

# Analisa Konsentrasi Radio Nuklida Pelepasan Zat Radioaktif ke Badan Sungai di Sekitar PSTA-Batan Yogyakarta

Denny Dermawan, Mochamad Luqman Ashari, Ulvi Pri Astuti, Mochamad Tekad Reza Regananta  
Jurusan Teknik Permesinan Kapal  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia  
e-mail: dennydermawan@yahoo.com

**Abstract**— Pusat Sains Teknologi Akselerator Badan Teknologi Nuklir Nasional (PSTA-BATAN) Yogyakarta adalah lembaga pemerintah non departemen yang dipimpin oleh seorang kepala, berkedudukan dibawah dan bertanggungjawab kepada Presiden. Pengoperasian instalasi yang melibatkan fasilitas nuklir seperti Reaktor Kartini dan laboratorium selalu memiliki kemungkinan adanya pelepasan zat radio aktif ke lingkungan dan masyarakat sekitar, meskipun kemungkinan itu sangat kecil. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi tingkat konsentrasi pelepasan zat radioaktif ke badan air di sekitar PSTA-BATAN Yogyakarta. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengukuran langsung untuk debit sungai dan pengumpulan data sekunder untuk lebar dan kedalaman sungai. Identifikasi tingkat konsentrasi pelepasan zat radioaktif ke badan air dilakukan dengan perhitungan persamaan matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi radio nuklida di daerah hilir sungai adalah 12,98Bq/m<sup>3</sup>.

**Keywords**— fasilitas nuklir; zat radioaktif; badan air; konsentrasi radio nuklida

## I. PENDAHULUAN

Pusat Sains Teknologi Akselerator – Badan Teknologi Nuklir Nasional (PSTA-BATAN) Yogyakarta adalah Lembaga pemerintah non departemen yang dipimpin oleh seorang kepala, berkedudukan dibawah dan bertanggungjawab kepada Presiden. Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) menempati area seluas 6,2 hektar dan mempunyai tugas melaksanakan perumusan dan pengendalian kebijakan teknis, pelaksanaan, dan pembinaan dan bimbingan di bidang penelitian dan pengembangan fisika partikel, teknologi proses, dan pengelolaan reaktor riset. PSTA-BATAN mempunyai Reaktor Kartini yang masih beroperasi dengan daya 100 kW. Reaktor Kartini yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah reaktor TRIGA (*training, research, isotop production by General Atomic*) kedua yang dibangun di Indonesia. Pengoperasian instalasi yang melibatkan fasilitas nuklir seperti reaktor kartini dan laboratorium selalu memiliki kemungkinan adanya pelepasan zat radioaktif ke lingkungan dan masyarakat sekitar.

Adanya suatu fasilitas nuklir, baik berupa reaktor riset, reaktor daya, industri nuklir maupun laboratorium yang melibatkan penggunaan radioisotop, akan selalu menuntut untuk dilakukannya pengaturan dan pengawasan masalah radioaktivitas ke lingkungan. Lingkungan disini adalah bagian

alam yang berhubungan dengan kehidupan manusia serta kegiatan manusia setiap hari, seperti udara (asmosfir), tanah, sawah-ladang, air, hewan, tanaman, dan lain sebagainya (Wardhana, 1993).

Pencemaran air lingkungan, terutama air sungai, pada saat ini sudah masuk “lampu merah”, terutama sungai-sungai yang melintasi kota besar. Apabila air sungai telah tercemar, misalkan oleh logam berat As, Co, Cr, Cu, Hg, dan Zn, maka biota perairan juga tercemar oleh logam berat tersebut. Kalau biota perairan masuk dalam daur pencemaran lingkungan maka cepat atau lambat pasti akan sampai kepada manusia. Perlu diketahui bahwa di dalam masalah ini ada pengertian tentang *Biological Magnification*, yaitu pelipatan biologis oleh biota yang hidup di perairan yang tercemar. Contoh, suatu perairan telah tercemar oleh logam berat sebesar 10<sup>-6</sup> ppm. Walaupun sangat kecil tetapi akan berlipat menjadi sebesar 10<sup>-2</sup> ppm manakala dimakan oleh zooplankton. Kalau zooplankton dimakan oleh ikan kecil, maka ikan kecil akan mengandung logam berat sebesar 0,5 ppm. Apabila ada ikan yang besar memakan ikan-ikan kecil, maka ikan besar ada kemungkinan mengandung 2 ppm. Pelipatan biologis ini biasanya berkisar antara 75.000-150.000 kali konsentrasi awal. Oleh Karena itu walaupun pencemaran perairan sangat kecil konsentrasinya tetapi akan menjadi berbahaya bila sampai kepada manusia, karena adanya pelipatan biologis ini.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan analisa konsentrasi radio nuklida pelepasan zat radioaktif ke sungai yang menjadi titik pembuangan dari PSTA-BATAN hasil dari simulasi keluarnya zat radioaktif Reaktor nuklir dari cerobong dan terlarut ke sungai, agar mengetahui tingkat total konsentrasi di air dan di sedimen sungai serta dapat mengetahui tingkat dosis di hewan perairan dan mengetahui dampak dosis zat radioaktif kepada manusia.

## II. METODOLOGI

Langkah langkah yang dilakukan dalam penelitian Studi Analisa Konsentrasi Radio Nuklida Keselamatan Pelepasan Zat Radioaktif ke Badan Sungai di sekitar PSTA-Batan Yogyakarta adalah sebagai berikut:

- Melakukan identifikasi masalah berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan terhadap pelepasan zat radioaktif ke badan air.
- Studi lapangan merupakan tahap pengamatan yang dilakukan terhadap kondisi karakteristik sungai yang menjadi titik pelepasan zat radioaktif yang telah di gunakan dari reaktor kartini PSTA-BATAN Yogyakarta.
- Pengumpulan data primer merupakan upaya pengumpulan data dari hasil pengukuran langsung, wawancara, dan brainstorming dengan para ahli atau engineer yang berkompeten dibidang penelitian yang akan dilakukan pada hal ini adalah Analisa tingkat konsentrasi pelepasan zat radioaktif ke sungai.
- Tahap pengolahan data menghitung tingkat konsentrasi dari beberapa bahan radioaktif Reaktor Nuklir Kartini di sungai
  - Mendeskrripsikan tentang karakteristik bahan radioaktif yang digunakan Reaktor Nuklir Kartini PSTA-BATAN Yogyakarta.
  - Membuat skenario pelepasan bahan radioaktif Reaktor Nuklir Kartini lepas ke atmosfer dan jatuh ke titik lepasan sungai yang berada di dekat PSTA-BATAN Yogyakarta.
  - Menghitung tingkat konsentrasi radio nuklida di sungai. Perhitungan dilakukan dengan asumsi bahan radioaktif Reaktor Nuklir Kartini lepas ke sungai.
- Tahap analisa dan kesimpulan tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian dimana pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap pelepasan zat radioktif ke sungai.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan di area lepasan pada sungai warga didapatkan data sebagai berikut:

Kecepatan laju aliran air sungai (qw)	: 0,1 m <sup>3</sup> /s
Lebar sungai (B)	: 3,47 m
Kedalaman Sungai (D)	: 0,1 m

$$U = \frac{qw}{B \times D}$$

Untuk Jarak titik lepasan radio nuklida ke terhadap warga sekitar berjarak 500 m, dimana didapatkan data sebagai berikut

Kedalaman Sungai (D)	: 0,1 m
Lebar Sungai (B)	: 3,47 m

$$A = \frac{1,5 \times D \times X}{(B^2)}$$

Pada konsentrasi radio nuklida adalah besaran nilai radionuklida pada hilir sungai dimana didapatkan data sebagai berikut:

Rata-rata kecepatan radionuklida (Q)	: 1 Bq/s
Kecepatan aliran (qw)	: 0,1 m <sup>3</sup> /s
Peluruhan radionuklida secara konstan ( $\lambda$ )	: 0.0000837/s
Jarak pada hilir (x)	: 500 m

Kecepatan aliran sungai (m s<sup>-1</sup>) U : 0,29 m/s  
Koefisien pencampuran parsial (Pr) : 1,3 dimensionless  
Konsentrasi radionuklida di hilir sungai adalah C<sub>ws</sub> (Bq/m<sup>3</sup>) :

$$C_{ws} = C \cdot \frac{1}{1 + kd \cdot Ss}$$

Nilai k<sub>d</sub> dapat dilihat pada tabel yaitu k<sub>d</sub> = 5.10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/kg untuk *freshwater* sedangkan nilai untuk konsentrasi sedimen *suspended* yaitu S<sub>s</sub> = 1.10<sup>-3</sup> kg/m<sup>3</sup>. Ketika di permukaan air, digunakan untuk air minum, sedimen *suspended* tergeser oleh proses pengolahan air. Oleh Karena itu dapat diasumsikan larutan konsentrasi radio nuklida tepat untuk dosis radiasi dari air minuman. *Removal efficiency* bervariasi tergantung pada radio nuklida dan spesifik pengolahan air yang digunakan. Konsentrasi radionuklida di hilir sungai (C<sub>ws</sub>) adalah 12,98(Bq/m<sup>3</sup>).

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah konsentrasi radio nuklida di hilir sungai (C<sub>ws</sub>) adalah 12,98(Bq/m<sup>3</sup>).

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir.
- [2.] Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2013 tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan.
- [3.] International Atomic Energy Agency. 1998. *Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry, and research*. Vienna : IAEA
- [4.] International Atomic Energy Agency. 2001. *Generic Models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substance to the environment*. Vienna : IAEA
- [5.] Ummi, Nurul Fatih. 2015. Analisis Sebaran Argon 41 Melalui Udara dari Hasil Pelepasan Reaktor Kartini. *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
- [6.] Wardhana, Wisnu Arya. 2007. *Teknologi Nuklir : Proteksi Radiasi dan Aplikasinya*. Yogyakarta : Andi.
- [7.] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.
- [8.] Agustyaningsih, Dyah. et al. Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendali Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. Semarang