

## PENGARUH BATIMETRI PERAIRAN TERHADAP DISTRIBUSI PLUTONIUM-239/240 ( $^{239/240}\text{Pu}$ ) DALAM SEDIMEN DI PERAIRAN GRESIK

Patar Widyanto <sup>1)</sup>, Muslim <sup>\*</sup>), Heny Suseno <sup>\*\*)</sup> dan Murdahayu Makmur <sup>\*\*\*)</sup>

<sup>1\*)</sup> Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
<sup>\*\*,\*\*\*)</sup> Pusat Teknologi Limbah Radioaktif – Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)  
Email : aqua\_muslim@yahoo.com; hensysuseno@yahoo.com; mdhayu@batan.go.id

### Abstrak

*Keberadaan suatu unsur radionuklida secara alamiah sudah terdapat di dunia oleh proses alam dalam tubuh bumi itu sendiri, selain itu berbagai aktivitas manusia juga menyebabkan keberadaan aktivitas suatu unsur radionuklida. Plutonium-239/240 adalah radionuklida reaktif (non konservatif) di mana unsur radionuklida ini lebih mudah berpindah dari laut yang disebabkan afinitasnya terhadap permukaan partikel alam yang menyebabkan radionuklida ini tenggelam ke dasar laut dan masuk ke dalam sedimen. Sifat toxic dari plutonium-239/240 menjadi perhatian khusus bagi pemantauan pencemaran laut di Perairan Gresik. Pergerakan arus laut secara terus menerus menjadi salah satu faktor pembentuk pantai, yang juga berperan dalam distribusi dari suatu pencemaran tertentu. Batimetri perairan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi arus laut, di mana semakin tinggi kemiringan suatu dasar perairan semakin besar pula kecepatan arusnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh batimetri perairan terhadap distribusi aktivitas  $^{239/240}\text{Pu}$  dalam sedimen di perairan Gresik. Metode penelitian ini adalah metode deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batimetri perairan Gresik pada lokasi penelitian berkisar antara 68cm hingga 341cm. Batimetri perairan berpengaruh terhadap distribusi Plutonium-239/240 dalam sedimen, dimana aktivitas radionuklida plutonium-239/240 cenderung lebih tinggi pada perairan yang dangkal dan mengalami penurunan aktivitas diperairan yang dalam.*

**Kata Kunci:** Radionuklida, Sedimen, Batimetri, Perairan Gresik

### Abstract

*The existence of natural radionuclides have been found in the world by natural processes in the Earth's body, besides that many kinds of human activity also caused the amount of radionuclide elements. Plutonium-239/240 is reactive radionuclides (non-conservative) which is easier disappear from the sea due to its affinity to the particle surface which causes the natural radionuclides sink to the ocean floor and into the sediment. The nature Toxic of Plutonium-239/240 becomes a concern to the monitoring of marine pollution in Gresik Waters. The ocean currents movement be one of the determining factors of the coast, which also play a role in the distribution of particular pollution. Waters bathymetry become a formation factor in ocean currents, where the higher the slope of the bottom waters, the greater the speed of the current. The purpose of this study was to determine the effect of waters bathymetry on the distribution of  $^{239/240}\text{Pu}$  in sediments of Gresik Waters. This research used descriptive research method. The results showed that the bathymetry of Gresik Waters between 68cm up to 341cm. The waters bathymetry influences the distribution of Plutonium-239/240 in sedimen, where as the activity of Plutonium-239/240 radionuclides tends to be higher in the shallow waters and decreased in depth waters.*

**Keywords:** Radionuclides, Sediments, Bathymetry, Gresik Waters

## 1. Pendahuluan

Keberadaan radionuklida secara alamiah sudah terdapat di dunia oleh proses alam dalam tubuh bumi sendiri, selain itu berbagai macam aktivitas manusia juga menyebabkan keberadaan kandungan suatu unsur radionuklida. Tidak semua negara memanfaatkan nuklir sebagai sumber energi dan teknologi, namun dampak dari radiasi nuklir dapat menyebar luas dengan adanya fenomena alam dan aktifitas manusia.

Menurut Prihatiningsih dan Suseno (2007) di antara lautan dunia, deposisi material radioaktif di Samudera Pasifik lebih kompleks dibandingkan lautan lainnya. Sebanyak 68 percobaan nuklir telah dilakukan di atas permukaan Samudera Pasifik yang tidak hanya menghasilkan fallout lokal tetapi deposisi troposferik regional dan menyebabkan penyebaran ke wilayah Pasifik Utara sebelah selatan dengan skala yang menyamai *global fallout*.

Arus laut dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia melalui perairan bagian laut dalam Indonesia merupakan suatu fenomena yang menarik perhatian dunia akhir-akhir ini. Aliran massa air tersebut dikenal dengan nama ARLINDO (Arus Lintas Indonesia). Dalam istilah internasional dikenal sebagai *Indonesian Through flow*, yaitu arus yang mengalir ke arah selatan melalui Selat Makasar dan dibelokkan ke Laut Jawa. Di samping itu, ARLINDO juga mengalir melalui celah Kepulauan Maluku dan Irian Jaya yang menuju ke barat daya dan diteruskan ke Samudera Hindia (Wrytki, 1961).

Plutonium-239/240 merupakan radionuklida reaktif (non konservatif) di mana unsur radionuklida ini lebih mudah menyebar dari laut yang disebabkan afinitasnya terhadap permukaan partikel alam yang menyebabkan radionuklida ini tenggelam ke dasar laut dan masuk ke dalam sedimen ( IAEA, 2005 dalam Cahyana, 2012 ).

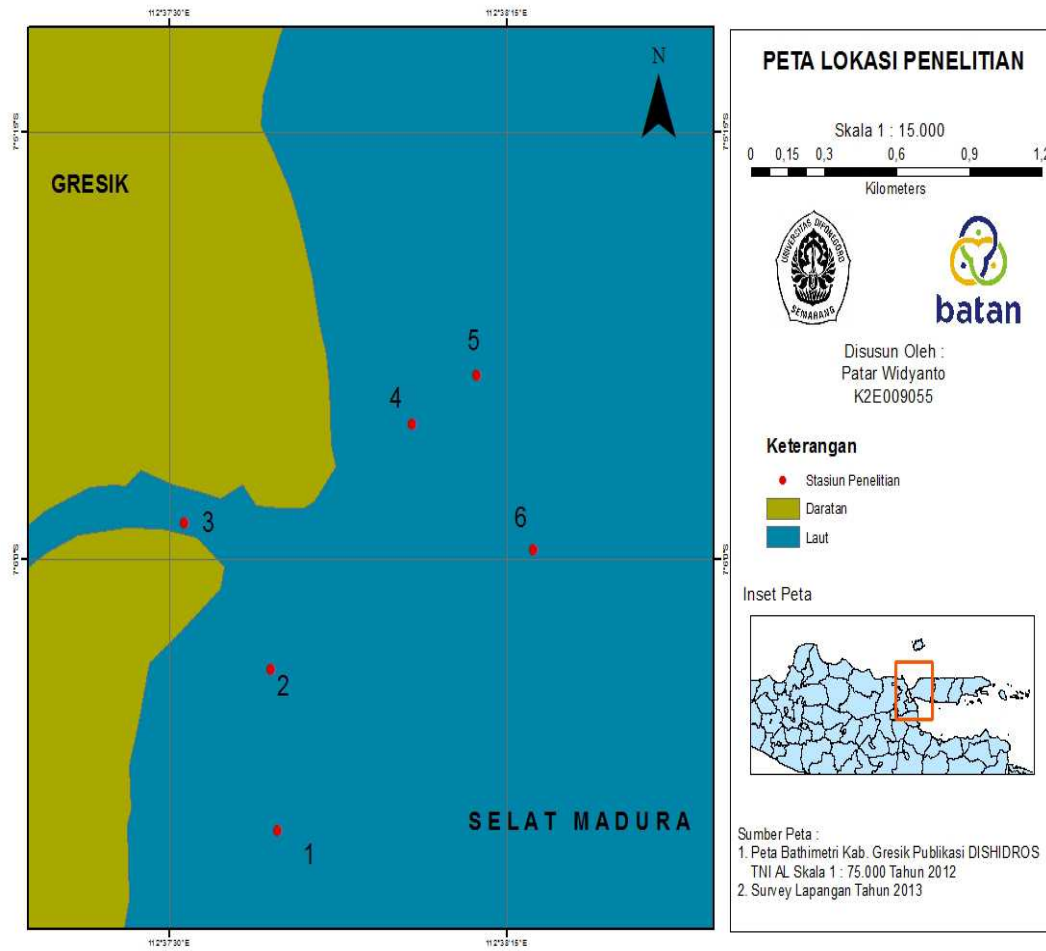
Batimetri sebagai petunjuk tinggi rendahnya dasar laut (Nurjaya, 1991 dalam Defrimilsa,2003). Dimana terbentuknya batimetri itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya arus dan transpor sedimen yang terjadi pada suatu dasar laut. Semakin tinggi kemiringan batimetri pada dasar laut, semakin besar pula kecepatan arus yang terjadi.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada penelitian kali ini , dilakukan analisa pengaruh batimetri terhadap distribusi Plutonium-239/240 dalam sedimen di perairan Gresik.

## 2. Metode Penelitian

Materi penelitian yang digunakan adalah peta batimetri dan data arus permukaan dari perairan Gresik. Posisi stasiun pengambilan sampel sedimen ditetapkan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu metode pengambilan sampel yang merepresentasikan keadaan keseluruhan berdasarkan pertimbangan dari peneliti (Sudjana, 1992 dalam Utama, 2013). Gambar peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Data arus permukaan diambil menggunakan metode lagrangian yaitu dengan mengamati pergerakan massa air permukaan dengan rentang waktu tertentu menggunakan bola duga dan pengukuran batimetri secara manual di lokasi stasiun. Selanjutnya untuk mengetahui peramalan kecepatan dan arah arusnyadibantu dengan penggunaan *Software SMS (Surface Water Modeling System)*. Model SMS yang digunakan untuk mengolah arus permukaan adalah model ADCIRC. Model ADCIRC yaitu model sirkulasi lanjutan untuk pemodelan hidrodinamika laut pesisir sampai model hidrodinamika sirkulasi, dan pemodelan perangkat lunak (*SMS Software*, 1999).



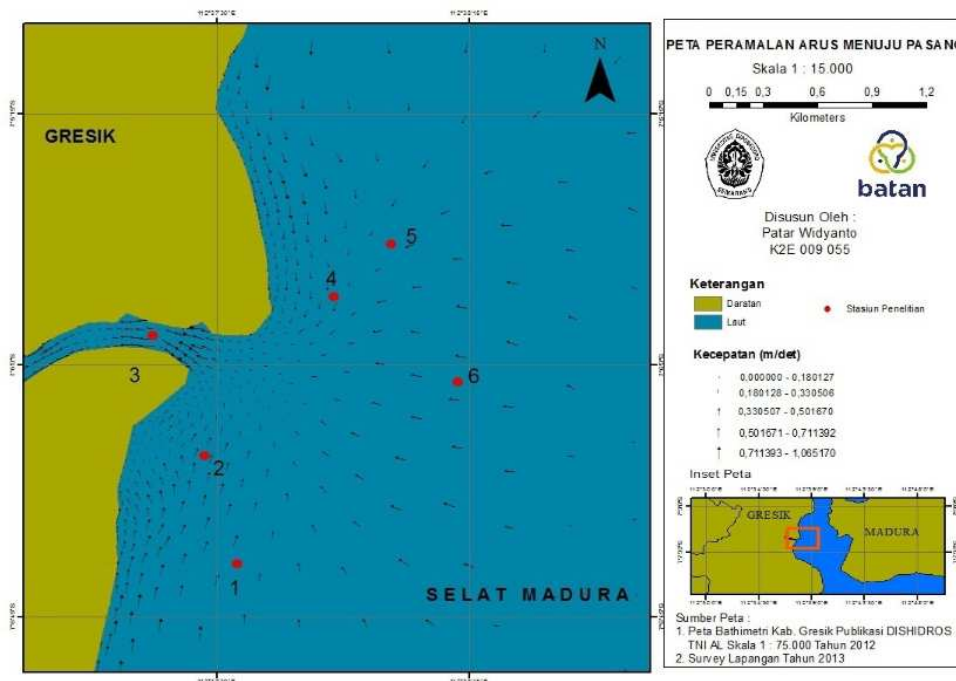
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### 3. Hasil Pengukuran Batimetri, Pemodelan Arus Laut dan Pembahasan

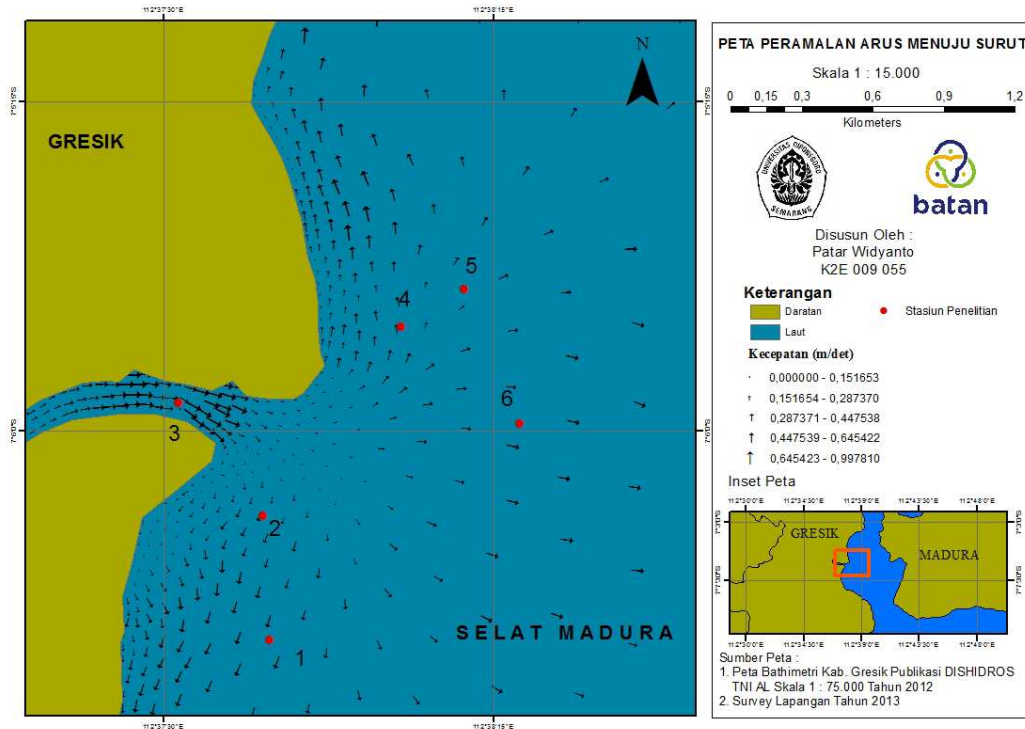
Hasil pengukuran Batimetri di lapangan terdapat pada **Tabel 1**. Dengan nilai kedalaman batimetri berkisar antara 68 – 341 cm.

Stasiun	Koordinat		Batimetri Perairan (cm)
	BT	LS	
1	112°37'47,52''	07°06'28,38''	80
2	112°37'43,5''	07°06'11,4''	68
3	112°37'32,04''	07°05'55,8''	341
4	112°37'55,5''	07°05'51,6''	127
5	112°38'2,3''	07°05'45,6''	143
6	112°38'17,34''	07°05'59,04''	123

Pola arus perairan Gresik pada saat pasang dan surut di lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



**Gambar 2.** Peta Pola Arus Pada Saat Pasang di Perairan Gresik



**Gambar 3.** Peta Pola Arus Pada Saat Surut di Perairan Gresik

Berdasarkan data kedalaman perairan (batimetri) dapat dilihat bahwa perairan dangkal terdapat pada lokasi stasiun 1 dan 2, di mana perairan tersebut memiliki kedalaman perairan di bawah 100 cm (80 dan 68 cm) yang kemudian terjadi kemiringan yang cukup besar pada daerah sekitar sungai manyar (stasiun 3), di mana pada stasiun ini memiliki kedalaman hingga 341 cm, yang merupakan kedalaman yang paling dalam di antara stasiun lainnya. Sedangkan pada stasiun 4, 5 dan 6 berkisar antara 123 hingga 143 cm.

Berdasarkan Data batimetri perairan dan hasil pemodelan arus pada saat pasang maupun surut, dapat diketahui bahwa arus laut bergerak menuju perairan yang lebih dalam pada saat pasang, dan bergerak menuju perairan yang lebih dangkal pada saat surut. Fenomena arus laut inilah yang turut berperan dalam transpor sedimen dalam suatu perairan. Hal ini juga diperkuat oleh Siebold dan Berger (1993) dalam Nugroho *et al.*, (2013), dengan pernyataan bahwa kecepatan arus berpengaruh terhadap pergerakan sedimen.

Adriana (2008) dalam Kinanti *et al.*, (2014) menyatakan bahwa arus dengan kecepatan kurang dari 10 cm/s dikategorikan sebagai arus yang lambat. Kecepatan arus yang lambat dapat mengakumulasi sedimen yang mengandung aktivitas Plutonium-239/240 lebih tinggi. Distribusi Plutonium-239/240 dipengaruhi oleh batimetri perairan, dimana Plutonium-239/240 lebih besar berada di perairan yang lebih dangkal karena proses pengakumulasian sedimen pada perairan itu sendiri.

Sumber utama radionuklida  $^{239/240}\text{Pu}$  pada perairan Gresik diduga berasal dari Samudera Pasifik yang terdistribusi oleh pengaruh arus laut. *Global fallout* dan kecelakaan nuklir di dunia membawa dampak dalam distribusi  $^{239/240}\text{Pu}$  hingga ke perairan Gresik. Arus laut dan batimetri perairan turut berpengaruh terhadap pendistribusian radionuklida  $^{239/240}\text{Pu}$  dalam sedimen.

#### 4. Kesimpulan

Distribusi Aktivitas Plutonium-239/240 dalam sedimen di Perairan Gresik dipengaruhi oleh Batimetri dan kondisi arus lokasi penelitian. Batimetri berperan penting dalam pengakumulasian sedimen dan juga transpor sedimen pada suatu perairan. Arus Laut berperan penting dalam hal pergerakan massa air dari sumber lepasan radionuklida hingga sampai ke perairan Gresik.

Selain itu, arus laut merupakan faktor pembentuk pantai, termasuk juga pada pembentukan batimetri suatu perairan.

### **Daftar Pustaka**

- Cahyana, C. 2012. Model Sebaran Radionuklida Antropogenik di Laut. *J. Tek. Peng. Limbah*, 15(1):17-24 hlm.
- Defrimilsa. 2003. Studi Perbandingan Batimetri Perairan Utara Belitung Hasil Deteksi Sistem Akustik BIM Terbagi SIMRAD EY-500 Dengan Profil Batimetri Peta DESHIDROS TNI-AL. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 54 hlm.
- Hutama, P.B.P. 2013. Distribusi Radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Selat Panaitan – Selatan Garut.[Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 50 hlm.
- Kinanti, T.E. S. Rudiyanti dan F. Purwanti. 2014. Kualitas Perairan Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Faktor Fisika Kimia Sedimen dan Kelimpahan Hewan Makrobentos. *Diponegoro Journal of Maquares.*, 3(1): 16-167.
- Nugroho, R.A., Widada, S. dan Pribadi, R. 2013. Studi Kandungan Bahan Organik dan Mineral (N, P, K, Fe dan Mg) Sedimen di Kawasan Mangrove Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research.*, 2(1): 62-70.
- Prihatiningsih, W.R. dan Suseno H. 2007. Pemantauan Radionuklida Antropogenik di Perairan Selat Makasar. *Pusat Teknologi Limbah Radioaktif – BATAN*. 10 (2): 62-67.
- SMS Software, 1999. SMS – Surface Water Modeling System Description. [1999]. [http://www.scisoft-gms.com/sms\\_details/sms\\_details.html](http://www.scisoft-gms.com/sms_details/sms_details.html) diunduh pada tanggal 1 Maret 2014, pukul 20.34 WIB
- Wyrski, K., 1961. Scientific Results of Marine Investigations of The South China Sea and The Gulf of Thailand 1959 – 1961. The University of California, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California.