

**DOSIMETER NEUTRON CEPAT CR-39. BERDASARKAN KONVERTER (n, α)**

Sri Widayat*), Tuty Budiantari**)

ABSTRAK

DOSIMETER NEUTRON CEPAT CR-39 BERDASARKAN KONVERTER (n, α). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tanggapan CR-39 sebagai dosimeter neutron cepat berdasarkan konverter (n, α). Telah dilakukan iradiasi CR-39 terhadap fluks neutron cepat AmBe pada dosis 0,10 mSv s/d 2,5 mSv. CR-39 diproses melalui etsa kimia dengan larutan NaOH 20 % pada suhu 60 °C selama 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanggapan CR-39 terhadap neutron cepat dengan menggunakan konverter (n, α) jauh lebih besar yaitu sekitar 6 kali lebih besar dari pada tanggapan CR-39 tanpa menggunakan konverter (n, α).

ABSTRACT

CR-39 FAST NEUTRON DOSEMETER BASED ON A (n, α) CONVERTER. The aim of this experiment is to obtain the response of CR-39 as fast neutron dosemeter based on an (n, α) converter. CR-39 was irradiated to AmBe fast neutron flux from 0.10 mSv to 2.5 mSv. CR-39 processed by chemical etching with NaOH 20 % at temperature of 60 °C in six hours. The results of experiment showed that the response of CR-39 based on an (n, α) converter is 6 times bigger than the response of CR-39 without (n, α) converter.

PENDAHULUAN

Dewasa ini telah banyak digunakan berbagai jenis dosimeter neutron antara lain film, dosimeter termoluminesensi dan dosimeter jejak nuklir zat padat. Dosimeter jejak lebih menjadi perhatian para ilmuwan dibandingkan dengan dosimeter lainnya pada saat ini, karena dosimeter jejak mempunyai fungsi yang lebih luas merambah ke berbagai disiplin ilmu seperti Astrofisika, Geologi, Biologi, Arkeologi dan Proteksi Radiasi.

Ada beberapa jenis dosimeter jejak nuklir yang beredar di pasaran seperti Lexan, Kimfol, Tastrack, makrofol-E, Kodak LR-115, CR-39, lupion dan Baryotrak. Dosimeter jejak nuklir sangat peka terhadap radiasi pengion, maka dosimeter tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dosimeter baik untuk memonitor radiasi alpha maupun neutron.

Dalam penelitian ini akan dilihat tanggapan CR-39 dengan menggunakan konverter (n, α) yang digunakan sebagai dosimeter neutron cepat.

TEORI

Poly Allyl Diglicol Carbonate (CR-39) merupakan dosimeter jejak yang dapat digunakan sebagai dosimeter perosil karena mempunyai kepekaan yang tinggi terhadap jejak proton (1). Pemakaian radiator yang banyak mengandung hidrogen (H) memperbesar tanggapan deteksi terhadap neutron cepat. Neutron lambat biasanya terdeteksi melalui konverter ${}^6\text{Li}$ atau ${}^{10}\text{B}$ dengan reaksi (n, α) yang kontak dengan dosimeter. Pemakaian konverter (n, α) dapat memperbesar tanggapan neutron cepat berdasarkan fraksi spektrum neutron yang dirubah ke dalam energi pertengahan dengan menggunakan moderator di depan dosimeter¹⁾.

Apabila dosimeter jejak nuklir CR-39 dikenai radiasi pengion partikel alpha, akan terjadi tumbukan antara partikel alpha dengan atom dosimeter CR-39 yang mengakibatkan hilangnya energi partikel alpha di sepanjang lintasannya. Hal ini akan menghasilkan kerusakan pada dosimeter CR-39 dengan terbentuknya jejak laten. Jejak laten ini baru dapat dilihat di bawah mikroskop setelah dilakukan etsa kimia atau etsa elektrokimia.

Kecepatan penghancuran atau pengurasan dari bahan dosimeter CR-39 oleh proses etsa disebut kecepatan etsa. Kecepatan etsa masih dapat dibedakan yaitu kecepatan etsa bahan (Vb) dan kecepatan

*) Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif - BATAN

**) Pusat Standardisasi dan penelitian Keselamatan Radiasi - BATAN

etsa jejak (V_t). Jejak partikel pada dosimeter CR-39 akan nyata diperbesar oleh proses etsa jika $V_t > V_b$ [2]. Diameter jejak (D) dan panjang lintasan jejak bergantung pada efek kompetisi V_t dan V_b . Panjang lintasan jejak dapat diperoleh melalui persamaan :

$$L = (V_t - V_b)xt \quad (1)$$

t adalah lamanya waktu etsa.

Diameter jejak (D) dapat diperoleh melalui persamaan .

$$D = 2V_bxt \left(\frac{V_t - V_b}{V_t + V_b} \right)^{1/2} \quad (2)$$

TATA KERJA

Bahan

Dosimeter jejak nuklir yang digunakan adalah CR-39 dengan ukuran 3 cm x 3 cm tebal 500 μm buatan Pershore Moulding Ltd Inggris. Konverter (n, α) yang digunakan adalah $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ berdiameter 0,9 cm dan tebal 0,13 mm dan menggunakan moderator polietilen (PE) dengan ukuran 3 cm x 3 cm, tebal 0,5 cm dan 1 cm. Sumber neutron yang digunakan adalah AmBe PSPKR-BATAN.

Metoda

CR-39 dikelompokkan menjadi 5 sistem deteksi sebagai berikut:

Sistem deteksi I : CR-39 tanpa konverter dan moderator

Sistem deteksi II : CR-39 + Moderator PE 0,5 cm

Sistem deteksi III : CR-39 + Moderator PE 1cm

Sistem deteksi IV : CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 0,5 cm

Sistem deteksi V : CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 1 cm.

Semua sistem diiradiasi pada dosis 0,1 mSv s/d 2,5 mSv terhadap sumber neutron cepat AmBe.

Setelah diiradiasi, CR-39 dilakukan etsa kimia dalam oven dengan menggunakan larutan NaOH 20 % pada suhu 60 °C selama 6 jam. Setelah proses etsa kimia selesai, CR-39 dicuci dengan air mengalir hingga bebas dari larutan NaOH dan dikeringkan.

Jejak-jejak yang terjadi pada CR-39 dihitung menggunakan mikroskop merk Microstar IV dengan perbesaran 40 kali yang dilengkapi dengan monitor berukuran 18,5 cm x 13,5 cm.

HASIL DAN BAHASAN

Pada Tabel 1 memuat besarnya tanggapan dari variasi sistem deteksi neutron. Tanggapan sistem adalah jumlah jejak bersih persatuan dosis persatuan luas area CR-39 yang dihitung. Jumlah jejak bersih diperoleh dari jumlah jejak CR-39 yang diiradiasi dikurangi dengan jumlah jejak CR-39 yang tidak diiradiasi (CR-39 blanko). Sistem deteksi I (CR-39) mempunyai tanggapan yang paling kecil yaitu $238,56 \pm 45,13$ jejak $\text{cm}^{-2} \text{mSv}^{-1}$ dan sistem deteksi V (CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 1 cm) mempunyai tanggapan yang terbesar yaitu $1486,61 \pm 134,60$ jejak $\text{cm}^{-2} \text{mSv}^{-1}$.

Pada sistem II (CR-39 + PE 0,5 cm) mempunyai tanggapan sebesar $412,39 \pm 63,06$ jejak $\text{cm}^{-2} \text{mSv}^{-1}$, tanggapan sistem II ini lebih besar sekitar 73. % dari pada tanggapan sistem deteksi I. Hal ini diperkirakan adanya proton yang dihasilkan interaksi antara neutron cepat dengan polietilen sehingga proton ini memberikan kontribusi dalam pembentukan jejak di CR-39.

Sistem deteksi II dan sistem deteksi III yang hanya berbeda dalam hal ketebalan moderator yaitu 0,5 cm dan 1 cm mempunyai tanggapan yang tidak jauh berbeda, hal ini disebabkan karena ketebalan moderator antara 0,5 cm dan 1 cm telah mencapai kesetimbangan protonik yang tetap [1].

Sistem deteksi IV (CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 0,5 cm) dan sistem deteksi V (CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 1 cm) mempunyai tanggapan yang tidak jauh berbeda. Tanggapan kedua sistem deteksi ini jauh lebih besar

dibandingkan dengan tanggapan sistem deteksi I yaitu sekitar 6 kali lebih besar. Hal ini dapat dimengerti karena terjadinya jejak pada kedua sistem deteksi ini tidak hanya berasal dari proton saja tetapi tetapi juga berasal dari partikel alpha yang dihasilkan dari konverter $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ setebal 500 μm . Reaksi neutron lambat oleh moderator polietilen terhadap konverter $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ menghasilkan partikel alpha yang memberikan kontribusi yang besar pada pembentukan jejak di CR-39. Pnampang lintang untuk ^6Li dan ^{10}B terhadap neutron lambat masing-masing sebesar 980 dan 3800 barn.

SIMPULAN

Dosimeter neutron cepat CR-39 mempunyai tanggapan yang jauh lebih besar jika menggunakan konverter (n,α) dibandingkan jika hanya menggunakan moderator polietilen.

DAFTAR ACUAN

1. SAWISDIS E. et al., A CR-39 Fast Neutron Dosemeter Based on an (n,α) Converter, Radiation Protection Dosimetry, Vol 44, Nuclear Technology Publishing, Greece (1992).
2. KASE R. KENNETH. Et al., "The Dosimetry of Ionizing Radiation Vol III", Academic Press Inc, California (1990).
3. CROSS W.G., Characteristics of Track Detectors for Personnel Neutron Dosimetry, Atomic Energy of Canada Limited, Research Company, Chalk River Nuclear Laboratories, Chalk River, Ontario (1985).
4. SPURNY F. et al., Dosimetry of Neutrons and High Energy Particles With Nuclear Track Detectors, Radiation Measurements, Vol 25, Pergamon Press, Czech Republic (1995).
5. AL NAJJAR SAR. Et al., Electrochemical Etching of CR-39 Plastic: Applications to Radiation Dosimetry' University of Birmingham, England (1979).
6. TOMMASINO L. et al., Damage Track Detectors for Neutron Dosimetry: I. Registration and Counting Methodes, Radiation Protection Dosimetry, Vol 10, Nuclear Technology Publishing, Italy (1985).
7. HARRISON K.G. et al., Damage Track Detectors for Neutron Dosimetry : II Characteristics of Different Detection Systems, Radiation Protection Dosimetry, Vol 10, Nuclear Technology Publishing, UK (1985).
8. FERNANDEZ F. et al., Experimental and Theoretical determination of The Fast Neutron Response Using CR-39 Plastic Detectors and Polyethylene Radiators, Radiation Protection Dosimetry, Vol 44, Nuclear Technology Publishing, Spain (1992).

Tabel 1. Tanggapan dari variasi sistem deteksi neutron cepat

No.	Sistem deteksi	Tanggapan sistem deteksi (Jumlah jejak $\text{cm}^{-2} \text{mSv}^{-1}$)
1.	CR-39	238,56 \pm 45,13
2.	CR-39 + PE 0,5 cm	412,39 \pm 63,06
3.	CR-39 + PE 1 cm	489,68 \pm 59,07
4.	CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 0,5 cm	1431,89 \pm 295,68
5.	CR-39 + $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + PE 1 cm	1486,61 \pm 134,60