

PAIR/P. 309/1988

PENGUKURAN KONSENTRASI SEDIMEN SUSPENSI  
MENGUNAKAN HAMBURAN BALIK GAMMA <sup>241</sup>Am

Simon Petrus G.S. dan Tommy H.

# PENGUKURAN KONSENTRASI SEDIMEN SUSPENSI MENGGUNAKAN HAMBURAN BALIK-GAMMA <sup>241</sup>Am

Simon Petrus G.S.\*, dan Tommy H.\*

## ABSTRAK

PENGUKURAN KONSENTRASI SEDIMEN SUSPENSI MENGGUNAKAN HAMBURAN BALIK GAMMA <sup>241</sup>Am. Telah dilakukan percobaan untuk mengukur konsentrasi sedimen suspensi dengan menggunakan metode hamburan balik gamma <sup>241</sup>Am. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi minimum yang dapat terdeteksi sekitar 550 ppm. Hal ini memberikan harapan bahwa metode tersebut dapat digunakan untuk penelitian angkutan sedimen suspensi sungai.

## ABSTRACT

MEASUREMENT OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION USING <sup>241</sup>Am GAMMA SCATTERING. A experiment was carried out to determine suspended sediment concentration by using <sup>241</sup>Am gamma back scattering. The results of study showed that minimum detectable concentration of suspended suspension was about 550 ppm. It may also open the possibility of using this technique for the measurement of be used for the concentration of suspended sediment in natural streams.

## PENDAHULUAN

Beberapa macam alat ukur konsentrasi sedimen suspensi yang dapat dipergunakan langsung di lapangan dengan memanfaatkan sumber gamma dan instrumen nuklir telah dibuat negara-negara maju (1,2). Alat-alat tersebut telah diuji di laboratorium sedimentologi USDA. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa tiap jenis alat memiliki dayaguna komparatif. Namun demikian jika dibandingkan dengan metode konvensional, ternyata teknik nuklir yang memanfaatkan hamburan gamma lebih menguntungkan (3).

Ditinjau dari segi pengaturan sis-

tem interaksi sinar gamma dengan sedimen suspensi dan detektor, alat pengukur tersebut mempunyai dua macam tipe yaitu tipe transmisi dan tipe hamburan balik. Tipe transmisi menggunakan sumber <sup>109</sup>Cd dan <sup>241</sup>Am dikembangkan oleh FLORKOWSKI dan CAMERON (4) serta McHENRY (5). Tipe hamburan balik dikembangkan oleh ARKHANGELSKI (6) dan GADNER (7). Hasil percobaan FLORKOWSKI telah membuktikan bahwa untuk jenis sumber gamma dan detektor yang sama, alat pengukur sedimen suspensi tipe hamburan balik lebih sensitif daripada tipe transmisi (8).

Pada percobaan ini dibuat alat pengukur konsentrasi sedimen suspensi menggunakan sumber gamma <sup>241</sup>Am dan detektor sintilasi NaI(Tl) dengan modi-

\* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

fikasi tipe hamburan balik. Pengaruh beberapa faktor ditinjau untuk mendapatkan kemampuan aplikasi.

#### BAHAN DAN METODE

Alat pengukur konsentrasi sedimen suspensi terdiri dari sumber gamma  $^{241}\text{Am}$  energi 60 keV, detektor sintilasi NaI(Tl) ukuran 1,5 inci x 1,0 inci, skaler Saphymo Sratt SPP-3 buatan Prancis dengan bentuk seperti ditunjukkan Gambar 1. Jarak antara sumber dengan detektor 40 cm sesuai ketentuan alat pengukur konsentrasi sedimen suspensi yang dibuat Badan Tenaga Atom Internasional dan Badan Tenaga Atom Prancis (8). Di antara sumber dan detektor dipasang timah hitam tebal 7,5 cm, sehingga detektor hanya menangkap sinar gamma yang terhambur setelah berinteraksi dengan sedimen suspensi. Sumber  $^{241}\text{Am}$  dan timah hitam berada di dalam tabung aluminium tebal 2 mm diameter 52 mm, dibuat sedemikian rupa sehingga kedap terhadap air.

Untuk percobaan pengukuran konsentrasi sedimen suspensi digunakan dua bak dari bahan fibreglass masing-masing berukuran 1m x 1m x 1m. Bak pertama dan kedua diisi dengan air bersih masing-masing  $0,8 \text{ m}^3$ . Pada bak dibuat skala kedalaman air 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 cm yang digunakan untuk pedoman posisi alat. Air di dalam bak pertama dimanfaatkan sebagai pembanding

untuk memperoleh nisbah (ratio) cacahan dengan cacahan air yang mengandung sedimen suspensi di dalam bak kedua. Penambahan sedimen ke dalam bak kedua dilakukan secara bertahap untuk mendapatkan beberapa harga nisbah cacahan. Pencacahan terhadap sedimen suspensi di dalam bak kedua dilakukan setelah air dan bahan sedimen bercampur merata. Sebagai alat pengaduk digunakan pompa air Homeate FX 2522-N1, memiliki kemampuan mengaduk air dan bahan sedimen menjadi tersuspensi merata dalam waktu 5 menit. Pengadukan berlangsung kontinu agar sedimen tetap tersuspensi atau tidak ada bagian yang mengendap. Setelah pencacahan dengan ulangan 5 kali, diambil sedimen suspensi sebanyak 5 contoh dan konsentrasinya diukur dengan metode penguapan menggunakan oven temperatur  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam dan timbangan elektronik Sartorius 2462. Sebagai sedimen suspensi digunakan 2 macam bahan. Pertama menggunakan kristal  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan yang kedua menggunakan lumpur yang diambil dari sungai Cisadane, Tangerang.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor pengaruh volume. Pengaruh volume sangat penting diketahui terutama untuk menghindari terjadinya kesalahan pengukuran. Karena itu sebelum dilakukan pengukuran konsentrasi sedimen suspensi, terlebih dahulu dilakukan percobaan penentuan daerah penem-

patan alat ukur (probe) yang sesuai di dalam air. Dimana pada daerah tersebut alat ukur tidak akan mengalami pengaruh udara atas permukaan air dan material yang ada di dasar air. Percobaan ini telah dilakukan dengan menempatkan alat ukur pada kedalaman yang berbeda di dalam air. Diperoleh bahwa apabila letak alat ukur makin mendekati permukaan air, cacahan makin bertambah besar (Gambar 2). Hal ini disebabkan sebagian dari sinar gamma berinteraksi dengan udara yang memiliki sifat koefisien absorpsi dan densitas kecil. Apabila alat ukur mendekati dasar air, cacahan makin kecil disebabkan sebagian dari sinar gamma berinteraksi dengan material yang memiliki sifat koefisien absorpsi dan densitas lebih besar daripada air. Diantara kedua daerah tersebut terdapat suatu daerah dimana pengukuran tidak terpengaruh udara bebas dan material di dasar air. Daerah ini lazim disebut volume pengukuran yang terhindar dari pengaruh. Dari kenyataan ini dapat dikemukakan bahwa pengukuran hamburan balik gamma sangat mudah dipengaruhi oleh material yang berada di daerah jangkauan interaksi hamburan. Dalam kaitannya dengan kurva tersebut diperoleh pengertian bahwa pengukuran ini membutuhkan volume pengukuran dengan kedalaman air minimum 60 cm. Dengan demikian radius hamburan balik terhadap detektor tidak lagi berada dalam jangkauan faktor pengaruh udara bebas di atas permukaan air dan

material di dasar air. Karena itu penerapannya pada sungai yang dangkal (kedalaman lebih kecil dari 60 cm), alat ukur itu tidak dapat dipergunakan. Hal ini merupakan suatu kelemahan jika dibandingkan dengan alat ukur tipe transmisi gamma yang dapat digunakan mulai dari kedalaman air 25 cm (3,4). Sesuai dengan uraian tadi, apabila alat ukur digunakan untuk mengukur konsentrasi sedimen suspensi di dalam suatu sungai, walaupun alat berada di dalam volume pengukuran, kesalahan masih mungkin dapat terjadi disebabkan pengaruh material hanyut pada saat pengukuran dilakukan. Dimana material tersebut hanyut melintasi daerah interaksi hamburan balik gamma dan detektor.

Faktor pengaruh macam sedimen suspensi. Pada percobaan interaksi hamburan balik gamma dengan sedimen suspensi telah diperoleh hubungan antara nisbah cacahan dengan konsentrasi suspensi seperti ditunjukkan pada Gambar 3, mempunyai bentuk persamaan regresi untuk  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  adalah :

$$R = -0,036 C + 1027,30$$

dan untuk lumpur sungai Cisadane adalah,

$$R = -0,038 C + 992,80$$

Ternyata kedua macam bahan tersebut memberikan persamaan regresi atau hubungan antara nisbah cacahan dengan konsentrasi suspensi yang berbeda. Di-

perkirakan perbedaan disebabkan bahan suspensi yang diambil dari sungai Cisdane memiliki parameter kimia material lebih besar daripada  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Hal ini menyebabkan hamburan balik gamma yang tercacah mengalami absorpsi lebih besar di dalam suspensi yang bahannya dari sungai Cisdane daripada suspensi yang bahannya dari  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Makin besar parameter kimia material suatu suspensi makin besar pula absorpsi sinar gamma (5,6). Karena itu alat ukur tersebut akan baik diaplikasikan untuk mengukur konsentrasi sedimen suspensi pada

telah diperoleh. Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil pengukuran analisis contoh di laboratorium ditunjukkan pada Tabel 1.

Pada Tabel tersebut dapat dilihat bahwa hasil pengukuran konsentrasi sedimen suspensi di lapangan menggunakan alat ukur hamburan balik gamma  $^{241}\text{Am}$  tidak berbeda nyata dengan metode analisis contoh (konvensional). Tetapi metode konvensional membutuhkan personil lebih banyak dan waktu perolehan data lebih lama. Sebagaimana telah diketahui aplikasi alat ukur ini hanya dapat dilaku-

Tabel 1. Pengukuran dengan alat ukur nuklir dan analisis contoh sedimen suspensi.

Debit sungai ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Konsentrasi suspensi ( $\text{mg}/\text{lt}$ )		Error	Persen error (%)
	Gamma $^{241}\text{Am}$	Contoh		
244,72	712,2	684,6	-27,6	4
308,12	792,3	776,7	-15,6	2
393,64	1224,6	1251,7	+2,7	2
495,78	1642,8	1578,3	-64,5	4
547,17	2032,2	2108,2	+76,0	4
595,73	2176,3	2314,5	+138,0	6
688,45	2695,7	2588,6	-107,0	4

suatu sungai apabila dikalibrasi menggunakan bahan suspensi berasal dari sungai bersangkutan. Sebagaimana diketahui bahwa kandungan unsur di dalam sedimen suspensi pada suatu sungai dapat berbeda dengan sungai yang lain.

Aplikasi di lapangan. Alat ukur hamburan balik gamma  $^{241}\text{Am}$  telah diuji di sungai Cisdane Tanggerang dengan menggunakan persamaan kalibrasi yang

kan pada aliran yang kedalamannya lebih besar dari 60 cm. Akibatnya pengukuran sedimen sulit dilakukan secara integral yang diatur mengikuti kedalaman sungai, sedangkan metode konvensional hal itu mudah dilakukan.

#### KESIMPULAN

Alat ukur hamburan balik gamma  $^{241}\text{Am}$  dapat mengukur konsentrasi se-

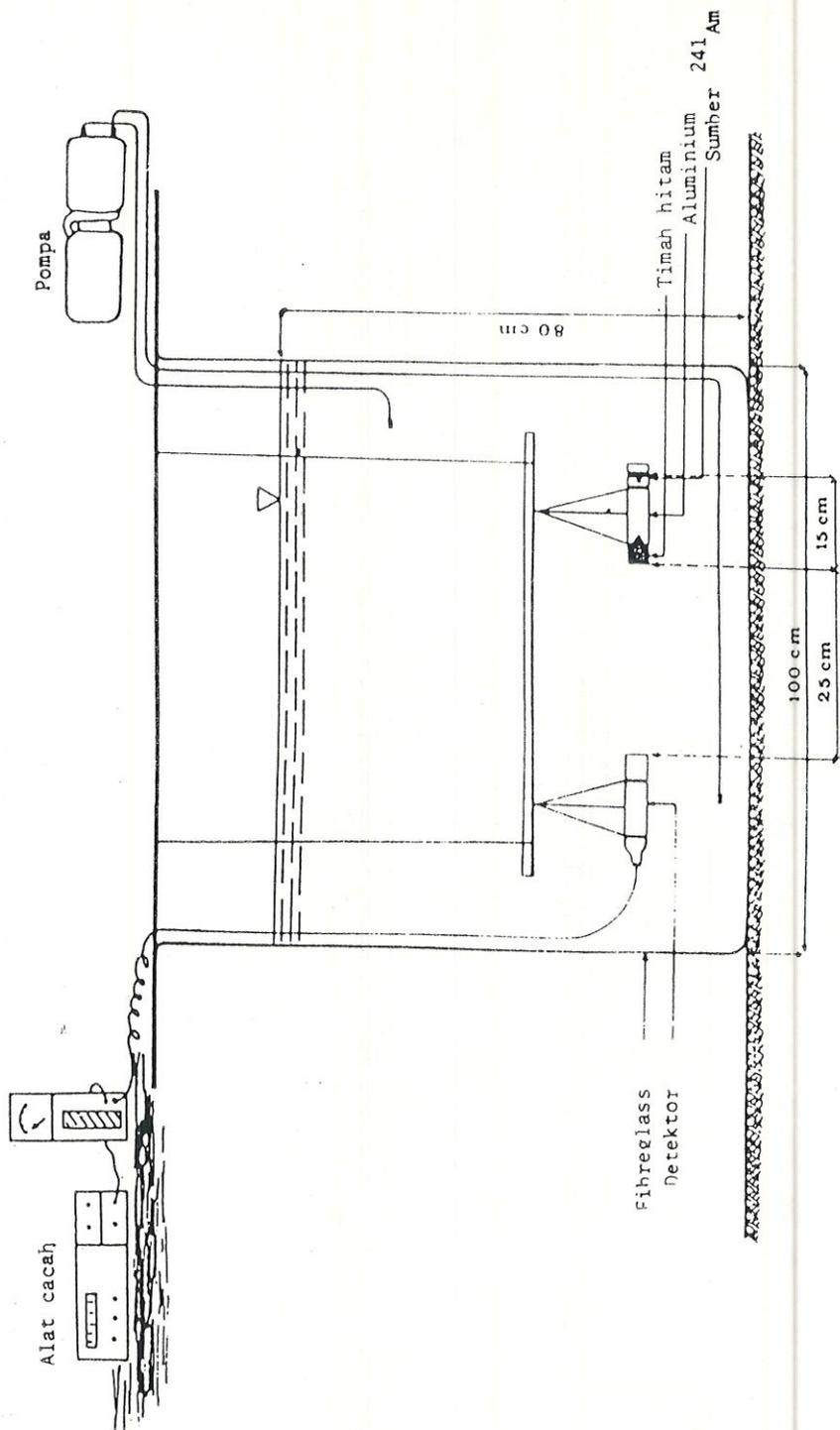
dimen suspensi aliran sungai dengan memperhatikan faktor pengaruh volume dan kalibrasi. Sensitifitas pengukuran konsentrasi suspensi makin besar dengan makin besarnya perbedaan koefisien absorpsi massa antara air dan bahan sedimen. Energi gamma rendah sangat sensitif terhadap perubahan komposisi kimia sedimen.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

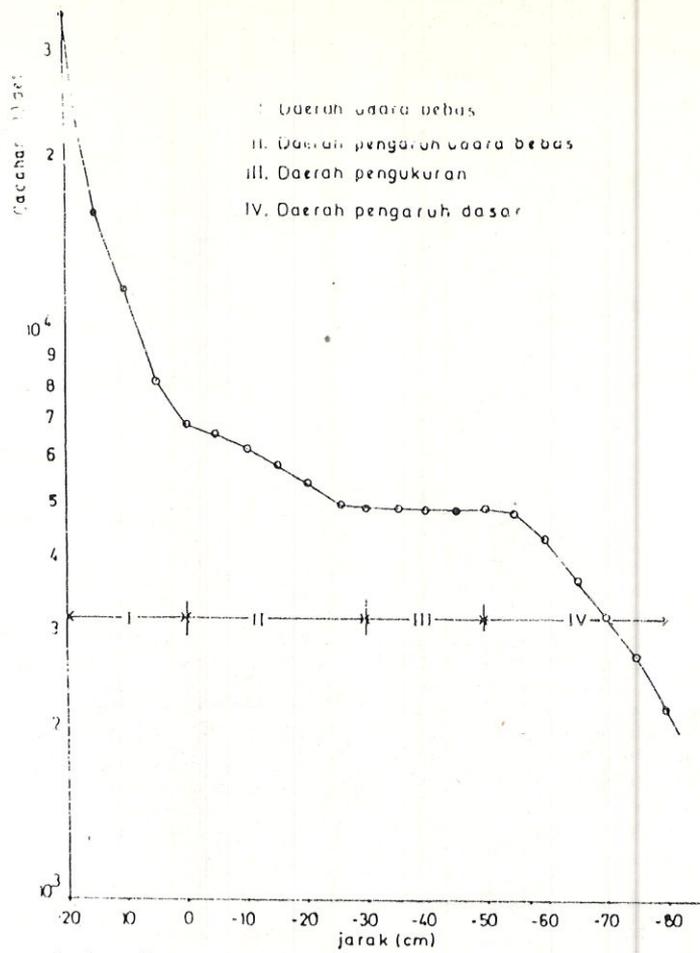
Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Sedimentologi dan Hidrologi PAIR yang telah membantu dan melaksanakan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

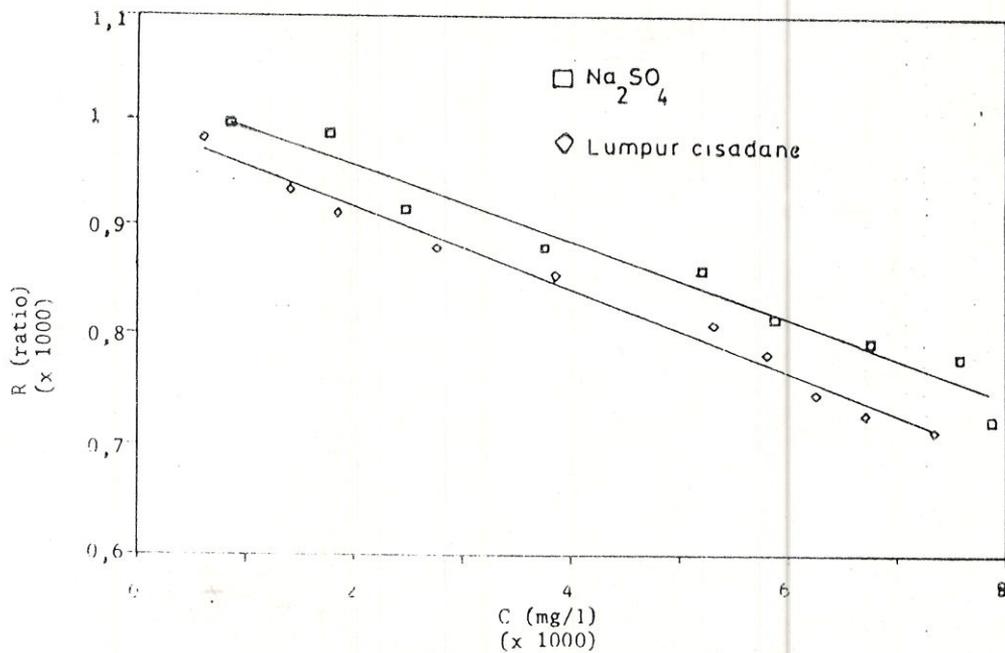
1. McHENRY, J.R., and COLLEMAN, N.L., Performance of nuclear-sediment concentration gauges, *Isotopes in Hydrology*, (Proc. Symp., Vienna, 1967), IAEA, Vienna (1967). 207.
2. McHENRY, J.R., A two probe Nuclear Device for Determining the Density of Sediment. *Land Erosion, Precipitation, Hydrometri, Soil Moisture*, IASH 65 (1964).
3. FLORKOWSKI, T., "Portable Radioisotope Gauges for Suspended Sediments". *Isotope Hydrology*, (Proc. Symp., Vienna 1970), IAEA, Vienna (1970).
4. PAPADOPULUS, J., ZIEGLER, C.A., "Radioisotope techniques for monitoring sediment concentration in river and streams", *Radioisotopes Instrument in Industry and Geophysics I*, (Proc. Symp., Vienna 1965), IAEA, Vienna (1966) 318.
5. ARKHANGELSKI, M.M., Application of Radioactive Isotopes for Investigation of Suspended Sediment in Rivers, *Heat Eng. Hydrodynamic IV*, AEC Tr 4206 (1963).
6. CAMERON, J.F., BOURNE, M.S., A gamma scattering soil density gauge for subsurface measurement, *Int. Application Radiation Isotopes* 3 (1958).
7. *Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology*, IAEA, Vienna (1983).
8. RAKOCZI, L., Critical Review of Nuclear Suspended Sediment Gauges, Paper presented at the IAEA panel; *Nuclear Techniques in Sedimentology* (1971).



Gambar 1. Rangkaian alat untuk kalibrasi konsentrasi suspensi.



Gambar 2. Kurva hubungan antara penempatan rangkaian di dalam bak kalibrasi dengan cacahan.



Gambar 3. Kurva kalibrasi konsentrasi suspensi.