

ANALISIS KANDUNGAN PENGOTOR PADA PIPA DAN FILTER FASILITAS IRADIASI SISTEM RABBIT PNUMATIK RSG-GAS

Elisabeth Ratnawati, Sunarko

ABSTRAK

ANALISIS KANDUNGAN PENGOTOR PADA PIPA DAN FILTER FASILITAS IRADIASI SISTEM RABBIT PNUMATIK RSG-GAS. Analisis kandungan pengotor pada pipa serta filter fasilitas iradiasi sistem *rabbit* pnumatik dilakukan untuk mengetahui jenis unsur dalam pengotor, sehingga dapat diperkirakan darimana timbulnya pengotor tersebut. Penentuan jenis nuklida ini sangat penting karena apabila unsur-unsur pengotor yang terdapat disepanjang pipa tersebut menempel pada kapsul iradiasi maka akan mengganggu hasil analisis suatu bahan uji, mengingat bahwa sampai saat ini pencacahan terhadap cuplikan teriradiasi dalam sistem *rabbit* pnumatik dilakukan bersama dengan kapsulnya. Dari hasil analisis dapat terdeteksi beberapa nuklida dalam pengotor pipa yaitu Cr-51, Mn-56, Mg-27, Fe-59, Zn-65 dan Al-28, sedangkan nuklida yang terdeteksi dalam pengotor yang tersaring di filter BT001 adalah Cr-51, Fe-59, Zn-65. Dari kedua hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pengotor dalam pipa maupun filter berasal dari material pipa itu sendiri yang mengalami degradasi karena adanya proses kondensasi.

Kata kunci: unsur pengotor, fasilitas iradiasi, sistem rabbit.

ABSTRACT

ANALYSIS OF IMPURITIES CONTENT ON THE PIPE AND FILTER OF PNEUMATIC RABBIT SYSTEM IRRADIATION FACILITY OF THE G.A. SIWABESSY MULTIPURPOSE REACTOR. Analysis of impurities content on the pipe and filter rabbit system pneumatic of irradiation facility has been done in order to determine type of impurities present along the pipe. Impurities dispersed along pneumatic pipe maybe deposited to a capsule wall during irradiation. This occurrence will influence analysis result due additional counting from elements of impurities. From the analysis it is detected that radionuclide exist on the pipe consisting of Cr-51, Mn-56, Mg-27, Fe-59, Zn-65, and Al-28 while radionuclides exist in the BT001 filter are Cr-51, Fe-59, Zn-65. Therefore it can be concluded that impurities are formed of material structure of pipe and filter. Those start to degrade because of condensation process.

Keywords: impurities, the irradiation facility, rabbit system

PENDAHULUAN

Salah satu fasilitas iradiasi yang berada di luar teras reaktor RSG GAS adalah sistem *rabbit*. Fasilitas ini digunakan untuk iradiasi bahan. Sistem *rabbit* terdiri dari 4 posisi dengan kecepatan normal (sistem hidrolis) dan 1 posisi dengan kecepatan tinggi (sistem pneumatik). Sistem *rabbit* digunakan untuk pemindahan sampel yang akan diiradiasi ke daerah teras (*core*) reaktor dan juga untuk pengeluaran sampel yang telah selesai diiradiasi. Untuk kebutuhan iradiasi dengan menggunakan waktu pendek (detik), sistem pneumatik dianggap paling ideal karena memiliki kecepatan transfer 10 m/dt, jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan sistem hidrolis yang memiliki kecepatan transfer 0,6 m/detik. Tetapi ada beberapa kendala dalam pelaksanaan iradiasi bahan dengan menggunakan sistem pneumatik ini, baik dari sisi instrumentasi maupun dari sisi mekanik. Namun perbaikan terus menerus dilakukan mengingat semakin meningkatnya kebutuhan akan analisis cuplikan dengan nuklida umur paruh pendek yang memiliki kecepatan dan ketepatan waktu yang lebih baik. Salah satu kendala yang pernah ditemui pada saat pengoperasian sistem *rabbit* pneumatik adalah tingginya paparan yang ditimbulkan pada saat kapsul tiba di stasiun penerimaan^[1], dan seringkali kapsul yang diterima kembali di stasiun penerimaan terlihat dalam kondisi dilapisi pengotor. Hal ini dapat terjadi karena sistem pneumatik memang tidak difungsikan dalam waktu yang cukup lama, sehingga kemungkinan muncul pengotor di sepanjang saluran pipa. Adanya pengotor ini akan mempengaruhi hasil pencacahan, mengingat bahwa sampai saat ini, pencacahan terhadap cuplikan teriradiasi dilakukan bersamaan dengan kapsulnya. Sehingga apabila kapsul terkontaminasi dengan pengotor yang ada di dalam pipa saluran *rabbit* pneumatik, akan mempengaruhi hasil pencacahan dan

dengan demikian akan berpengaruh pula terhadap hasil perhitungan.

Setelah dilakukan pembersihan dan perawatan terhadap sistem *rabbit* pneumatik dengan cara penyemprotan/*flushing* di sepanjang saluran pipa pengangkut kapsul, diperoleh pengotor berupa serbuk halus. Sedangkan pada saat pembongkaran terhadap filter BT001 yang berfungsi sebagai penyaring udara diperoleh pula pengotor berbentuk kepingan yang berwarna hitam kecoklatan. Dari kegiatan ini muncul gagasan untuk mengetahui jenis unsur yang terdapat dalam pengotor, supaya dapat memperkirakan darimana asal pengotor tersebut. Untuk itu maka dilakukan analisis unsur terhadap pengotor yang diperoleh dari pipa saluran maupun filter udara. Jenis unsur yang terdeteksi tersebut harus diperhitungkan keberadaannya dalam perhitungan secara kuantitatif apabila iradasi dilakukan dengan menggunakan fasilitas iradiasi sistem *rabbit* pneumatik. Penentuan unsur pengotor akan dilakukan dengan menggunakan detektor resolusi tinggi HPGe yang digabungkan dengan penganalisis puncak multi saluran. Analisis data dilakukan dengan perangkat lunak GENIE 2000.

DESKRIPSI SISTEM

Fasilitas iradiasi sistem *rabbit* adalah salah satu fasilitas iradiasi yang terletak di *Beryllium Reflektor* yang digunakan untuk produksi radioisotop dan analisis pengaktifan neutron. Fasilitas ini terdiri dari sistem hidrolis dan sistem pneumatik. Sistem hidrolis menggunakan air sebagai media pengangkut kapsul iradiasi, sedangkan pneumatik menggunakan gas nitrogen. Reaktor RSG-GAS memiliki 4 sistem hidrolis dan satu sistem pneumatik. Sistem pneumatik hanya mempunyai satu pipa saluran dengan diameter 20 mm. Disamping sebagai media pengangkut, air dan gas nitrogen berfungsi juga sebagai pendingin kapsul selama iradiasi

berlangsung. Isotop yang mempunyai umur paruh pendek dapat menggunakan sistem *rabbit* pneumatik yang memiliki kemampuan melakukan pengiriman lebih cepat dari pada sistem hidrolis.

Sistem hidrolis dan pneumatik dapat dioperasikan secara bersama-sama dalam waktu yang bersamaan sehingga dapat

mengiradiasi beberapa cuplikan sekaligus. Sistem *rabbit* pada dasarnya terdiri atas :

- Stasiun iradiasi
- Tabung/pipa
- Stasiun pengiriman dan penerimaan
- Sistem proses
- Elektronik, instrumentasi dan sistem kontrol



Gambar 1. Foto fasilitas iradiasi sistem rabbit RSG GAS

Sistem *rabbit* pneumatik (RS-5)

Tabel 1. Rancangan dasar sistem rabbit pneumatik adalah sebagai berikut^[2]

Deskripsi	Sistem rabbit pneumatik
Jumlah	1
Ukuran pipa transfer	Diameter dalam 20 mm
Media pengangkut dan pendingin	Gas nitrogen
Material pipa transfer	Dalam kolam AlMg ₃ , luar kolam stainless steel
Tekanan operasi	1,5 bar
Kecepatan transfer	10 m/dt
Material rabbit	plastik
Lama iradiasi minimum	0,2 dt
Kecepatan pendingin disekeliling kapsul	Minimum 35 m/dt
Bahan diiradiasi	Aluminium Tembaga Perak Vanadium Chromium Samarium Gadolinium Cobalt Tallium
Ukuran sampel	Bola s.d diameter 2 mm
Berat sampel	0,01 – 0,05 g
Ukuran kapsul	Diameter luar 18 mm Panjang 46 mm
Berat sampel dan kapsul	Maksimum 10 g
Panas spesifik	5 W/g

Media pengangkut yang digunakan pada sistem rabbit pnumatik adalah nitrogen. Media ini sekaligus berfungsi sebagai pendingin kapsul tempat cuplikan yang akan di iradiasi. Sebelum mengoperasikan sistem *rabbit* pnumatik, harus dipastikan bahwa seluruh jalur terisi oleh nitrogen dengan tekanan operasi 1,5 bar. Dengan memperhatikan posisi yang ditunjukkan dalam layar monitor, maka kapsul berisi cuplikan dimasukkan ke dalam stasiun pengirim dengan menggunakan tang bertangan panjang dan

manipulator. Waktu iradiasi diatur dalam panel sistem instrumentasi. Pada umumnya iradiasi dilakukan dalam orde detik. Perjalanan kapsul dari stasiun pengiriman sampai posisi iradiasi dalam kolam reaktor dibantu dengan katub solenoid yang dikendalikan dalam panel instrumentasi. Dalam saluran tersebut dipasang pula filter udara yang berfungsi untuk menyaring udara yang digunakan untuk menggerakkan kapsul. Gambar 2 menunjukkan filter dan katub yang terpasang dalam sistem *rabbit* pnumatik.



Gambar 2. Fiter dan katub sistem *rabbit* pnumatik

Spektrometri Gamma

Peralatan yang digunakan untuk mengukur sinar gamma dari cuplikan radioaktif umumnya terdiri atas detektor semikonduktor, rangkaian elektronik, *personal computer* (PC), dan MCA (*multichannel analyser*). Detektor yang digunakan adalah detektor germanium kemurnian tinggi (*High Pure Germanium/HPGe*) dengan jenis koaksial yang dapat digunakan untuk mengukur sinar gamma dengan kisaran energi antara 60 keV sampai 3 MeV. Yang perlu dilakukan dalam pemilihan detektor adalah resolusi dan efisiensi. Resolusi detektor untuk mengukur kemampuan pemisahan

peak/puncak yang berdekatan dalam spektrum. Secara umum resolusi detektor dinyatakan dalam *full width at half maximum* (FWHM) pada energi 122 keV photopeak dari Co-57 dan 1332 keV photopeak dari Co-60. Detektor dengan resolusi 1.0 keV pada energi 122 keV dan 1,8 keV pada energy 1332 keV dan efisiensi berkisar 15-30 % dianggap cukup memadai^[3].

TATA KERJA

Pengambilan cuplikan dilakukan dengan cara melakukan penyemprotan terhadap pipa saluran rabbit pnumatik, serta pelepasan filter yang digunakan untuk

menyaring udara. Pengotor yang keluar dari pipa ditampung dalam wadah dan di iradiasi dalam fasilitas iradiasi sistem *rabbit* hidrolik. Sedangkan pengotor yang diambil dari filter BT001 memiliki paparan 100 mR/jam sehingga langsung dilakukan pencacahan dengan menggunakan seperangkat alat spektrometri gamma. Analisis data dilakukan dengan program GENIE 2000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengotor yang menempel pada pipa *rabbit* pneumatik berbentuk butiran halus berwarna kuning dan tidak mengandung paparan radiasi. Karena itu untuk identifikasi nuklida perlu dilakukan iradiasi terlebih dahulu. Iradiasi dilakukan di fasilitas iradiasi sistem *rabbit* hidrolik, waktu iradiasi adalah 60 detik pada posisi RS-3, dan posisi RS-1 dengan waktu iradiasi 1 jam. Waktu iradiasi 60 detik dimaksudkan untuk dapat mendeteksi unsur-unsur yang memiliki waktu paruh

pendek, sedangkan waktu iradiasi 1 jam diharapkan dapat untuk mendeteksi unsur-unsur yang memiliki waktu paruh panjang. Dari dua kali iradiasi dengan menggunakan waktu 60 detik dapat teridentifikasi nuklida Cr-51, Mn-56, Mg-27, Fe-59, Zn-65 dan Al-28, sedangkan dari cuplikan yang telah di iradiasi selama 1 jam dapat teridentifikasi nuklida Cr-51, Fe-59, Zn-65. Hasil pencacahan menunjukkan bahwa Fe memiliki nilai cacah yang paling tinggi diantara nuklida yang lain, yaitu 41 cps (cacah per detik) dan 13,7 cps (cacah per detik). Sedangkan Mn juga memiliki nilai cacah yang cukup signifikan yaitu (9,6 cps). Cr dan Zn memiliki nilai pencacahan masing-masing 6,3 cps dan 7,6 cps.

Tingginya nilai pencacahan untuk nuklida Fe menunjukkan bahwa dalam cuplikan pengotor tersebut unsur Fe lebih dominan, kemudian disusul dengan Cr, Mn, dan Zn. Hasil pencacahan pengotor pipa sistem *rabbit* pneumatik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pencacahan pada pengotor pipa sistem *rabbit* pneumatik

Posisi iradiasi	T iradiasi (detik)	T cacah (detik)	Nuklida	Energi Utama (keV)	Cacah / detik (cps)
RS-3	60	600	Mn-56	1810.72*	9,6
			Mg-27	1014.62*	0,5
			Fe-59	1099.25*	41,7
			Zn-65	1115.55*	4,9
			Al-28;	1778.99*	4,7
			Cr-51	320.08*	10
RS-1	3600	2301	Cr-51	320.08*	6,3
			Fe-59	1099.25*	13,7
			Zn-65	1115.55*	7,6

Dalam sistem *rabbit* pneumatik, material pipa yang digunakan adalah jenis aluminium, sedangkan katub maupun filter terbuat dari *stainless steel*^[2]. Pada umumnya *stainless steel* terdiri dari besi, chromium, mangan, silikon, karbon, dan nikel^[4]. Sedangkan sebagai media pengangkut kapsul dari stasiun pengiriman menuju posisi iradiasi di dalam teras reaktor

digunakan gas nitrogen^[2]. Elemen-elemen ini bereaksi membentuk sebuah lapisan yang sangat tipis dan stabil yang mengandung produk dari proses karat/korosi yaitu metal oksida dan hidroksida.

Pengotor yang terdapat dalam filter udara BT001 berbentuk seperti kepingan berwarna coklat kehitaman dan memiliki

paparan 100 mR/jam. Dari hasil pengamatan secara visual nampak adanya serpihan material yang terbawa oleh udara sebagai media pengangkut kapsul. Untuk melakukan identifikasi nuklida terhadap pengotor yang tertangkap dalam filter tersebut tidak perlu di iradiasi tetapi dapat langsung dilakukan pencacahan dengan alat spektrometri gamma. Pencacahan dilakukan dengan waktu 1386 detik, jenis nuklida yang terdeteksi adalah Cr-51, Fe-59, Zn-65.

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengotor yang menempel pada pipa saluran rabbit pnumatik maupun filter udara BT001 dapat disimpulkan bahwa pengotor yang terdapat dalam pipa saluran dan filter udara BT001 tersebut berasal dari material pipa maupun katub yang mengalami proses degradasi karena adanya kondensasi pada pipa. Hal ini dapat dikatakan karena dari

hasil pencacahan terhadap pengotor pipa dan filter sistem *rabbit* pnumatik, memiliki jenis nuklida yang sama yaitu Cr, Fe, Zn, Mn, Mg, dan Al. Dengan demikian untuk analisis kuantitatif suatu bahan/cuplikan yang menggunakan fasilitas iradiasi sistem *rabbit* pnumatik, keberadaan unsur-unsur dalam pengotor tersebut harus diperhitungkan keberadaannya, dengan cara melakukan iradiasi terhadap kapsul kosong/blanko yang berfungsi sebagai pengurangan terhadap hasil pencacahan unsur-unsur yang dimaksud pada bahan cuplikan. Perlu adanya pembersihan pipa saluran sepanjang sistem secara berkala dengan cara melakukan penyemprotan udara pada pipa saluran/*flushing*, serta penggantian filter secara rutin dalam periode tertentu. Tabel 3 menunjukkan hasil pencacahan terhadap pengotor filter udara BT001.

Tabel 3. Hasil pencacahan terhadap pengotor filter udara BT001

paparan (mR/jam)	T cacah (detik)	Nuklida	Energi Utama (kev)	Cacah / detik (cps)
100	1386	Cr-51	320*	4,8
		Fe-59	1099*	18,9
		Zn-65	1115*	179

KESIMPULAN

Dari hasil analisis terhadap pengotor pipa dan filter fasilitas iradiasi sistem rabbit pnumatik dapat disimpulkan :

1. Unsur yang terdeteksi yaitu Cr, Fe, Zn, Mn, Mg, dan Al.
2. Untuk melakukan analisis suatu bahan/cuplikan yang menggunakan fasilitas iradiasi sistem rabbit pnumatik, jenis unsur-unsur dalam pengotor tersebut harus diperhitungkan keberadaannya dalam perhitungan secara kuantitatif.
3. Pengotor tersebut berasal dari material pipa, katub dan filter sistem rabbit yang mengalami degradasi akibat proses kondensasi

DAFTAR PUSTAKA

1. **ELISABETH RATNAWATI** dkk, (2012), Uji Fungsi Fasilitas Iradiasi Sistem Rabbit Pnumatik Reaktor RSG GAS Menggunakan Bahan Acuan Standar, Prosiding Seminar Nasional VIII SDM Teknik Nuklir, STTN-Yogyakarta. ISSN 1978-0176
2. **INTERATOM**, *System Description Rabbit System, 1986*
3. **HENDRIYANTO HT**, Spektrometri Gamma, Pelatihan Penyelia Laboratorium Analisis Aktivasi Neutron, Pusdiklat - Batan, 2003
4. American Society for Testing and Materials. A240/A240M, *Standard*

*Spesification for Chromium and
Chromium-Nickel Stainless Steel
Plate,Sheet, and Strip, for Pressure*

*Vessels and for General Applications,
ASTM Society.*