

ANALISIS PENGOTOR YANG TERTANGKAP PADA SKIMER SISTEM PENDINGIN PRIMER REAKTOR RSG GAS

Elisabeth Ratnawati, Diyah Erlina Lestari

Pusat Reaktor Serba Guna Gedung 30, Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan, Banten 15310

betty@batan.go.id

ABSTRAK

Untuk menjaga kualitas air pendingin primer, reaktor dilengkapi dengan sistem purifikasi. Disamping itu dalam kolam reaktor juga dipasang skimer yang bertujuan untuk mengurangi pengotor yang mengapung maupun melayang dipermukaan kolam reaktor akibat berbagai kegiatan disekitar balai operasi maupun debu halus yang berasal dari sistem sirkulasi udara. Telah dilakukan pencacahan terhadap skimmer yang telah dipasang dalam periode waktu tertentu untuk mengetahui jenis dan aktivitas nuklida yang tertangkap didalamnya. Pencacahan dilakukan dengan menggunakan alat pencacah multi channel analyzer (MCA) Ortec yang dilengkapi dengan detektor HpGe. Hasil pencacahan menunjukkan adanya beberapa nuklida teridentifikasi dalam pengotor yang tertangkap oleh skimer yaitu Cr-51 dengan aktivitas 11.068,4 bq/liter, Fe-59 (9.792,8 bq/liter), Zr-95 (5.125,7 bq/liter), Ag-110 (3.911,4 bq/liter), Zn-65 (10.430,1 bq/liter), Sb-124 (1.894,9 bq/liter), dan Co-60 (66.217,6 bq/liter). Nuklida tersebut dimungkinkan berasal dari sistem komponen reaktor, stringer wadah bahan target iradiasi maupun dari kegiatan iradiasi berbagai macam target, disamping debu halus yang mengalir melalui udara dan berbagai kegiatan disekitar balai operasi,. Hasil pemantauan rutin terhadap kualitas air pendingin menunjukkan bahwa aktivitas nuklida yang teridentifikasi masih berada dibawah nilai yang tercantum dalam dokumen Laporan Analisis Keselamatan. Ini disebabkan karena sistem purifikasi maupun skimer berfungsi dengan baik. Pemasangan skimmer dan penggantian secara periodik tetap perlu dilakukan sebagai upaya untuk menjaga kualitas air pendingin primer.

Kata Kunci: Pendingin primer, reaktor, pengotor

ABSTRACT

Analysis Of Captured Impurities On Skimmer Of Primary Cooling System RSG GAS Reactor. Purification system in the reactor RSG-GAS is used to maintain the quality of primary cooling water. Beside that reactor RSG-GAS has a skimmer to reduce impurities on the surface of reactor pool causes of various activities around reactor operation hall as well fine dust come from air circulation system might cause any particle into reactor pool. To find out kinds and activity of captured impurities in the installed skimmer on certain period had been counted using High Purity Germanium detector equipped with multichannel analyzer device to detect the radionuclide and measure radioactivity of the radionuclide. The counting result shows that there are several radionuclide identified inside captured impurities by skimmer like Cr-51 (11.068,4 bq/liter), Fe-59 (9.792,8 bq/liter), Zr-95 (5.125,7 bq/liter), Ag-110 (3.911,4 bq/liter), Zn-65 (10.430,1 bq/liter), Sb-124 (1.894,9 bq/liter), and Co-60 (66.217,6 bq/liter). Beside fine dust come from air circulation system and various activities around the reactor operation hall, that radionuclide above maybe come from reactor component system, material from stringer case, also from activity of irradiation targets. Routine monitoring of the quality of cooling water shows that the activity of identified radionuclide still below the limit of Safety Analysis Report (SAR). The result above was because the purification system and skimmer still functioning properly. Installation and changing of the skimmer periodically are still needed to maintain the quality of primary cooling water.

Key Words : Primary coolant, reactor, impurities

PENDAHULUAN

RSG-GAS merupakan suatu reaktor riset dengan konsep reaktor kolam terbuka berbahan bakar U_3O_8Al/U_3Si_2Al dengan pengayaan ^{235}U sebesar 19,75 % yang menggunakan air sebagai pendingin dan moderator serta menggunakan Beryllium sebagai reflektor. Daya thermal nominal reaktor adalah 30 MW dan fluks neutron maksimum di *Central Irradiation Position (CIP)* sebesar $5,38 \times 10^{14}$ n/cm².s. [1].

Air sebagai media pendingin reaktor berfungsi untuk memindahkan panas yang timbul akibat reaksi fisi di teras reaktor. RSG GAS memiliki dua sistem pendingin yaitu sistem pendingin primer dan sistem pendingin sekunder. Sistem pendingin primer berguna sebagai pendingin teras reaktor, sebagai moderator dan dikondisikan terkungkung, sedangkan pendingin sekunder berfungsi untuk menyerap panas dari pendingin primer dan melepaskannya dalam lingkungan. Sebagai bahan pendingin teras reaktor, air telah mengalami perlakuan khusus. Dalam sistem pendingin primer terdapat sistem pemurnian air primer atau lebih sering disebut dengan sistem purifikasi [2]. Sistem ini memisahkan produk aktivasi dan pengotor mekanik dari air kolam reaktor dan menjaga kualitas pendingin primer pada tingkat tertentu. Hal ini penting untuk membatasi tingkat radiasi di balai operasi dan ruangan instalasi serta menyediakan air yang jernih di dalam kolam reaktor sehingga dapat dilihat dengan jelas secara visual bagian dalam kolam.

Disamping sistem purifikasi, upaya untuk menjaga kualitas air pendingin primer juga dilakukan. Berbagai kegiatan disekitar balai operasi maupun debu halus akibat sistem sirkulasi udara diperkirakan turut menyumbang pengotor dalam kolam pendingin reaktor. Pengotor tersebut dapat mengapung maupun melayang dan mengendap didasar reaktor tergantung berat jenisnya^[3]. Sebagai upaya untuk mengurangi jumlah pengotor maka didalam kolam reaktor dipasang sebuah skimmer. Skimmer merupakan kain penyaring yang dihubungkan dengan pompa yang dapat menggelembung dan mengapung diatas permukaan air. Skimmer ini mampu menangkap pengotor yang mengapung maupun melayang diatas permukaan air. Pada periode tertentu, skimmer diambil dan diganti dengan yang baru. Skimmer yang telah menangkap pengotor tersebut kemudian dicacah dengan menggunakan alat *multi channel analyzer*

(MCA) Ortec yang dilengkapi dengan detektor HpGe untuk mengetahui jenis maupun aktivitas nuklida yang tertangkap didalamnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jenis nuklida pada pengotor tersebut. Beberapa unsur tertentu seperti misalnya Cr, Co dan Fe merupakan unsur yang lebih mulia dibanding aluminium sehingga dapat memicu penyebab korosi pada dinding kolam reaktor maupun komponen didalamnya [3].

Pada saat yang sama juga dilakukan pengukuran terhadap air pendingin primer sebelum dan sesudah melewati resin penukar ion sistem purifikasi. Data yang diperoleh diharapkan akan memberikan informasi sejauh mana pemasangan skimmer berperan dalam menjaga kualitas air pendingin primer reaktor.

TEORI

Sistem pendingin Reaktor Riset RSG GAS

Sistem pendingin reaktor berfungsi untuk menjamin suhu yang aman didalam teras dan reflektor selama reaktor beroperasi normal sampai daya termal disain. Sistem pendingin reaktor riset GA Siwabessy terdiri dari sistem pendingin primer dan sistem pendingin sekunder. Selama reaktor beroperasi pada daya tinggi, panas yang dibebaskan di dalam teras dan sekitar reflektor diambil oleh air sistem pendingin primer dengan cara mengalirkan air pendingin lewat celah bahan bakar, panas dipindahkan ke sistem pendingin sekunder melalui sistem penukar panas kemudian panas akan dibuang ke atmosfer melalui menara pendingin beraliran secara paksa. Sebagai mana semua sistem yang terhubung ke kolam reaktor juga diisi dengan medium pembawa panas pada sistem pendingin primer digunakan air bebas mineral yang berasal dari sistem produksi air bebas mineral (GCA01)^[3].

Untuk menghilangkan hasil aktivasi dan kotoran mekanik air pendingin primer dan menjaga kualitas air pendingin primer pada tingkat yang diijinkan maka sistem pendingin primer RSG-GAS dilengkapi dengan tiga sistem purifikasi (pemurnian).

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Purifikasi

1. Sistem Pemurnian air kolam reaktor (KBE 01).

Sistem ini berfungsi untuk menjaga kualitas air pendingin serta menekan tingkat paparan radiasi di ruang Balai Operasi (Operation Hall) dengan cara menghilangkan bahan yang teraktivasi dan kotoran mekanik yang terlarut maupun yang tidak terlarut dalam air

pendingin primer. Sistem purifikasi tersebut terdiri dari sistem filter mekanis dan filter penukar ion berisi campuran 750 liter anion OH^- resin tipe tipe Lewatit M800KR dan 750 liter kation H^+ resin tipe lewatit S 200 KR. Sebagai indikasi penggantian resin pada mix bed filter adalah apabila beda tekanan sebelum dan sesudah melewati resin $>1,5$ bar atau radioaktivitas $> 0,1$ Ci/m³. Sedang resin trap akan diganti jika ada perbedaan tekanan >2 bar.

2. Sistem Pemurnian Lapisan Air Hangat (KBE 02).

Sistem ini terdiri dari mix bed filter (KBE02 BT03) dan filter mekanik dengan laju alir 20m³/jam. Filter penukar ion berisi campuran 200 liter anion OH^- resin tipe tipe Lewatit M800KR dan 200 liter kation H^+ resin tipe lewatit S 200 KR, sebagai indikasi penggantian resin pada mix bed filter adalah apabila beda tekanan sebelum dan sesudah melewati resin $>1,5$ bar atau radioaktivitas $> 5 \times 10^{-2}$ Ci/m³ untuk aliran masuk dan $> 10^{-3}$ Ci/m³ untuk aliran balik. Sedang resin trap akan diganti jika ada perbedaan tekanan >2 bar

3. Sistem Pemurnian Kolam Bahan Bakar Bekas (FAK 01).

Sistem ini terdiri dari mix bed filter yang berisi campuran dari 350 liter anion OH^- resin tipe tipe Lewatit M800KR dan 350 liter kation H^+ resin tipe lewatit S 200 KR dan filter mekanik dengan laju alir 15 m³/jam. sebagai indikasi penggantian resin pada mix bed filter adalah apabila beda tekanan sebelum dan sesudah melewati resin $>1,5$ bar atau radioaktivitas $> 10^{-3}$ Ci/m³. Sedang resin trap akan diganti jika ada perbedaan tekanan >2 bar.

Berikut adalah gambar Sistem Pemurnian yang terdapat pada Sistem Pendingin Primer RSG-GAS.

METODELOGI

Sampling dan Preparasi sampel

Analisis terhadap skimmer yang jenuh dilakukan pada saat penggantian skimmer lama dengan yang baru. Skimmer yang telah menangkap pengotor berwarna abu abu kotor. kemudian dimasukkan dalam wadah marinelli untuk dilakukan pencacahan dengan menggunakan peralatan spektrometri gamma jenis HpGe GC0918 dengan resolusi 1,8 keV dan efisiensi relative 9% pada energi 1332 keV.

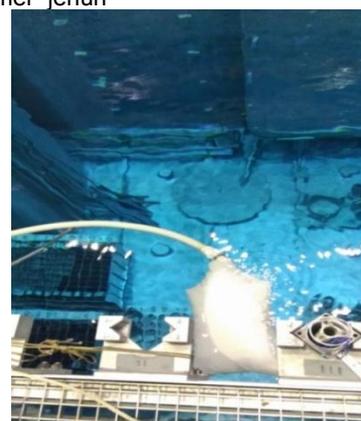
Analisis Kualitatif dan aktivitas nuklida

Analisis kualitatif terhadap spektrum gamma hasil pencacahan sampel, dilakukan dengan

menggunakan bantuan perangkat lunak Genie 2000 sehingga dapat diketahui jenis radionuklida yang tertangkap oleh skimmer. Dengan melakukan kalibrasi energi dan efisiensi menggunakan sumber standar Eu-152, maka dapat dihitung aktivitas radionuklida yang terkandung dalam pengotor yang tertangkap skimmer



Gambar 1: Skimmer jenuh



Gambar 2: Skimmer yang baru

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengotor yang tertangkap oleh skimmer telah teridentifikasi tujuh jenis nuklida yaitu Cr-51, Fe-59, Zr-95, Ag-110, Zn-65, Sb-124 dan Co-60. Nuklida tersebut memiliki besaran aktivitas yang berbeda, dengan nilai tertinggi adalah aktivitas Co-60 yaitu sebesar 66.217,6 dan aktivitas terendah adalah Sb-124 yaitu sebesar 1.894,9 Bq/liter. Dari ketujuh unsur yang dapat teridentifikasi tersebut, logam Cr, Co dan Fe merupakan unsur yang lebih mulia dibanding aluminium sehingga dapat memicu korosi galvanis [3]. Zn-65 terbentuk dari aktivasi Zn-64 (n, γ), Sb-124 terbentuk dari Sb-123 (n, γ), Ag-110 terbentuk dari Ag-109 (n, γ). Radionuklida ini kemungkinan terbentuk

dari aktivasi kontaminan uranium pada plat elemen bakar karena faktor fabrikasi [1]. Semua radionuklida yang teridentifikasi memiliki umur paruh yang panjang. Hal ini disebabkan karena skimmer memiliki paparan yang tinggi sehingga tidak dapat langsung dilakukan pencacahan, tetapi menunggu hingga paparan turun, sehingga nuklida yang berumur patuh pendek dan sedang sudah meluruh. Apabila dilihat dari jenis nuklida yang berhasil diidentifikasi maka dapat dikatakan bahwa selain dari pengotor debu yang mengalir melalui udara dalam balai operasi, pengotor juga dapat berasal dari sistem komponen reaktor, stringer wadah bahan target iradiasi maupun pengotor dari kegiatan iradiasi batu topaz. Berikut adalah hasil analisis dari pengotor yang tertangkap oleh skimmer.

Tabel 1 Hasil analisis terhadap pengotor dalam skimmer

nuklida	Energi (keV)	T ^{1/2} (hari)	Aktivitas (Bq/l)
Cr-51	320,08	27,7	11.068,4
Fe-59	1099,25	44,5	9.792,8
Zr-95	756,73	64,02	5.125,7
Ag-110	657,76	249,76	3.911,4
Zn-65	1115,55	243,9	10.430,1
Sb-124	602,73	60,2	1.894,9
Co-60	1173,24	1923,55	66.217,6

Bersamaan dengan pengambilan skimmer dilakukan pula analisis terhadap air pendingin reaktor. Berikut adalah hasil analisis air pendingin primer KBE01 in (sebelum masuk resin penukar ion) dan KBE01 out (setelah keluar dari resin penukar ion).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Air Primer Sistem Purifikasi (KBE01)

	KBE01 IN	KBE01 OUT	LAK
pH	6,26	5,96	
konduktifitas (µS/cm)	1,26	1,26	
Unsur (bq/liter)			
Mo-99	28,57	1,21	
Cr-51	45,43	0,00	37000
I-131	15,71	6,92	1495
W-187	301,5	26,02	
Sb-124	16,06	9,98	
Co-60	12,94	0,000	210,9

Berdasarkan hasil pengukuran rutin terhadap air pendingin primer, terdapat dua jenis nuklida yang teridentifikasi pula dalam pengotor yang tertangkap oleh skimmer (Tabel 1) yakni Co-60 dan Cr-51. Unsur unsur tersebut seperti yang telah disebutkan diatas merupakan unsur yang lebih mulia dibanding aluminium sehingga dapat memicu korosi galvanis [3].

Hasil pengukuran rutin terhadap air pendingin primer sebelum dan sesudah melewati resin penukar ion sistem purifikasi (Tabel 2). menunjukkan bahwa aktivitas nuklida dalam air pendingin primer masih berada dibawah batas yang ditetapkan dalam Tabel VI.12 Laporan Analisis keselamatan [1]

Sistem purifikasi yang berfungsi dengan baik menyebabkan kualitas air tetap terjaga. Pemasangan skimmer dan penggantian secara periodik harus tetap dilakukan agar kualitas air pendingin primer tetap terjaga.

KESIMPULAN

Nuklida teridentifikasi dalam skimmer diduga adalah hasil korosi teraktivasi sistem komponen reaktor maupun debu halus dari berbagai kegiatan diseperti balai operasi. Pemasangan skimmer tetap perlu dilakukan karena terbukti mampu menangkap pengotor yang melayang dan mengapung dikolam reaktor sehingga disamping sistem purifikasi, keberadaan skimmer turut membantu mempertahankan kualitas air pendingin primer.

DAFTAR PUSTAKA

1. **BATAN RSG-GAS**. "Multipurpose Reactor G.A. Siwabessy Safety Analysis Report Rev.10.1". Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Indonesia, Safety Analysis Report Vol. 1, Copy No.1, March 2011.
2. **DIYAH ERLINA.L**, "Uji Kemampuan Resin Penukar Ion Sitem Purifikasi Air Pendingin Primer Reaktor RSG GAS Menggunakan Air Bekas Pencucian Batu Topaz", Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir, PRSG, (2014).
3. **IAEA**. "Corrosion Of Research Reactor Aluminum Clad Spent Fuel in Water". International Atomic Energy Agency (IAEA), Austria, TRS 418, 2012.
4. **DIYAH ERLINA LESTARI**, "Kimia Air", Diktat Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor, Pusbang Teknologi Reaktor Riset, 2007



Seminar Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017
Badan Tenaga Nuklir Nasional
Tangerang Selatan 21-23 November 2017



5. **DICKY TRIJATMIKO**, “Ketahanan Korosi Panduan Al-Mg 5052 Di Dalam Air Pendingin Netral Mengandung Klorida”, Jurnal Urania Vol. 21 No. 2, Juni 2015 : 77 - 86