

**EVALUASI WAKTU TEMPUH KAPSUL IRADIASI
DI FASILITAS SISTEM RABBIT RSG GAS
DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI BERAT CUPLIKAN**

Elisabeth Ratnawati, Sunarko, Sutrisno
PRSG-BATAN

ABSTRAK

EVALUASI WAKTU TEMPUH KAPSUL IRADIASI DI FASILITAS SISTEM RABBIT RSG GAS DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI BERAT CUPLIKAN. Penetapan waktu tempuh kapsul iradiasi sistem rabbit menuju posisi iradiasi dan kembali ke stasiun penerima yaitu dua kali 46 detik perlu dievaluasi, karena tidak sesuai lagi dengan kenyataan di lapangan. Dalam analisis unsur suatu bahan yang memiliki waktu paruh pendek, ketepatan waktu iradiasi mutlak dibutuhkan sehubungan dengan waktu paruh nuklida itu sendiri maupun terhadap hasil perhitungan. Percobaan dilakukan dengan mengirimkan kapsul iradiasi yang diberi cuplikan dengan berat yang bervariasi, untuk mengetahui adanya pengaruh berat cuplikan terhadap waktu tempuh kapsul iradiasi. Kecepatan aliran fluida dibuat konstan yaitu 35 liter/menit. Hasil yang diperoleh menyatakan kapsul yang memiliki beban $\leq 1,65$ gram hingga 7,19 gram membutuhkan waktu antara 42-43 detik untuk pengiriman, dan 41-42 detik untuk kembali ke stasiun penerima. Sedangkan kapsul yang memiliki berat sampel 9,4 gram hingga 11,55 gram, membutuhkan waktu 43-45 detik untuk pengiriman dan 43-44 detik untuk kembali ke stasiun penerima. Dengan demikian pengesetan ulang perlu dilakukan pada nilai 42-43 detik karena pada umumnya iradiasi cuplikan dengan waktu paruh pendek memiliki berat cuplikan $\leq 1,65$ gram.

Kata kunci: evaluasi, kapsul iradiasi, waktu iradiasi, fasilitas sistem rabbit

ABSTRACT

THE EVALUATION OF IRRADIATION CAPSULE TRANSFER TIME IN THE G.A. SIWABESSY MULTI PURPOSE REACTOR RABBIT SYSTEM FACILITY BY USING VARIATION ON SAMPLE WEIGHT. The previous time setting for transferring the irradiation capsule to the irradiation position and then transferring back to the receiver, which was 46 seconds for each process, has to be evaluated, because the more accurate transfer time setting is really required. In the analysis of short-lived samples, the accurate irradiation time is really required, because it can affect the half time of the generated radionuclides and the radionuclides activity calculation result. The experiment was carried out by transferring several samples, which had been placed into the irradiation capsules, with sample weight variation. That step was used, in order to figure out the influence of the sample weight variation toward the irradiation capsule transfer time. The flow velocity of the fluid was set to be constant on 35 litres/minute. The result showed that, the capsules with the samples weight ranged from ≤ 1.65 grams up to 7.19 grams were transferred in 42 – 43 seconds and were received back from the irradiation position in 41 – 42 seconds. While the capsules with the samples weight ranged from 9.4 grams up to 11.55 grams, the transfer time were 43-45 seconds, and received back from the irradiation position in 43-44 seconds. From those experiment results, then it can be concluded that the most appropriate transfer time, for short-lived samples analysis requirement, is 42 – 43 seconds. It is because, generally, the samples which produce short-lived radionuclides, have weight range ≤ 1.65 grams.

Keywords : evaluation, capsule irradiation, time of irradiation, rabbit system facility

PENDAHULUAN

Fasilitas iradiasi sistem *rabbit* adalah salah satu fasilitas iradiasi yang dimiliki oleh Reaktor Serba Guna RSG-GAS. Fasilitas ini digunakan untuk iradiasi bahan/cuplikan. Sistem *rabbit* terdiri dari 4 posisi dengan kecepatan normal (sistem hidrolik) 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. Sampai saat ini

yang seringkali dimanfaatkan untuk iradiasi bahan adalah sistem *rabbit* dengan kecepatan normal (hidrolik). Dimana iradiasi dapat dilakukan untuk waktu pendek (0,5-5 menit), medium (5-30 menit) dan panjang (> 1 jam).

Sejak sistem ini dioperasikan, telah ditetapkan pada alat instrumentasi bahwa waktu yang dibutuhkan untuk sebuah kapsul untuk menempuh perjalanan dari stasiun pengiriman menuju kolam reaktor dan sebaliknya adalah masing-masing sebesar 46 detik baik untuk iradiasi dengan waktu paruh panjang maupun pendek. Namun pada

kenyataannya, waktu yang ditetapkan tersebut ternyata tidak sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Hal ini tidak menjadi masalah yang berarti ketika sistem rabbit dioperasikan untuk iradiasi bahan dengan medium dan waktu panjang (30 menit - 5 jam). Namun untuk iradiasi dengan menggunakan waktu pendek (orde detik), perbedaan waktu ini akan berpengaruh terhadap hasil analisis unsur suatu bahan, sehubungan dengan waktu paruh nuklida itu sendiri⁽¹⁾. Oleh sebab itu maka perlu dilakukan percobaan untuk mengetahui berapa waktu yang mendekati kebenaran. Percobaan dilakukan dengan cara mengirimkan kapsul berisi cuplikan kedalam teras reaktor dengan berat yang bervariasi untuk melihat apakah berat cuplikan turut berpengaruh terhadap waktu tempuh. Pengulangan pada berat tertentu dilakukan sebanyak tiga kali kemudian dibuat nilai reratanya. Kapsul iradiasi yang digunakan adalah jenis polietilene, dimana kapsul jenis ini yang akan digunakan untuk iradiasi dengan waktu pendek. Posisi iradiasi yang dipilih adalah RS-2. Karena posisi ini lebih sering digunakan untuk iradiasi waktu pendek.

Laju alir fluida sebagai media pengirim kapsul ditetapkan sebesar 35 liter/menit, sesuai dengan ketetapan yang disebutkan dalam Juklak Pengoperasian Fasilitas Iradiasi *Rabbit System JBB01-04*⁽²⁾.

Percobaan dilakukan pada saat reaktor tidak beroperasi (*shut down*). Pengamatan dan pencatatan waktu tempuh dilakukan diatas ruangan *hot cells* sistem rabbit, dimana akan terdengar dengan jelas suara sensor/ klep pengirim kapsul yang mengindikasikan bahwa kapsul sudah sampai ke dalam kolam dan kembali lagi ke stasiun pengirim. Diharapkan dari kegiatan ini dapat diperoleh data waktu tempuh yang mendekati kebenaran. Sehingga waktu iradiasi dapat diketahui secara pasti, sehingga dalam perhitungan akan diperoleh hasil analisis yang memiliki nilai mendekati kebenaran serta dapat dipertanggung jawabkan.

DESKRIPSI SISTEM

Fasilitas Iradiasi Sistem Rabbit

Sistem *rabbit* adalah salah satu fasilitas iradiasi yang terletak di area reflektor Beryllium yang digunakan untuk produksi radioisotop dan analisis aktivasi neutron. Fasilitas *Rabbit* terdiri dari sistem hidrolik dan sistem pnumatik. Sistem hidrolik menggunakan air sebagai media pengangkut kapsul iradiasi, sedangkan pnumatik menggunakan gas nitrogen. Reaktor RSG-GAS memiliki 4 buah sistem hidrolik dan satu sistem pnumatik. Sistem pnumatik 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 pnumatik dengan kemampuan melakukan pengiriman kapsul lebih cepat dari pada sistem hidrolik. Sistem hidrolik dan pnumatik dapat dioperasikan secara bersama-sama dalam waktu yang bersamaan sehingga dapat mengiradiasi beberapa cuplikan sekaligus. Sistem *rabbit* pada dasarnya terdiri atas:

a. Stasiun Iradiasi

Keempat posisi iradiasi *rabbit system* dipasang dalam elemen grid teras reaktor yang saling terpisah, dengan memakai pasak berdiameter 30 mm pada ujung bawah stasiun iradiasi. Penyangga tetap x,y,z dipasang di atas elemen *rabbit system*, sebagai pemegang posisi iradiasi. Di dalam elemen *rabbit system*, pipa pengirim didinginkan oleh sistem pendingin reaktor maupun media pengangkut.

b. Tabung/Pipa Pengalir

Pipa pengirim, pipa penerima dan jalur penampil tekanan untuk *rabbit system* hidrolik yang berada di dalam reaktor didesain sedemikian rupa sehingga pipa tidak saling berbenturan apabila terjadi guncangan. Diluar kolam reaktor, pipa diarahkan dalam sebuah *shielding bell* yang berada di level 13 kemudian pipa diarahkan dalam sebuah sambungan dalam lorong menuju ruang 0627 yang berada pada level 8. Alat pengukur tingkat air, tekanan, dan suhu diletakkan dalam *degasfying box*. Pipa dan *degasfying box* dalam lorong sistem *rabbit* dilindungi oleh lempengan baja. Ujung akhir pipa pengiriman terletak di stasiun *Dispatching* dan *Receiving*, sedangkan pipa penerima berakhir di katup persilangan di atas *isotope cell*.

c. Stasiun pengiriman dan penerimaan

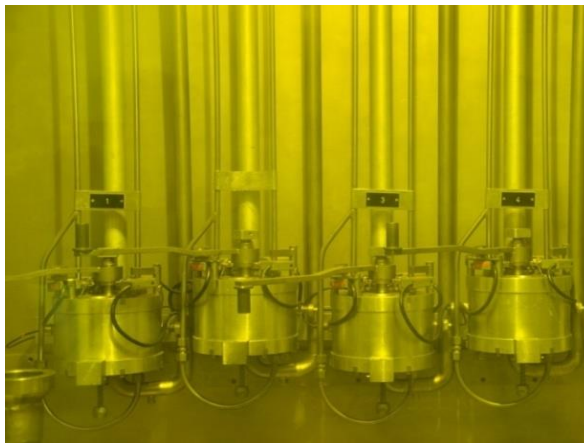
Stasiun pengiriman berada di *isotope cell* terdiri dari suatu wadah dengan *drum* yang dapat diputar sesuai dengan posisi operasi yang diinginkan. *Drum* diputar secara manual menggunakan manipulator. Stasiun *dispatching* dan *receiving* hidrolik sistem rabbit terdiri dari empat posisi yaitu posisi *sending/receiving*, posisi *drying*, posisi *charge/discharge*, posisi *ventilation*. Kapsul pasca iradiasi dapat dikeluarkan pada posisi *charge/discharge* dengan bantuan manipulator. Perpindahan posisi selanjutnya oleh operasi pengungkit manipulator dimungkinkan dengan urutan operasi.

d. Elektronik, instrumentasi dan sistem kontrol

Kelima sistem rabbit dilengkapi dengan seperangkat sistem elektronik dan instrumentasi kontrol yang dapat dioperasikan secara *independent* dan simultan. Gambar skema dan rancangan dasar sistem rabbit adalah sebagai berikut.

Rancangan dasar sistem rabbit⁽³⁾.

Deskripsi	Sistem rabbit hidrolis	Sistem rabbit pneumatik
Jumlah	4	1
Ukuran pipa transfer	Diameter dalam 36 mm	Diameter dalam 20 mm
Media pengangkut dan pendingin	Air	Gas nitrogen
Material pipa transfer	Dalam kolam AlMg ₃ , luar kolam stainless steel	Dalam kolam AlMg ₃ , luar kolam stainless steel
Tekanan operasi	Tekanan sekeliling	1,5 bar
Kecepatan transfer	0,6 m/dt	10 m/dt
Material rabbit	Plastik, aluminium	plastik
Lama iradiasi minimum	0,2 dt	0,2 dt
Kecepatan pendingin sekeliling kapsul	Minimum 0,6 m/dt	Minimum 35 m/dt
Bahan diiradiasi	- kimia anorganik (KCl, KBr, dll) kimiaorganik(glikogen,polystyrene, dll) - Eksperimen physic (Gd+Eu, dll) - Biofisik (tiroid, Iodin, dll) - Kelautan (Mn, kerang, dll) -Teknologi semikonduktor (Ge, Si, dll) - material fisik (Co, Ni, Cd, dll) - Makanan	Aluminium Tembaga Perak Vanadium Chromium Samarium Gadolinium Cobalt Tallium
Ukuran sampel	Diameter 25 mm Panjang 96 mm	Bola s.d diameter 2 mm
Berat sampel	Maksimum 70 g	0,01 – 0,05 g
Ukuran kapsul	Diameter luar 33 mm Panjang 96 mm	Diameter luar 18 mm Panjang 46 mm
Berat sampel dan kapsul	Maksimum 100 g	Maksimum 10 g
Panas spesifik	15 W/g	5 W/g



Gambar 1: Fasilitas iradiasi sistem rabbit

TATA KERJA

1. Penimbangan kapsul polietilen tanpa diberi sampel. Berat kapsul adalah 30,5gr.
2. Pengisian kapsul dengan berat sampel bervariasi yaitu 1,65 gr, 3 gram, 5,23 gram, 7,19 gram, 9,4 gram, 11,55 gram.
3. Pengaturan flowmeter dibuat tetap yaitu 35 liter/menit.
4. Pengesetan waktu tinggal di posisi iradiasi. Diambil waktu 10 detik

5. Pengiriman kapsul dari stasiun pengiriman menuju kolam reaktor.
6. Pengamatan dilakukan di atas hot cell sistem rabbit. Kapsul yang dikirim dari stasiun pengiriman dan kembali lagi akan menimbulkan bunyi yang khas. Pengamatan dilakukan dengan pengulangan tiga kali
7. Pencatatan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

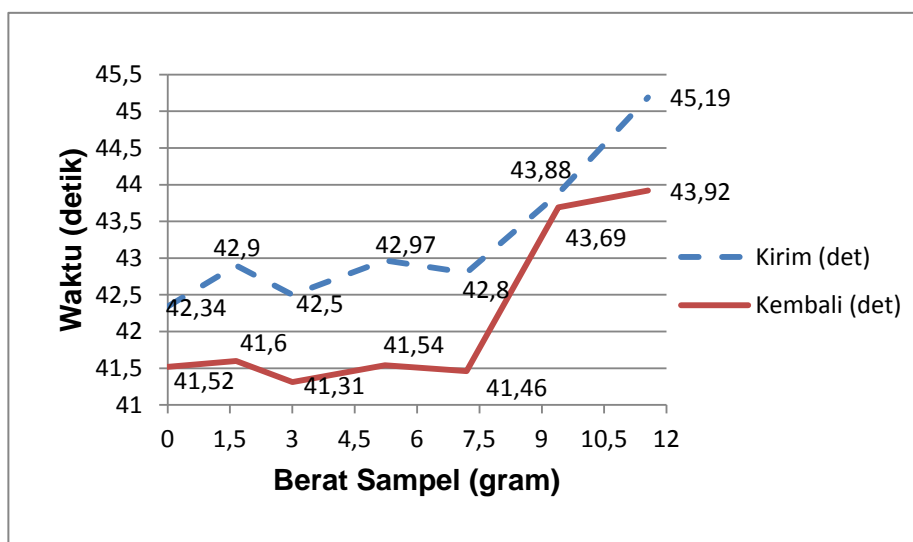
Percobaan ini dilakukan pada satu posisi yaitu RS-2. Posisi ini dipilih karena lebih sering digunakan untuk iradiasi dengan menggunakan waktu paruh pendek. Dalam perhitungan analisis kuantitatif suatu unsur yang memiliki waktu paruh pendek (orde menit/detik), diperlukan kepastian akan waktu tempuh yang digunakan oleh sebuah kapsul menuju teras reaktor dan kembali lagi ke stasiun penerima. Hal ini untuk memastikan waktu yang tepat saat cuplikan tersebut diiradiasi. Selain itu waktu iradiasi yang tidak tepat akan mengganggu hasil pencacahan karena berhubungan dengan waktu paruh dari nuklida itu sendiri. Karena diharapkan pada saat pencacahan, unsur yang akan diinginkan masih dapat terdeteksi.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap waktu tempuh pengiriman kapsul iradiasi menuju teras

reaktor dapat dilihat bahwa pada kapsul dengan berat sampel sekitar $\leq 1,65 - 7,19$ gram membutuhkan waktu yang tidak jauh berbeda yaitu dalam kisaran sekitar 42 detik. Tetapi pada kapsul dengan berat sampel 9,4 gram dan 11,5 gram membutuhkan waktu lebih lama yaitu 43,88 detik dan 45,19 detik. Bila dilihat dari waktu tempuh kapsul kembali ke stasiun pengiriman maka akan terlihat trend yang serupa dengan pada saat pengiriman. Pada berat sampel $\leq 1,65 - 7,19$ gram membutuhkan waktu sekitar 41,5 detik tetapi kapsul dengan berat sampel 9,4 gram dan 11,5 gram membutuhkan waktu yang lebih panjang yaitu sekitar 43,9 detik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa berat sampel pada nilai tertentu akan

berpengaruh terhadap lama perjalanan baik menuju posisi iradiasi maupun kembali ke stasiun pengiriman.

Dari hasil pengamatan terhadap waktu tempuh kapsul menuju posisi iradiasi dan kembali ke stasiun pengiriman dapat dilihat bahwa waktu tempuh pengiriman kapsul menuju kolam reaktor memiliki waktu yang lebih besar daripada waktu yang dibutuhkan untuk kembali menuju stasiun penerima. Hal ini dapat terjadi karena pada saat kembali ke stasiun penerima kapsul memperoleh tambahan daya dorong karena adanya gaya apung dari kapsul itu sendiri. Sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi lebih kecil. Grafik pengaruh waktu dan berat sampel dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 1: Grafik hubungan berat sampel dengan waktu tempuh kapsul

Adanya perbedaan waktu antara saat pengukuran saat ini dan pengesetan yang dilakukan sebelumnya kemungkinan karena pada percobaan ini ditetapkan aliran fluida sebagai media pengangkut dibuat konstan yaitu 35 liter/menit. Sedangkan pada penggunaan yang sebelumnya, aliran fluida tidak diatur kecepatannya, karena sistem pengukuran kecepatan aliran fluida otomatis mengalami gangguan. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk sebuah kapsul menuju posisi iradiasi dan kembali lagi menjadi tidak pasti.

Berdasarkan hasil percobaan ini dapat dikatakan bahwa pengesetan waktu pada sistem instrumentasi yang digunakan saat ini yaitu 2x46 detik untuk pengiriman ke posisi iradiasi dan kembali ke stasiun penerima tidak sesuai lagi dengan kenyataan yang sesungguhnya. Sehingga dirasakan perlunya pengatur ulang untuk waktu tempuh

kapsul menuju ke posisi iradiasi dan kembali lagi ke stasiun pengiriman. Karena waktu iradiasi yang tidak tepat akan menyumbang kesalahan pada perhitungan dan berpengaruh terhadap hasil akhir dalam analisis unsur suatu bahan/cuplikan. Pengesetan hendaknya dilakukan berdasarkan hasil percobaan ini yaitu sekitar 43 detik. Waktu yang dipilih ini berdasarkan pada pengamatan bahwa untuk berat kapsul berat cuplikan $\leq 1,65$ gram hingga 7,19 gram membutuhkan waktu antara 42-43 detik untuk pengiriman dan 41-42 untuk kembali ke stasiun penerima. Karena pada umumnya cuplikan yang di iradiasi pada fasilitas sistem rabbit untuk mengidentifikasi nuklida dengan waktu paruh pendek memiliki berat sekitar 0,5-2gram⁽⁴⁾. Data hasil percobaan pengaruh berat sampel terhadap waktu tempuh kapsul iradiasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Waktu tempuh kapsul iradiasi dengan variasi berat sampel

Kode kapsul	Berat kapsul (gram)	Berat sampel (gram)	Waktu Tempuh (detik)		Rerata (detik)	
			Kirim	Kembali	Kirim	Kembali
K-1	30,5	0	42,76	41,54	42,34	41,52
			42,31	41,51		
			42,18	41,45		
K-2	30,5	1,65	43,89	41,67	42,9	41,6
			42,83	41,65		
			42,14	41,50		
K-3	30,5	3	43,06	41,39	42,5	41,31
			42,36	41,27		
			42,09	41,29		
K-4	30,5	5,23	43,60	41,67	42,97	41,54
			42,89	41,48		
			42,42	41,48		
K-5	30,5	7,19	43,62	41,54	42,8	41,46
			42,64	41,46		
			42,14	41,38		
K-6	30,5	9,4	43,76	43,73	43,88	43,69
			43,96	43,44		
			43,93	43,91		
K-7	30,5	11,55	45,46	43,98	45,19	43,92
			45,54	43,85		
			44,57	43,94		

KESIMPULAN

Perlu dilakukan penyesetan ulang sistem instrumentasi di fasilitas iradiasi sistem rabbit mengenai waktu tempuh kapsul iradiasi, untuk mengetahui waktu iradiasi yang tepat pada suatu sampel, terutama pada iradiasi dengan waktu pendek.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Anonimous**, IAEA Practical Aspect of Operating A Neutron Activation Laboratory, IAEA-TECDOC-564, Wina 1990
2. Juklak Pengoperasian Fasilitas Iradiasi Rabbit System (JBB01-04), No.ident: RSG.OR.03.03.41.10, Sub. Bidang Pelayanan Iradiasi BOR PRSG, Tahun 2010.
3. **Anonimous**, Safety Analysis Report Vol 1, rev.8 MPR G.A Siwabessy, Batan
4. Syaeful Yusuf, Penanganan Sampel, Pelatihan Penyelia Laboratorium Analisis Aktivasi Neutron, Pusdiklat, 2003

DISKUSI

Nama Penanya : Suhartono (PRSG)

Pertanyaan :

Siapa yang menentukan waktu tempuh 46 detik? Apakah sistem itu memang di desain 46 detik atau bisa diset lagi?

Jawaban :

Waktu tempuh 46 detik diperoleh dari percobaan. Tetapi setelah beroperasi sekian lama, flow meter mengalami gangguan sehingga dipasang flow meter yang baru dan dilakukan evaluasi waktu tempuh.

Nama Penanya : Torowati (PTBBN)

Pertanyaan : kenapa semakin besar sampel akan semakin lama gerakannya sampel?

Jawaban :

Karena media pengangkut (air) akan semakin lambat mendorong kapsul untuk menuju posisi iradiasi. Hal ini juga berhubungan dengan pompa yang menggerakkan media pengangkut kapsul iradiasi.

