

## RADIOGRAPHY

Suroso, Dedi Sunaryadi, Rohidi, Amir Hamzah

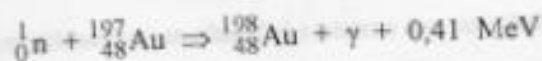
### ABSTRAK

**KARAKTERISASI HOMOGENITAS DAN RASIO CADMIUM WET NEUTRON RADIOGRAPHY.** Telah dilakukan karakterisasi homogenitas dan rasio cadmium pada fasilitas *wet neutron radiography* yang berada di kolam RSG-GAS. Homogenitas dari suatu fasilitas neutron radiografi merupakan persyaratan yang harus dipenuhi untuk mendapatkan hasil yang baik, disamping besarnya kandungan neutron termal dan harga rasio cadmium. Dalam karakterisasi homogenitas dan rasio cadmium fasilitas radiografi neutron yang dipasang di kolam reaktor, pengisian dan pengosongan *loading* dan *unloading* fasilitas radiografi neutron ke dalam kolam reaktor, pengisian dan pengosongan air pada kamera, pengukuran homogenitas fluks neutron dengan pemetaan fluks neutron pada lokasi bahan uji di depan kolimator yang berdimensi 100 mm x 600 mm dengan menggunakan foil emas telanjang dan dibungkus cadmium. Hasil yang diperoleh menunjukkan perbedaan antara fluks neutron maksimum dan dengan fluks rata-rata 9,03 % dan fluks neutron minimum dengan fluks neutron rata-rata 9,60 %. Harga perbandingan kadmium terendah 3,62, tertinggi 4,52 dan rata-rata 3,97. Fluks neutron termal maksimum  $3,5 \times 10^7$  n/(cm<sup>2</sup>. sec), minimum  $2,9 \times 10^7$  n/(cm<sup>2</sup>. sec) dan rata-rata  $3,214 \times 10^7$  n/(cm<sup>2</sup>. sec).

Dalam karakterisasi homogenitas dan rasio cadmium fasilitas radiografi neutron di RSG-GAS, dibutuhkan pemahaman tentang *loading* dan *unloading* fasilitas radiografi neutron di kolam reaktor, prosedur pengosongan dan pengisian air pada kamera, sedangkan pengukuran homogenitas fluks neutron termal, pembandingan cadmium, dilakukan dengan pemetaan fluks neutron pada lokasi bahan uji di depan kolimator.

## TEORI

Neutron adalah partikel yang tidak bermuatan listrik, mempunyai massa diam 1,008665 amu (*atomic mass units*). Karena neutron tidak bermuatan maka dalam menembus atom-atom suatu materi tidak terpengaruh oleh gaya Coulomb. Apabila suatu neutron bergerak mendekati inti atom suatu materi, dan sampai memasuki daerah medan pengaruhnya, maka ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi. Neutron tadi hanya dapat dibelokkan saja dan peristiwa semacam ini disebut reaksi hamburan, atau neutron betul-betul masuk ke dalam inti atom materi dan tidak lagi merupakan zat yang berdiri sendiri. Peristiwa ini disebut reaksi absorpsi atau reaksi serapan neutron, reaksi serapan neutron ini selalu disertai dengan pemancaran radiasi gamma, oleh karenanya bisa digolongkan ke dalam reaksi  $(n, \gamma)$ , di samping menghasilkan reaksi-reaksi lain seperti  $(n,p)$ ,  $(n,n)$ ,  $(n,d)$ ,  $(n,f)$  dan lain-lain. Reaksi-reaksi tersebut sangat penting artinya di dalam radiografi neutron, karena neutron tidak terdeteksi langsung oleh film. Sehingga dibutuhkan layar perubah yang merubah berkas neutron ke dalam radiasi alfa, beta dan gamma yang dapat menghitamkan film. Sedangkan pengukuran fluks neutron dapat dilakukan dengan metoda aktivisasi keping emas. Dalam metoda ini, beberapa keping emas dipaparkan pada berkas neutron yang akan diukur dan terjadi reaksi.



Aktivitas yang timbul diukur dengan *multichannel analyzer*, sebagai detektornya adalah kristal HpGe. Pada prinsipnya sinar gamma yang berinteraksi dengan kristal akan menimbulkan elektron-elektron. Di dalam kristal HpGe, elektron-elektron tersebut diubah menjadi foton cahaya kemudian diteruskan ke tabung photo multiplier. Foton cahaya kemudian diubah menjadi elektron di foto katoda yang akhirnya

digunakan untuk membangkitkan pulsa-pulsa listrik. Keluaran alat ini berupa besaran cacahan perdetik (C/detik) yang mewakili jumlah atom yang aktif. Aktivitas selama penyinaran: t detik di berikan oleh :

$$A = R (1 - e^{-\lambda t}) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan R = Aktivitas jenuh (cacah/detik)

$\lambda$  = konstanta peluruhan emas

$$= 2,974 \times 10^{-6} / \text{detik}$$

Bila keping didinginkan selama  $t_1$ , detik maka aktivitasnya menjadi

$$A = R (1 - e^{-\lambda t}) e^{-\lambda t_1} \dots \dots \dots (2)$$

Penyinaran dilakukan pada keping emas telanjang dan keping emas terbungkus cadmium. Keping emas telanjang akan diaktifkan oleh neutron termal dan neutron yang berenergi di atas termal, sedang keping emas yang terbungkus cadmium hanya diaktifkan oleh neutron yang berenergi di atas termal. Dengan demikian diperoleh perumusan perbandingan cadmium ( $R_{cd}$ ) sebagai :

$$R_{cd} = \frac{R_{0B} \cdot M_{Cd}}{R_{0Cd} \cdot M_B} \dots \dots \dots (3)$$

di mana :

$R_{0B}$  = Aktivitas jenuh untuk keping emas telanjang (C/detik).

$R_{0Cd}$  = Aktivitas jenuh untuk keping emas terbungkus cadmium.

$m_{cd}$  = massa keping emas terbungkus cadmium (gram)

$m_B$  = massa keping emas telanjang (gram).

## TATA KERJA

### A. Bahan

1. Keping emas

2. Pembungkus cadmium.

**B. Alat**

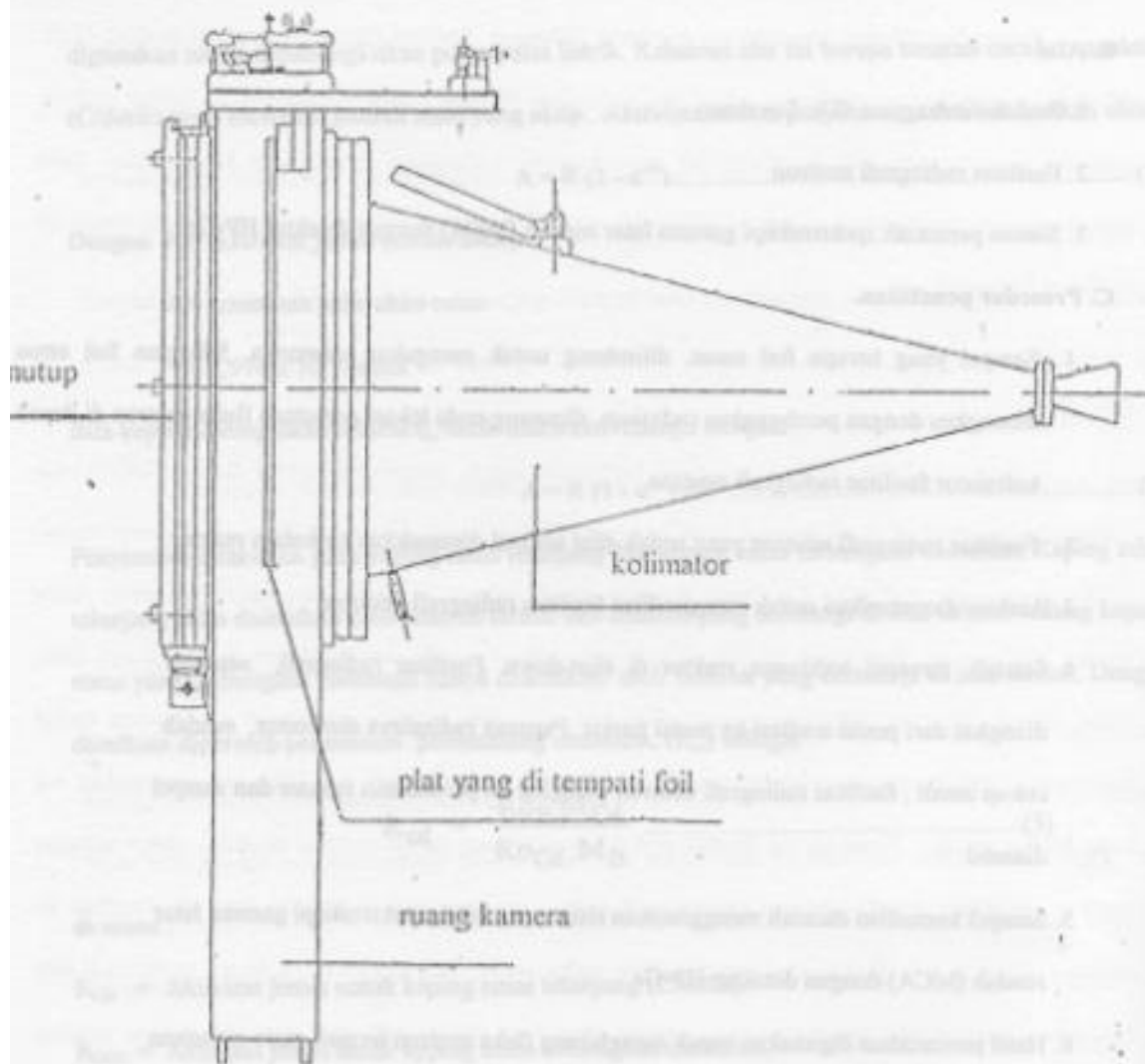
1. Reaktor serbaguna, GA. Siwabessy
2. Fasilitas radiografi neutron
3. Sistem pencacah spektroskopi gamma latar rendah (MCA) dengan detektor HP-Ge.

**C. Prosedur penelitian.**

1. Sampel yang berupa foil emas, ditimbang untuk mengukur massanya. Sebagian foil emas dibungkus dengan pembungkus cadmium, dipasang pada lokasi pemetaan fluks neutron di depan kolimator fasilitas radiografi neutron.
2. Fasilitas radiografi neutron yang sudah diisi sampel dimasukkan ke kolam reaktor.
3. Reaktor dioperasikan untuk mengiradiasi fasilitas radiografi neutron.
4. Setelah tercapai waktunya, reaktor di shut down. Fasilitas radiografi neutron diangkat dari posisi iradiasi ke posisi parkir. Paparan radiasinya dimonitor, setelah cukup aman, fasilitas radiografi neutron diangkat ke permukaan reaktor dan sampel diambil.
5. Sampel kemudian dicacah menggunakan sistem pencacah spektroskopi gamma latar rendah (MCA) dengan detektor HP-Ge.
6. Hasil pencacahan digunakan untuk menghitung fluks neutron termal, rasio cadmium dan distribusi fluks neutron.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Gambar 1 memperlihatkan pemetaan fluks neutron dan rasio kadmium di depan kamera pada posisi target.



Gambar 1. Lokasi penempatan target pada kamera

Tempat pemetaan berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran panjang 600 mm, lebar 100 mm yang diisi 11 foil emas dengan posisi seperti terlihat pada gambar 2 dimana empat diantaranya dibungkus dengan cadmium. Foil yang dibungkus cadmium ditempatkan pada posisi 1, 4, 5 dan 8, dengan asumsi data pengukuran pada posisi foil yang berdekatan perbedaannya relatif kecil, sehingga rasio cadmium setiap posisi dapat diperoleh. Hasil pengukuran pada setiap posisi foil diperoleh masing-masing fluks neutron termal, fluks neutron epitermal dan rasio cadmium dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran

No	Keping Emas Nomor	Fluks Neutron Thermal ( $n/cm^2 \cdot sec$ )	Fluks Neutron Epithermal ( $n/cm^2 \cdot sec$ )	Rasio Cadmium
1.	1	$3,372 \times 10^7$	$1,094 \times 10^7$	4,30
2.	2	$3,014 \times 10^7$	$1,124 \times 10^7$	3,87
3.	3	$3,455 \times 10^7$	$1,155 \times 10^7$	4,20
4.	4	$3,305 \times 10^7$	$1,159 \times 10^7$	4,05
5.	5	$3,194 \times 10^7$	$1,257 \times 10^7$	3,79
6.	6	$3,025 \times 10^7$	$1,260 \times 10^7$	3,72
7.	7	$2,983 \times 10^7$	$1,200 \times 10^7$	3,66
8.	8	$2,975 \times 10^7$	$1,215 \times 10^7$	3,62
9.	9	$3,521 \times 10^7$	$1,125 \times 10^7$	4,52
10.	10	$3,496 \times 10^7$	$1,184 \times 10^7$	4,16
11.	11	$3,015 \times 10^7$	$1,152 \times 10^7$	3,80

Dari pengukuran fluks neutron termal terlihat bahwa distribusi fluks neutron termal relatif merata pada seluruh posisi target. Harga fluks rendah terjadi pada posisi pengukuran 7 dan 8, kedua pengukuran tersebut terletak dibagian terbawah dari wadah target. Perbedaan fluks neutron termal tertinggi dengan fluks neutron termal rata-rata 9,03 % dan fluks neutron terendah dengan fluks neutron rata-rata 9,60 %. Harga perbedaan tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima sebagai fasilitas uji tak merusak <sup>(2)</sup>. Fluks neutron termal rerata diperoleh sebesar  $3,214 \times 10^7 n/(cm^2 \cdot sec)$  pada operasi daya reaktor 10 MW selama 5 jam. Harga fluks neutron termal tersebut memenuhi syarat harga minimum fluks suatu radiografi untuk mendapatkan hasil radiogram yang baik untuk fasilitas uji tak merusak dengan mempergunakan layar perubah yaitu sebesar  $1 \times 10^6 n/(cm^2 \cdot sec)$  <sup>(1,2)</sup>. Demikian pula rasio Cadmium yang diperoleh dari pengukuran yaitu sebesar rata-rata 3,97 sedang syarat minimumnya 3 <sup>(1,2)</sup>.