C_{std}} \quad (3)$$

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif bertujuan untuk menentukan jenis unsur yang terkandung dalam endapan Sungai Code dengan cara mencocokkan energi gamma yang dihasilkan dari pencacahan cuplikan dengan energi gamma yang terdapat pada tabel. Adapun hasil analisis kualitatif secara berturut-turut disajikan pada Tabel 1

#### Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif dilakukan dengan metode penentuan secara nisbi, yaitu dengan membandingkan laju cacah cuplikan yang akan dianalisis dengan laju cacah cuplikan standar yang telah diketahui kadarnya. Dari data yang diperoleh berupa laju cacah pada saat pencacahan ( $A_c$ ), kemudian kadar dari masing-masing unsur yang telah diuji secara kualitatif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Hasil dari analisis kuantitatif disajikan pada Tabel 2.



**Tabel 2. Data Kualitatif Unsur-Unsur Logam yang Terkandung dalam Cuplikan Endapan Sungai Code**

No	Unsur	Lokasi									
		Ssc1	Ssc2	Ssc3	Ssc4	Ssc5	Ssc6	Ssc7	Ssc8	Ssc9	Ssc10
1	Cu-63	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Al-27	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	Fe-56	Ttd	√	ttd	√	ttd	√	√	√	ttd	√
4	P-31	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
5	Mg-24	√	√	ttd	ttd	ttd	Ttd	√	ttd	√	√
6	Si-28	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Keterangan

√ = Terdeteksi

ttd = Tidak terdeteksi

Ssc = Sampel Sungai Code

Lokasi:

Ssc1 = Jembatan Ring Road Utara

Ssc6 = Jembatan Jl. Mas Suharto

Ssc2 = Belakang RS. Sardjito

Ssc7 = Jembatan Jl. Sultan Agung

Ssc3 = Jembatan Jl. Dr. Sardjito

Ssc8 = Jembatan Jl. Kol. Sugiono

Ssc4 = Jembatan Gondolayu

Ssc9 = Jembatan Jl. Tritunggal

Ssc5 = Jembatan Jl. Abu Bakar

Ssc10 = Jembatan Jl. Ring Road Selatan

**Tabel 3.. Data kuantitatif unsur-unsur logam yang terkandung dalam cuplikan endapan Sungai Code**

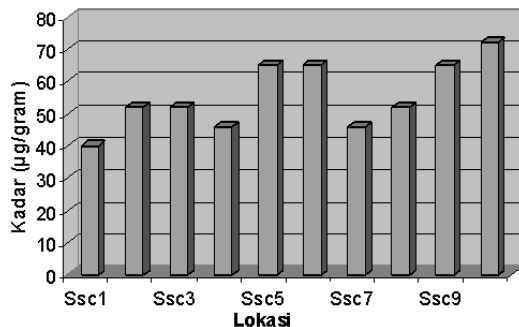
Unsur	Kadar (µg/g)									
	Lokasi									
	Ssc1	Ssc2	Ssc3	Ssc4	Ssc5	Ssc6	Ssc7	Ssc8	Ssc9	Ssc10
Cu-63	40 ± 2,65	52 ± 2,88	52 ± 3,17	46 ± 2,87	65 ± 3,21	65 ± 3,33	46 ± 2,77	52 ± 2,81	65 ± 3,46	72 ± 3,87
Fe-56	ttd	30363 ± 1504	ttd	35127 ±1543	ttd	28190 ±1439	26212 ±1332	13091 ±678	ttd	27673 ±1422
Al-27	3010 1±15 67	37132±1 652	40712 ±1897	32513 ±1611	36402 ±1764	36912 ±1769	33102 ±1493	33001 ±1415	40902±1 883	43745 ±1923
P-31	165 ± 7,72	274 ± 13,11	325 ± 15,79	251 ± 11,78	257 ± 11,82	272 ± 16,67	205 ± 10,07	245 ± 11,56	273 ± 12,59	988 ± 32,55
Mg-24	1305 ± 45,6 7	1676 ± 48,98	ttd	ttd	ttd	ttd	1517 ± 43,22	ttd	2670 ± 87,78	5869 ± 112,5
Si-28	1185 1 ± 504, 5	27553 ± 876,7	27877 ± 863,4	26837 ± 798,7	25374 ± 778,9	28401 ± 812,8	17652 ± 663,5	16132 ± 652,7	28701 ± 819,9	31656 ± 904,1

Analisis kualitatif dilakukan dengan mencocokkan energi- $\gamma$  yang dihasilkan dari hasil pencacahan cuplikan dengan energi- $\gamma$  yang ada dalam tabel. Dari hasil analisis kualitatif unsur-unsur yang terdeteksi yaitu pada sampel endapan Sungai Code: Cu-63, Fe-56, Al-27, P-31, Mg-24, Si-28.

Dari hasil penelitian sebagian besar unsur-unsur logam yang terdeteksi adalah unsur-unsur logam ringan, hal ini karena sumber utama pencemar di Sungai Code adalah limbah rumah tangga yang berasal dari hotel dan rumah penduduk. Untuk unsur silikon (Si) dan unsur logam dalam endapan belum ada baku mutu atau ambang batasnya.

### Analisis kuantitatif pada sampel endapan Sungai Code

#### Tembaga (Cu-63)

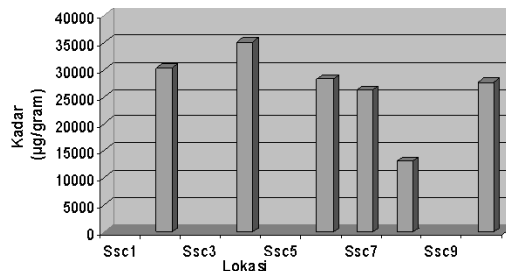


**Gambar 3. Grafik Kadar Unsur Cu-63 pada Cuplikan Endapan Sungai Code**

Dari Gambar 3. terlihat bahwa logam Cu-63 terdapat pada semua lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa selain dari bahan pencemar, logam Cu juga sudah ada secara alamiah terdapat di alam. Kadar logam Cu tertinggi terdapat pada lokasi Ssc10 (Jembatan Ring Road Selatan) sebagai hasil kumulatif dari titik-titik lokasi sebelumnya. Sumber pencemaran logam Cu-63 ini diduga sebagian berasal dari limbah rumah tangga serta tambahan dari limbah rumah sakit. Dugaan ini dikarenakan pada titik-titik lokasi yang berdekatan dengan rumah sakit memiliki jumlah kadar logam Cu-63 yang lebih besar seperti lokasi Ssc2, Ssc5. limbah rumah sakit ini dimungkinkan berasal dari limbah air yang berasal dari sisa-sisa cucian alat-alat kedokteran dan obat-obatan yang mengandung logam Cu serta limbah cucian peralatan dapur yang terbawa secara bersama-sama melalui saluran pembuangan yang di alirkan ke Sungai Code.

#### Besi (Fe-56)

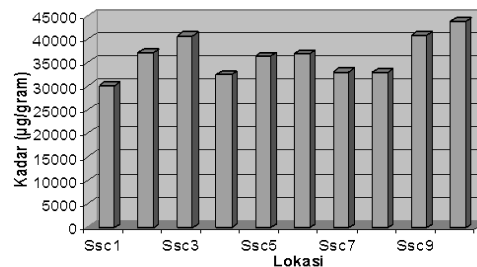
Dari Gambar 4. terlihat bahwa kandungan Fe-56 tidak terdeteksi pada setiap lokasi. Hal ini dikarenakan kondisi sungai yang tidak homogen atau sama sehingga dimungkinkan terjadi pengendapan pada titik-titik tertentu sehingga kandungan logam Fe-56 tidak tersebar merata pada setiap lokasi. Sumber utama logam Fe-56 ini diduga dari pasir besi yang secara alamiah sudah ada pada dasar sungai yaitu pelapukan dari batu-batuan yang banyak mengandung unsur Fe-56. selain itu dimungkinkan berasal dari limbah rumah sakit yaitu sisa-sisa obat atau darah yang terbawa air got ke aliran Sungai Code.



**Gambar 4. Grafik Kadar Unsur Fe-56 pada Cuplikan Endapan Sungai Code**

#### Aluminium (Al-27)

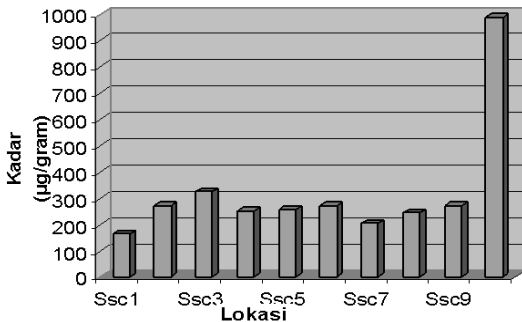
Dari Gambar 5. terlihat bahwa titik lokasi yang memiliki nilai-nilai kadar logam tertinggi tidak jauh berbeda dengan Gambar 2. dan Gambar 3. Hal ini semakin memperkuat bahwa sumber pencemar utama dari sungai code ini berasal dari rumah sakit dan hotel-hotel yang terdapat di sekitar sungai code. Selain itu juga, limbah rumah tangga yang berasal dari rumah-rumah penduduk tidak menutup kemungkinan sebagai sumber pencemar yang cukup besar pula pada endapan Sungai Code. Hal ini dikarenakan limbah hotel-hotel tidak jauh berbeda dengan limbah yang berasal dari rumah-rumah penduduk.



**Gambar 5. Grafik Kadar Unsur Al-27 pada Cuplikan Endapan Sungai Code**

**Fosfor (P-31)**

Besar kadar fosfor seperti terlihat pada Gambar 6. relatif kecil dibandingkan dengan kadar unsur-unsur logam yang telah dibahas sebelumnya, sehingga dimungkinkan nilai pencemaran fosfor relatif kecil. Kandungan fosfor yang terdapat pada Sungai Code ini dimungkinkan berasal dari alam secara alami. Pada lokasi Ssc10 memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lain. Hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut bersebelahan dengan lahan pertanian, sehingga banyak air pertanian yang masuk ke sungai. Aliran pertanian tersebut diperkirakan banyak mengandung posfat yang berasal dari pupuk pertanian.

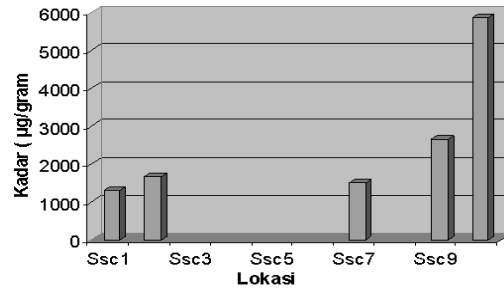


**Gambar 6. Grafik Kadar Unsur P-31 pada Cuplikan Endapan Sungai Code**

**Magnesium (Mg-24)**

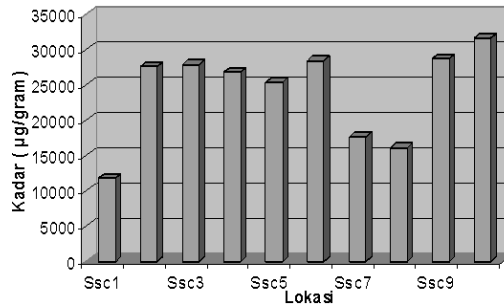
Dari Gambar 7. terlihat bahwa hanya pada lokasi Ssc1, Ssc2, Ssc7, Ssc9, Ssc10 yang terdeteksi memiliki kandungan Mg-24. Hal ini dikarenakan konsentrasi yang relatif kecil sehingga tidak bisa tersebar secara merata di setiap lokasi atau dengan kata lain telah terjadi pengendapan sebelum terbawa arus air. Dimungkinkan kandungan magnesium ini berasal dari limbah percetakan, karena di sekitar lokasi Ssc9 dan Ssc 10 terdapat saluran pembuangan yang berasal dari percetakan. Limbah percetakan ini dimungkinkan berasal dari sisa-sisa bahan tinta pewarna yang dibuang ke saluran got yang mengalir ke Sungai Code. Adapun besar kadar unsur logam Mg-24 di dalam endapan Sungai Code secara singkat disajikan pada Gambar 7.

Dari grafik diatas menunjukkan nilai kadar Si-28 yang terkandung dalam endapan Sungai Code tersebar merata pada setiap lokasi. Hal ini dikarenakan kondisi sungai yang sebagian besar mengandung banyak pasir sehingga kandungan silikonnya juga relatif besar. Pada Ssc10 yang kondisi sungainya lebih banyak mengandung lumpur



**Gambar 7. Grafik Kadar Unsur Mg-24 pada Cuplikan Endapan Sungai Code**

**Silikon (Si-28)**



**Gambar 8. Grafik Kadar Unsur Si-28 pada Cuplikan Endapan Sungai Code**

juga memiliki nilai kadar Si-28 yang relatif besar juga dibanding lokasi yang lain, hal ini dimungkinkan kandungan tersebut berasal dari lokasi-lokasi sebelumnya yang terbawa arus dan mengendap pada lokasi Ssc10 (Jembatan Ring Road Selatan). Adapun besar kadar unsur Si-28 dalam endapan Sungai Code secara singkat disajikan pada Gambar 8.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa cuplikan teridentifikasi unsur Cu-63, Fe-56, Al-27, P-31, Mg-24, Si-28 dengan kadar masing-masing sebagai berikut: Cu-63= (40-72) µg/g, Fe-56=(13091-35127) µg/g, Al-27(30101-43745) µg/g, P-31(165-988) µg/g, Mg-24(1305-5869) µg/g dan Si-28(11851-31656) µg/g.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Suraji yang telah membantu dalam aktivasi cuplikan. Harapan penulis semoga bantuan tersebut menjadikan amal yang baik dan mendapat imbalan dari Allah SWT.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] HERYANDO PALAR, Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Rineka Cipta, Jakarta, 1994
- [2] Bapedalda Yogyakarta, Prokasih Propinsi DIY 2003, Yogyakarta, Badan Penanggulangan Dampak Lingkungan Daerah Yogyakarta, 2003.
- [3] DARSONO, Generator neutron dan aplikasinya, diklat pengenalan dan aplikasi akselerator, Yogyakarta, PUSDIKLAT-BATAN, 1998.
- [4] SUSETYO, W., Spektrometri Gamma dan Penerapannya Dalam Analisis Pengaktifan Neutron, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1988.
- [5] GERHARD ERDTMAND, Neutron Activation Tables, Kernchemie in Einzeldarstellungen Vol..6, Weinheim Verlag Chemie, New York, 1976.

---

---

## TANYA JAWAB

### Riyadi

- *Dalam analisis ini apakah tidak perlu di lakukan kalibrasi efisiensi detektor*
- *Apakah sudah ada baku mutu untuk sampel endapan*

### Agus Tri Purwanto

- Analisis ini menggunakan metode nisbi (relatif), jadi tidak perlu kalibrasi efisiensi detektor
- Baku mutu untuk endapan belum ada