

## PERBANDINGAN PROFIL DISTRIBUSI VERTIKAL $^{137}\text{Cs}$ DI LAPISAN TANAH HASIL PENGUKURAN TERHADAP SIMULASI

Nita Suhartini

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta 12070, Indonesia

E-mail: s-nita@batan.go.id

### Abstrak

Percobaan ini bertujuan untuk membandingkan profil distribusi vertikal konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  di lapisan tanah pada suatu lokasi yang stabil. Hutan lindung Pangrango telah dipilih sebagai lokasi penelitian, yaitu suatu lokasi yang tidak pernah dirusak sejak tahun 1925. Pengambilan sampel dilakukan Pancawati – Ciawi. Alat untuk sampling tanah adalah *scraper* dengan ukuran (20 x 50) cm, dengan ketebalan setiap lapisan adalah 2 cm sampai dengan kedalaman 24 cm ( $107 \text{ kg/m}^2$ ) atau 26 cm ( $137 \text{ kg/m}^2$ ), dan pengambilan sampel dilakukan pada 5 titik percobaan. Sampel-sampel tanah kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan persiapan awal dan dianalisis kandungannya  $^{137}\text{Cs}$  nya menggunakan alat MCA pada energi 662 keV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup nyata antara profil distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  yang dihitung secara simulasi dan perhitungan.

### Abstract

#### Comparison Of $^{137}\text{Cs}$ Vertical Distribution Profile At Soil Layer Obtained By Measurement And Simulation.

This investigation aimed to compare a profile of  $^{137}\text{Cs}$  vertical distribution at soil layer in the stable site (undisturbed site). Conservation forest that has been becoming as conservation area since 1925 namely Gn. Pangrango was selected as study site. Sampling of soil was done in Pancawati – Ciawi. Sampling was done by using scraper (20 x 50) cm, with layer increment of 2 cm until the depth of 24 cm ( $107 \text{ kg/m}^2$ ) or 26 cm ( $137 \text{ kg/m}^2$ ), and sampling was done at 5 points. Soil samples were brought to the laboratory for preparation and analysis of  $^{137}\text{Cs}$  content by using MCA at 662 keV energy. The result showed that the comparison of  $^{137}\text{Cs}$  vertical distribution profile between measurement and simulation has a significant differences.

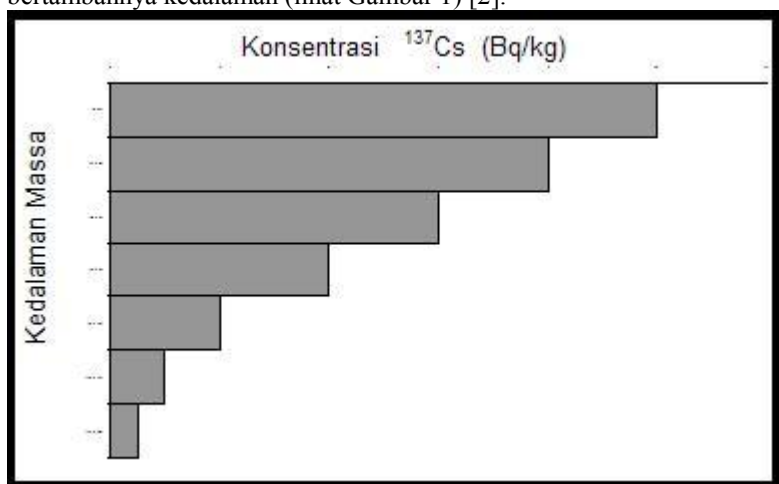
Keywords: erosion, sedimentation, environmental isotope,  $^{137}\text{Cs}$

### 1. Pendahuluan

Radioaktif alam  $^{137}\text{Cs}$  dapat digunakan sebagai perunut (*tracer*) untuk studi erosi, karena mampu memberikan informasi tentang erosi secara lengkap, yang meliputi arah pergerakan tanah, laju erosi/deposisi dan asal usul sedimentasi. Penggunaan  $^{137}\text{Cs}$  alam untuk studi erosi dan sedimentasi, pertama kali dipelopori oleh Mc. Henry dan Ritchi di USA sekitar tahun 1960-an [1].  $^{137}\text{Cs}$  dapat digunakan sebagai perunut karena mudah diidentifikasi atau sifat-sifat dinamikanya yang mudah untuk dipantau.

$^{137}\text{Cs}$  yang terdapat di atmosfer merupakan produk dari percobaan senjata nuklir yang dilakukan sekitar tahun 1950-an dan 1960-an; kemudian  $^{137}\text{Cs}$  ini terdeposit kurang lebih secara merata di atas permukaan bumi selama musim hujan. Ketika menyentuh permukaan tanah, dengan sangat cepat  $^{137}\text{Cs}$  akan terikat pada partikel tanah. Unsur  $^{137}\text{Cs}$  terikat sangat kuat pada partikel tanah jenis lempung (*clay*), sehingga dapat digunakan sebagai perunut (*tracer*) untuk studi erosi. Metode isotop alam  $^{137}\text{Cs}$  ini berdasarkan pada selisih antara nilai inventori  $^{137}\text{Cs}$  lokasi yang diteliti terhadap

nilai inventori  $^{137}\text{Cs}$  lokasi pembandingan (*originally deposite*). Jika hasil pembandingan memiliki tanda negatif (-) menunjukkan pada titik percobaan telah terjadi proses erosi dan jika positif (+) menunjukkan telah terjadi proses deposisi [1]. *Originally deposite* adalah suatu lokasi yang stabil dimana perusakan atau erosi/deposit hampir tidak pernah terjadi sejak tahun 1950-an, sehingga memberikan suatu profil distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  yang asli pada lapisan tanahnya yaitu konsentrasi maksimum terdapat di lapisan permukaan dan makin berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya kedalaman (lihat Gambar 1) [2].



**Gambar 1. Profil distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  di lapisan tanah pada lokasi stabil secara Teoritis**

Penelitian ini merupakan penelitian awal yang bertujuan untuk mencari informasi tentang distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  di lapisan tanah pada suatu lokasi yang stabil, dimana data awal ini akan digunakan sebagai petunjuk apakah metode teknik nuklir menggunakan isotop alam  $^{137}\text{Cs}$  untuk memperkirakan laju erosi/deposisi tanah dapat diterapkan di Indonesia.

## 2. Metode Penelitian

### Pemilihan lokasi penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah suatu hutan lindung yang terletak di Gunung Pangrango – Pancawati - Ciawi yang telah dijadikan sebagai hutan lindung sejak tahun 1925 (menurut informasi dari Dep. Kehutanan) Alasan pemilihan lokasi karena hutan lindung ini tidak pernah/sedikit mengalami kerusakan sejak tahun 1925. Lokasi penelitian memiliki jenis tanah vulkano yang banyak mengandung pasir dan kerikil, serta tumbuhan dengan akar yang kuat dan panjang. Kedua faktor ini dapat mempengaruhi profil distribusi vertikal dari  $^{137}\text{Cs}$  dalam lapisan tanah, karena  $^{137}\text{Cs}$  tidak terikat oleh pasir dan batuan/kerikil, sedangkan akar dapat mempengaruhi distribusi  $^{137}\text{Cs}$  ke lapisan yang lebih dalam [3]. Pada penelitian ini juga akan dilihat pengaruh ketinggian terhadap profil distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  di lapisan tanah.

### Metoda pengambilan sampel (*sampling*)

Setelah semua lokasi yang dibutuhkan ditentukan, maka pengambilan sampel tanah dilakukan. Untuk pengambilan sampel di hutan digunakan alat bernama *scraper*. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan penambahan setiap lapisan adalah 2 cm hingga kedalam 20 cm sampai dengan 26 cm. Sebanyak 5 titik pengambilan sampel telah dipilih di hutan lindung Pancawati, pemilihan titik percobaan dilakukan secara acak dengan ketinggian yang bervariasi.

### Persiapan awal Sampel

Sampel-sampel tanah yang telah dibawa ke laboratorium sedimentologi – P3TIR – BATAN, kemudian dipersiapkan awal sebelum di analisis kandungan  $^{137}\text{Cs}$  nya. Preparasi sampel terdiri atas : pengeringan sampel tanah, penimbangan berat total sampel, pengayakan hingga lolos ayakan 1 mm dan penggerusan agar diperoleh ukuran yang homogen.

### Analisis kandungan $^{137}\text{Cs}$

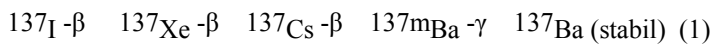
Sampel-sampel kering yang halus telah siap untuk dianalisis kandungan  $^{137}\text{Cs}$  nya. Sebanyak 500 g dari sampel tanah kering dan halus dimasukkan ke dalam merinelli dan ditutup. Kandungan  $^{137}\text{Cs}$  dalam sampel tanah kemudian dianalisis dengan menggunakan detektor *high purity germanium* (HPGe) yang dihubungkan ke *ORTEC spectrum master* dan *multi channel analyzer* (MCA). Pengukuran dilakukan selama minimum 16 jam, dan sampel yang memiliki kandungan  $^{137}\text{Cs}$  rendah, perlu penambahan waktu pencacahan agar kesalahan pencacahan dapat dikurangi.

Setelah pencacahan, sampel tanah dikembalikan ke kantong plastik dan disimpan, sehingga dapat digunakan kembali jika diperlukan. Untuk menjaga agar detektor tetap memberikan hasil yang akurat, maka setiap sebulan sekali perlu dilakukan pencacahan terhadap standar. Pengukuran standar ini bertujuan untuk menentukan faktor koreksi dari

detektor, dan standar yang digunakan adalah *Soil IAEA-375* dengan aktivitas  $^{137}\text{Cs} = 5,28 \text{ Bq/g}$  per tanggal 31 Desember 1991.

#### Analisis data

Metode analisis  $^{137}\text{Cs}$  pada cuplikan tanah dilakukan dengan menggunakan spektrometer saluran gamma (*Multy Channel Analyzer*) yang dilengkapi dengan detektor HPGe. Dalam analisis, unsur pemancar sinar- $\gamma$  yang terdeteksi oleh detektor adalah isotop  $^{137}\text{mBa}$ . Isotop  $^{137}\text{mBa}$  (waktu paruh = 2,44 bln) merupakan anak dari  $^{137}\text{Cs}$  (waktu paruh = 30,17 tahun). Aktifitas yang dihasilkan dari analisis isotop turunan  $^{137}\text{Cs}$  ( $^{137}\text{mBa}$ ) tersebut adalah ekivalen terhadap penentuan aktifitas  $^{137}\text{Cs}$ , karena  $^{137}\text{Cs}$  sebagai pemancar sinar- $\beta$  dan  $^{137}\text{mBa}$  pemancar sinar- $\gamma$  yang berasal dari rangkaian reaksi inti sebagai berikut : [4]



Spektrum sinar- $\gamma$  dari unsur  $^{137}\text{mBa}$  akan terdeteksi oleh detektor saluran gamma pada energi 662keV. Pada pengukuran tersebut selain spektrum sinar- $\gamma$  dari unsur  $^{137}\text{mBa}$  juga akan muncul spektrum sinar- $\gamma$  dari unsur  $^{214}\text{Bi}$  sebagai pengganggu. Untuk mencegah gangguan unsur  $^{214}\text{Bi}$ , hasil cacahan pada energi 662 keV ini dilakukan koreksi terhadap unsur  $^{137}\text{mBa}$  dengan cara sebagai berikut : [4]

$$\text{Net Area } ^{137}\text{Cs} \text{ (pada energi 662 keV)} = \text{Net Area } ^{137}\text{mBa} \text{ ( energi 662 keV)} - 3,5\% \times \text{Net Area } ^{214}\text{Bi} \text{ (energi 609 keV)} \quad (i)$$

Untuk penentuan faktor koreksi detektor digunakan standar tanah dengan aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  yang telah diketahui (*SOIL IAEA-375*). Koreksi aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  sesungguhnya standar terhadap aktivitas pada saat ini menggunakan persamaan:

$$A = A_0 \cdot e^{-kt} \quad (ii)$$

Dimana:  $A_0$  = aktivitas standar pada tanggal 31 Desember 1991 (Bq/g)

$A$  = Aktivitas standar saat ini (Bq/g)

$k$  = konstanta

$t$  = lamanya peluruhan

Hasil pengukuran aktivitas standar menggunakan MCA kemudian dibandingkan terhadap aktivitas sesungguhnya pada waktu yang sama. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{c.f.} = A_{so}/A_{ao} \quad (iii)$$

dimana: - c.f. = factor koreksi

$A_{ao}$  = Aktivitas yang diperoleh dari alat (Bq/g)

$A_{so}$  = Aktivitas yang sebenarnya (Bq/g)

Faktor koreksi kemudian akan digunakan untuk mengkoreksi aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  yang diperoleh melalui pengukuran. Persamaan yang digunakan adalah:

$$A_s = \text{c.f.} \times (A_a/W) \quad (iv)$$

Dimana:  $A_s$  = Aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  sampel yang terkoreksi (Bq/g)

$A_a$  = aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  sampel yang didapat dari alat (Bq)

$W$  = Berat sampel yang dianalisis (g)

Jika aktivitas dikonversi ke persatuan luas, maka digunakan persamaan:

$$A = (A_s \times m)/a \quad (v)$$

Dimana:  $A$  = aktivitas terkoreksi (Bq/m<sup>2</sup>)

$M$  = massa kering sampel yang lolos ayakan 2 mm (g)

$a$  = Luas permukaan alat sampling (m<sup>2</sup>)

Penentuan profil distribusi vertical  $^{137}\text{Cs}$  secara simulasi di lapisan tanah menggunakan persamaan [5]:

$$A_{(x)} = A_{(0)} e^{-x/h_0} \quad (vi)$$

Dimana:  $A_{(x)}$  = konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  pada kedalaman massa  $x$  (Bq/kg)

$A(0)$  = konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  pada permukaan tanah (Bq/kg)

$x$  = kedalaman massa ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

$h_0$  = kedalaman relaksasi ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

Parameter  $h_0$  merupakan suatu indikasi kedalaman distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  di lapisan tanah, semakin besar nilai  $h_0$  maka semakin dalam distribusi  $^{137}\text{Cs}$  di lapisan tanah.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan sampel di hutan lindung ini dilakukan pada 5 titik secara acak, dimana pemilihan titik berdasarkan pada lokasi yang datar dan terbuka. Hutan lindung Pangrango ini telah dilindungi sejak tahun 1928 (berdasarkan keterangan dari Dep. Kehutanan). Titik-titik pengambilan sampel tersebut adalah Pangrango I (ketinggian 1000 m dpl), Pangrango II (1100 m dpl), Pangrango III (1190 m dpl), Pangrango IV (945 m dpl) dan Pangrango V (1030 m dpl). Profil distribusi  $^{137}\text{Cs}$  di hutan lindung Pancawati – Ciawi ini cukup bervariasi, hal ini disebabkan banyak ditemukan akar tumbuh-tumbuhan dan tanahnya mengandung cukup banyak kerikil. Hasil perhitungan aktivitas total  $^{137}\text{Cs}$  dari hutan lindung ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Penentuan profil distribusi vertikal secara simulasi diperoleh dengan mengubah persamaan (vi) menjadi:

$$\ln A(x) = \ln A(0) - (x/h_0) \quad (\text{vii})$$

Persamaan (vii) kemudian diplotkan seperti yang terlihat pada Gambar 2, untuk mendapatkan nilai parameter  $A(0)$  dan  $h_0$ .

Dengan cara yang sama maka nilai dari parameter  $A(0)$  dan  $h_0$  untuk kelima titik percobaan dapat dihitung seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil perhitungan nilai parameter  $A(0)$  dan  $h_0$**

Titik Percobaan	$A(0)$ (Bq/kg)	$h_0$ ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
Pangrango I	3,76	111,11
Pangrango II	4,15	53,48
Pangrango III	8,13	81,97
Pangrango IV	3,21	103,09
Pangrango VI	2,19	200,00

Hasil perbandingan profil distribusi vertikal yang diperoleh secara pengukuran dan simulasi adalah sebagai berikut :

#### a. Titik Pangrango I

Melalui Gambar 3, dapat dilihat bahwa telah terjadi penambahan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  pada permukaan tanah. Penambahan ini berasal dari daun-daun yang mengandung  $^{137}\text{Cs}$  dan telah tercampur dengan tanah selama puluhan tahun. Sedangkan perbedaan profil distribusi vertikal antara pengukuran dan simulasi disebabkan karena adanya akar besar dan kerikil yang dapat mempengaruhi proses distribusi vertikal, selain itu proses distribusi  $^{137}\text{Cs}$  pada permukaan tanah oleh air hujan terhalang oleh rimbunnya pepohonan sehingga tidak dapat terdistribusi secara merata. Konsentrasi maksimum  $^{137}\text{Cs}$  secara perhitungan di titik ini terletak pada permukaan lapisan. Karena keterbatasan peralatan sampling yang kami miliki dimana pengambilan sampel tanah hanya sampai kedalaman 24 cm ( $122,82 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) dan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  masih cukup tinggi pada lapisan tersebut yaitu 1,29 (Bq/kg), ini menunjukkan bahwa distribusi vertikal lebih dalam dari 24 cm.

#### b. Titik Pangrango II

Profil distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  secara simulasi dan perhitungan untuk titik ini dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 memperlihatkan bahwa titik ini mengalami penambahan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  yang berasal dari daun-daunan yang telah

tercampur dengan tanah selama puluhan tahun seperti yang terjadi pada titik I. Berbedanya profil distribusi vertikal antara hasil pengukuran terhadap simulasi juga memiliki alasan yang sama dengan titik I, tetapi melalui nilai ho dapat diketahui bahwa distribusi  $^{137}\text{Cs}$  di titik I lebih dalam dibandingkan dengan titik II, karena nilai ho dari titik I lebih besar dari titik II. Konsentrasi maksimum di titik II ini terletak pada lapisan atas.

### c. Titik Pangrango III

Bentuk profil distribusi vertikal secara perhitungan dan simulasi untuk titik III dapat dilihat pada Gambar 5. Melalui Gambar 5, terlihat bahwa titik III mengalami pengurangan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$ , karena di lapisan atas ini banyak ditemukan batuan dan kerikil, kemungkinan lain adalah telah terjadi proses erosi. Sedangkan perbedaan profil distribusi vertikal pada lapisan yang lebih dalam disebabkan adanya akar tumbuhan yang besar sehingga dapat mempengaruhi dsitribusi vertikal dari  $^{137}\text{Cs}$ , selain itu tingginya curah hujan juga dapat menyebabkan  $^{137}\text{Cs}$  dapat terdistribusi ke lapisan yang dalam karena terbawa oleh air ke dalam tanah. Konsentrasi maksimum di titik III terletak pada lapisan (10 – 12) cm atau kedalaman massa  $56,30 \text{ kg/m}^2$ .

### d. Titik Pangrango IV

Gambar 6 memperlihatkan profil distribusi vertikal yang diperoleh secara perhitungan dan simulasi untuk titik IV. Melalui gambar 6 terlihat bahwa konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan permukaan hasil simulasi lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengukuran, hal ini kemungkinan disebabkan adanya penambahan konsentration dari daun-daunan atau adanya deposit butiran tanah mengandung  $^{137}\text{Cs}$  yang terbawa oleh air hujan dari lokasi lain. Konsentrasi maksimum terdapat di lapisan permukaan dan mengalami penurunan dengan bertambahnya kedalaman. Melalui Gambar 6 dapat dilihat bahwa distribusi vertikal di titik ini lebih dalam dari 24 cm.

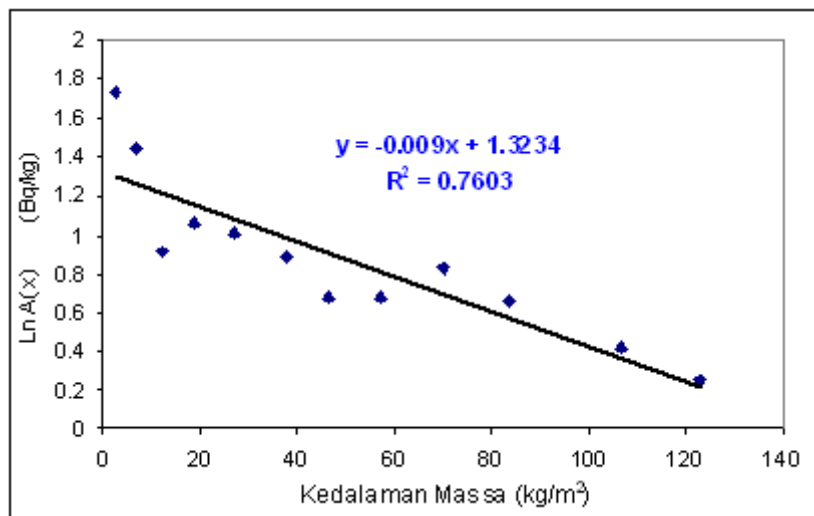
Table 1. Hasil perhitungan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan tanah untuk titik Pangrango I, II, III, IV dan V

No.	PANGRANGO I (1000 m dpl)		PANGRANGO II (1100 m dpl)		PANGRANGO III (1190 m dpl)		PANGRANGO IV (945 m dpl)		PANGRANGO V (1030 m dpl)	
	x ( $\text{kg/m}^2$ )	A $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	X ( $\text{kg/m}^2$ )	A $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	X ( $\text{kg/m}^2$ )	A $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	x ( $\text{kg/m}^2$ )	A $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	x ( $\text{kg/m}^2$ )	A $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)
1.	2,77	5,67 ±	3,06	8,61 ± 0,86	5,24	5,24 ± 0,31		4,41 ±		2,34 ±
2.	7,03	0,50		5,45 ± 0,43		5,80 ±	3,53	0,31	5,90	0,17
3.	12,30	4,21 ±	7,71	3,77 ± 0,34	15,00	0,37		2,79 ±		2,66 ±
4.	19,10	0,38		1,52 ± 0,13		5,11 ± 0,42	10,08	0,20	13,98	0,20
5.	27,13	2,49 ±	14,85	2,40 ± 0,25	24,07	6,06 ±		2,17 ±		1,74 ±
6.	37,81	0,27		1,82 ± 0,23		0,31	16,96	0,18	22,73	0,12
7.	46,46	2,89 ±	22,77		35,28	5,09 ±		2,79 ±		1,82 ±
8.	57,23	0,19		1,80 ± 0,28		0,25	24,89	0,34	32,63	0,16
9.	70,16	2,74 ±	31,37	1,47 ± 0,28	45,59	7,44 ±		2,01 ±		1,61 ±
10	83,71	0,21		0,12 ±		0,37	35,09	0,17	43,52	0,20
.	106,66	2,41 ±	42,26	0,00	56,30	5,06 ±		1,63 ±		1,27 ±
11	122,82	0,21		0,20 ±		0,32	43,31	0,15	55,23	0,14
.		1,95 ±	53,87	0,00	68,10	3,08 ±		2,14 ±		1,50 ±
12		0,31		1,86 ±		0,22	55,79	0,19	70,39	0,12
.		1,97 ±	65,52	0,17 ±	84,50	2,72 ±		1,57 ±		1,32 ±
13		0,19		0,00 ±		0,18	68,19	0,16	90,96	0,14
.		2,30 ±	76,92	0,00	95,27	1,57 ±		1,50 ±		1,50 ±
.		0,23		1,02 ±	112,4	0,17	82,39	0,10	101,11	0,12
.		1,93 ±	91,23	0,15	7	1,33 ±		1,40 ±		1,27 ±
.		0,23	103,0		121,5	0,16	96,01	0,11	111,98	0,14
.		1,52 ±	1		9	1,56 ±		1,16 ±		1,30 ±
.		0,20	119,8		137,4	0,16	106,50	0,14	122,55	0,17
.		1,29 ±	4		0				133,79	1,14 ±
.		0,16	134,1		8					0,10

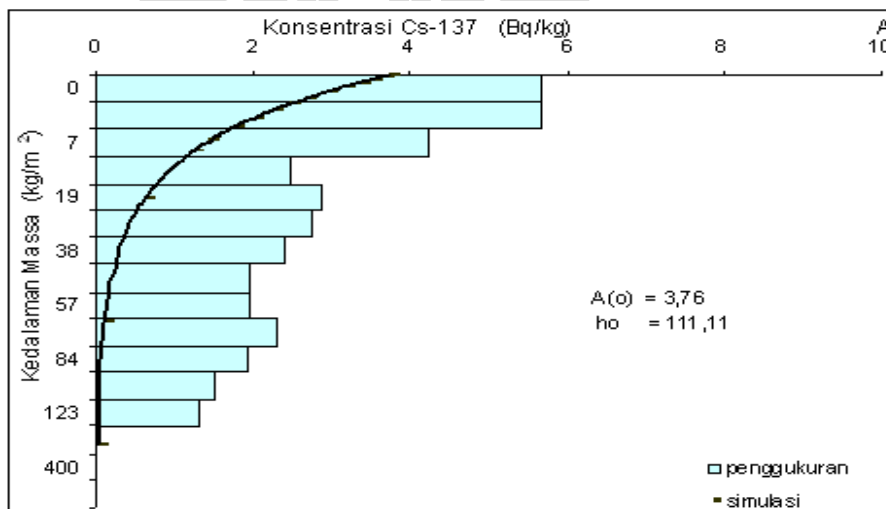
**e. Titik Pangrango V**

Gambar 7 memperlihatkan profil distribusi vertikal yang diperoleh secara simulasi dan perhitungan untuk titik Pangrango V. Melalui Gambar 7 dapat dilihat bahwa konsentarsi maksimum pada lapisan atas yang diperoleh secara perhitungan maupun simulasi mempunyai nilai yang hampir sama, tapi untuk hasil perhitungan menunjukkan dengan bertambahnya kedalaman memiliki konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa pada titik ini telah terjadi perusakan atau kemungkinan telah mengalami pencangkulan. Titik ini memiliki nilai  $h_0 = 200 \text{ kg/m}^2$ , dan ini lebih besar dari nilai  $h_0$  untuk titik I ( $h_0 = 111,1 \text{ kg/m}^2$ ). Hal ini menunjukkan bahwa titik V memiliki distribusi vertikal lebih dalam dari titik I.

Hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 1 dan Gambar 3 sampai dengan 7 menunjukkan bahwa ketinggian lokasi pengambilan sampel tidak mempengaruhi konsentrasi dan distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan tanah.

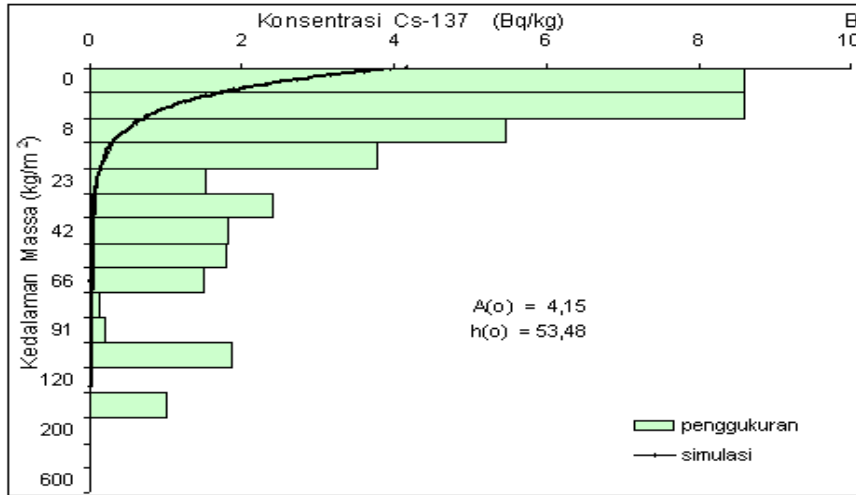


Gambar 2. Penentuan nilai parameter  $A(0)$  dan  $h_0$  untuk titik Pangrango I

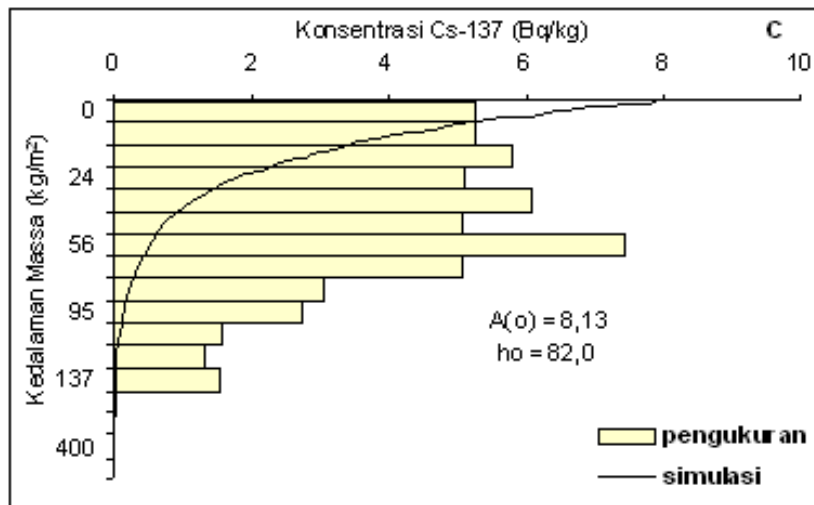


Gambar 3. Profil distribusi vertikal  $^{137}\text{Cs}$  yang diperoleh secara pengukuran dan

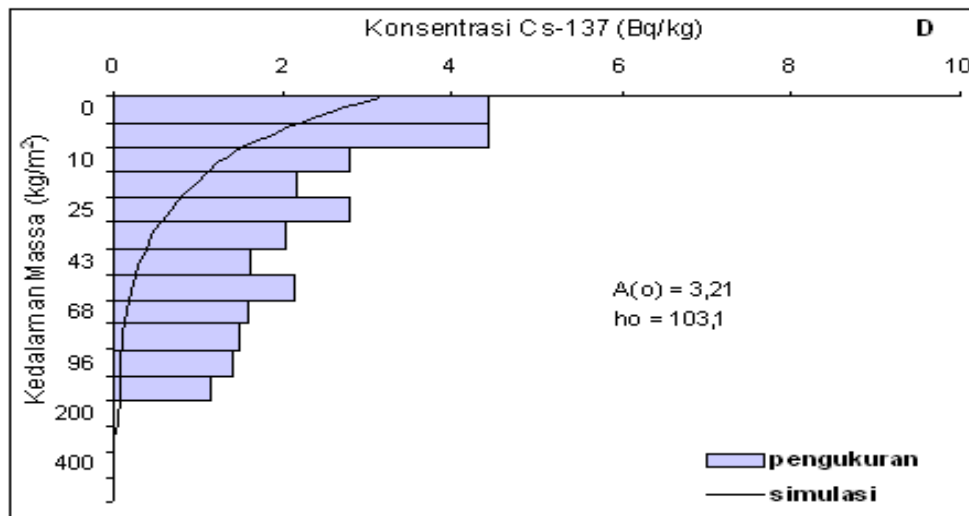
simulasi dari titik Pangrango I



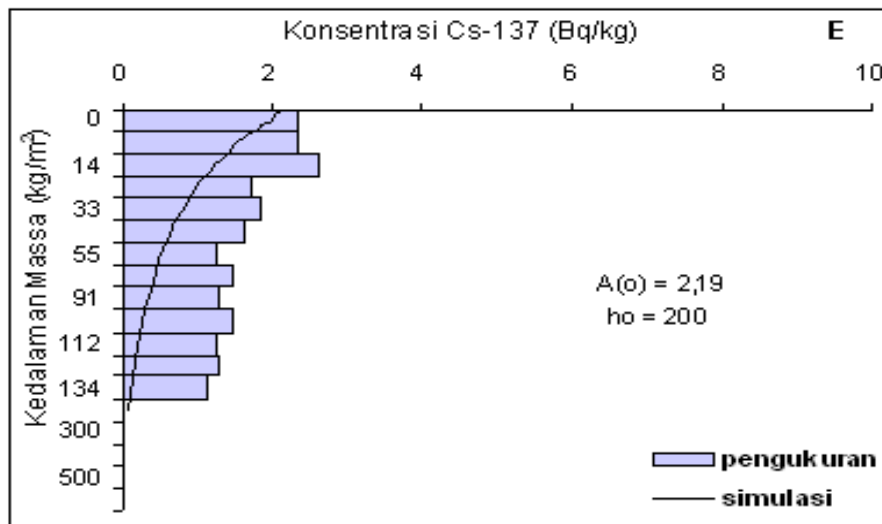
Gambar 4. Profil distribusi vertikal <sup>137</sup>Cs yang diperoleh secara pengukuran dan simulasi dari titik Pangrango II



Gambar 5. Profil distribusi vertikal <sup>137</sup>Cs yang diperoleh secara pengukuran dan simulasi dari titik Pangrango III



Gambar 6. Profil distribusi vertikal <sup>137</sup>Cs yang diperoleh secara pengukuran dan simulasi dari titik Pangrango IV



Gambar 7. Profil distribusi vertikal <sup>137</sup>Cs yang diperoleh secara pengukuran dan simulasi dari titik pangrango V

#### 4. Kesimpulan

Melalui hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara profil distribusi vertikal <sup>137</sup>Cs di lapisan tanah hutan lindung yang diperoleh secara simulasi dan pengukuran. Perbedaan profil distribusi vertikal juga terjadi antara hasil pengukuran dan Teoritis. Perbedaan ini disebabkan adanya faktor-faktor alam yang mempengaruhi distribusi <sup>137</sup>Cs ketika menyentuh permukaan tanah dan ketika terdistribusi ke lapisan yang lebih dalam. Beberapa faktor alam yang mempengaruhi jatuhnya (*fallout*) <sup>137</sup>Cs yaitu rimbunnya tumbuh-tumbuhan hutan sehingga <sup>137</sup>Cs yang terdeposit di daun-daunan ketika jatuh ke permukaan bumi oleh air hujan tidak merata, jenis tanah hutan lindung ini adalah tanah vulkanik dimana banyak mengandung batuan dan kerikil yang dapat mempengaruhi kandungan <sup>137</sup>Cs di partikel tanah jenis lempung. Akar tumbuhan juga dapat mempengaruhi distribusi isotop <sup>137</sup>Cs ke lapisan yang lebih dalam. Pada penelitian konsentrasi dan distribusi vertikal dari <sup>137</sup>Cs di lapisan tanah tidak dipengaruhi oleh ketinggian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi <sup>137</sup>Cs di tanah masih dapat dideteksi, sehingga metode isotop alam <sup>137</sup>Cs ini dapat digunakan untuk studi erosi di Indonesia atau Jawa Barat khususnya.



### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada rekan-rekan teknisi di kelompok sedimentologi - SDAL yang telah membantu dalam pelaksanaan di lapangan dan di laboratorium. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN yang telah mendanai penelitian ini dan Kepala Bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan atas dukungan moril dan bantuan yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

### Daftar Acuan

- [1] McHenry, J.R., and Ritchie, J.C., 1997b, "*Physical and chemical parameters affecting transport of <sup>137</sup>Cs and watershed*", Wat. Res. Res., 13, p. 923-927.
- [2] Zapata, F., 2002, "*Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentology using environmental radionuclide*", Joint FAO/IAEA Division, IAEA, Vienna, Austria, p 97 - 106.
- [3] Sutherland, R.A., 1994, "Spatial variability of <sup>137</sup>Cs and influence of sampling on estimates of sediment redistribution", Catena, 21, p57 – 71.
- [4] Campbell, B.L., Loughran, R.J., and Elliott, G.L., 1982, "*Cs-137 as an indicator of geomorphic processes in a drainage basin system*", Aust. Geog. Study, 20, p 49 – 64.
- [5] Porto, P., Walling, D.E., and Ferro, V., 2001, "*Validating the use of caesium-137 measurement to estimate soil erosion rates in a small drainage basin in Calabria, southern Italy*", Jour. of Hyd., 248, p 93-108.
- [6] Loughran, R.J., Elliott, G.L., and Campbell, B.L., 1993, "*Estimation of erosion using radionuclide Cs-137 in three diverse areas in eastern Australia*", Appl. Geogr., 13, p.109 – 188.