

ANALISIS RADIONUKLIDA HASIL KOROSI PADA AIR PENDINGIN PRIMER RSG-GAS

Diyah Erlina L, Pudjijanto Ms, Saleh Hartaman

ABSTRAK

ANALISIS RADIONUKLIDA HASIL KOROSI PADA AIR PENDINGIN PRIMER RSG-GAS. Telah dilakukan analisis terhadap radionuklida pemancar gamma yang terkandung dalam air pendingin primer dan air demineralisasi. Analisis air demineralisasi dilakukan dengan metode APN (Analisa Pengaktifan Netron). Pencacahan terhadap cuplikan dilakukan dengan menggunakan spektrometer gamma latar rendah yang terdiri dari sebuah detektor gamma beresolusi tinggi HP-Ge Tennelec dan penganalisis tinggi pulsa MCA ADCAM 100 ORTEC. Hasil pencacahan menunjukkan bahwa radionuklida Na-24 dan Mn-56 yang diduga merupakan hasil aktivasi hasil korosi pada air pendingin primer, ternyata berasal dari pengotor dalam air demineralisasi yang merupakan air umpan sistem pendingin primer.

ABSTRACT

ANALYSIS OF RADIONUCLIDES CORROSION PRODUCT IN THE PRIMARY COOLING WATER OF RSG-GAS. Analysis of gamma rays emitter radionuclides in the primary cooling water and demineralized water have been carried out. Analysis of demineralized water was performed by NAA (Neutron Activation Analysis) method. Counting of the samples was done by means of a low level background gamma spectrometer unit, including the high resolution of gamma detector HP-Ge Tennelec and Multichannel Analyzer MCA ADCAM 100 ORTEC. The analysis result showed that the radionuclides Na-24 and Mn-56 which are supposed to be as the activated corrosion product of primary cooling water, in fact come from the impurities materials in demineralized water

PENDAHULUAN

Air pendingin primer dari sebuah reaktor nuklir berfungsi sebagai medium pembawa bahang yang timbul dari teras reaktor sebagai akibat terjadinya reaksi fisi. Di RSG-GAS, air pendingin primer yang digunakan sebagai medium pembawa bahang adalah air demineralisasi (air bebas mineral), yaitu air biasa yang kandungan unsur-unsur kimianya relatif kecil (dibawah beberapa ppm yang diperkenankan).

RSG-GAS menggunakan elemen bakar dispersif U_3O_8 Al tipe plat dengan pengkayaan 19,75% U-235 dengan kelongsong $AlMg_2$, pada sistem pendingin primer RSG-GAS, semua pipa

yang berada di dalam kolam terbuat dari bahan $AlMg_3$, sedangkan yang berada diluar kolam terbuat dari bahan stainless steel. Korosi merupakan peristiwa perusakan logam yang disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia antara logam tersebut dan lingkungan.

Hasil korosi tersebut sebagian akan larut dalam air pendingin primer dan mengalami proses aktivasi ketika transit di dalam teras. Radionuklida yang terkandung dalam air pendingin primer terjadi sebagai akibat aktivasi pengotor di dalam air pendingin maupun hasil korosi dari struktur teras dan komponen reaktor.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya⁽³⁾, radionuklida pemancar gamma yang diduga merupakan hasil aktivasi dari produk korosi adalah ^{24}Na dan ^{56}Mn . Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap air demineralisasi yang digunakan sebagai pengisi sistem pendingin primer dengan metoda APN. Cara yang dilakukan yaitu dengan mengambil cuplikan air demineralisasi kemudian dipanaskan/diuapkan sehingga diperoleh residu. Selanjutnya, residu ini diradiasi di dalam medan neutron. Setelah didinginkan, dilakukan pencacahan terhadap cuplikan air tersebut dengan menggunakan spektrometer gamma.

Dengan menganalisis air demineralisasi, diharapkan dapat ditelusur apakah Na-24 dan Mn-56 yang terdeteksi pada air pendingin primer, merupakan radionuklida hasil aktivasi hasil korosi.

TEORI

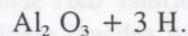
Korosi adalah peristiwa hilangnya elektron dari logam ke lingkungan (air dan O_2) serta membentuk produk korosi yang merupakan oksida pada permukaan logam tersebut atau rusaknya logam sebagai akibat reaksi dengan lingkungan di sekitarnya. Proses korosi, secara elektro kimia dapat dipandang menjadi dua proses yaitu:

- Proses oksidasi pada sisi anodik dan
- Proses reduksi pada sisi katodik.

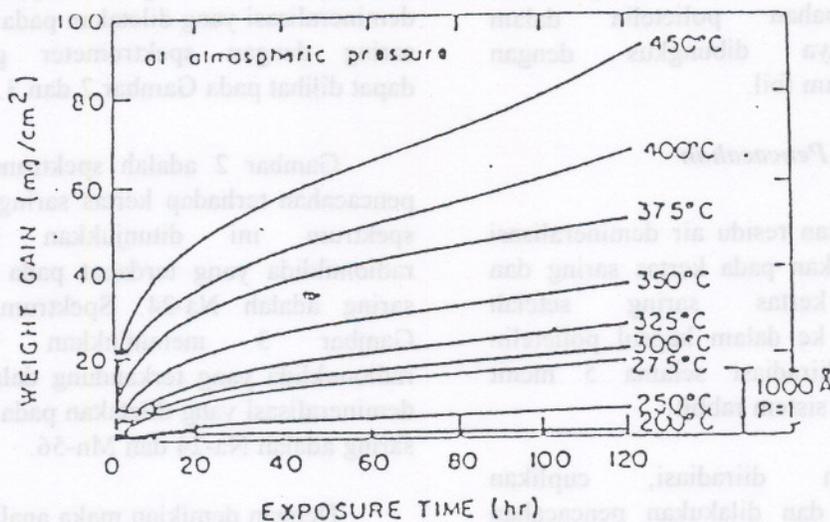
Proses reaksi oksidasi dan reduksi ini berlangsung secara bersamaan dan tidak dapat berdiri sendiri.

Alumunium adalah logam yang memiliki ketahanan korosi yang baik terhadap udara dan media air. Ketahanan alumunium terhadap korosi oksidasi, sebagai akibat dari reaksi kimia antara logam Al dengan oksigen di mana membentuk lapisan oksida Al_2O_3 . Lapisan oksida tersebut merupakan lapisan untuk mencegah proses korosi lebih lanjut. Tetapi pada temperatur tinggi, lapisan ini dapat mengalami pelarutan dalam media air dengan pH tertentu. Hal ini karena atom-atom pada permukaan logam dengan energi tertentu pada struktur kisi-kisi kristalnya mengalami penambahan sejumlah energi aktivasi, sehingga menyebabkan atom logam tersebut keluar dari kisi kristalnya dan masuk ke dalam larutan (air).

Akibatnya, permukaan logam alumunium akan berkontak dengan media korosif dan terjadi proses reaksi korosi. Alumunium memiliki ketahanan terhadap korosi hanya sampai pada suhu 220°C di dalam media air. Pada suhu tinggi, logam alumunium akan bereaksi dengan atom hidrogen yang berdifusi ke logam alumunium membentuk reaksi:

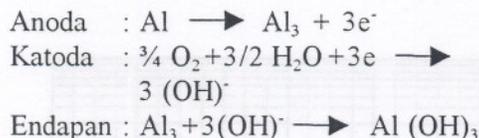


Gambar 1 menunjukkan berbagai jenis kurva korosi pada logam alumunium di dalam media air pada berbagai suhu⁽⁶⁾.



Gambar 1. Jenis kurva aluminium di dalam media air pada berbagai suhu.

Korosi aluminium oleh air berupa penyerapan oksigen yang merusak permukaan paduan logam secara merata menyerang batas butir dan bidang batas antara logam. Pembentukan korosi pada permukaan logam aluminium dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut:



Pada daerah anoda aluminium larut dalam air dan teroksidasi menjadi Al³⁺. Dengan adanya pembentukan Al³⁺, tiga buah elektron akan dilepaskan dan bergerak menuju ke katoda. Oksigen yang terlarut dalam air akan bergerak menuju ke katoda sehingga terbentuk ion hidroksida. Ion hidroksida bersama dengan ion aluminium akan membentuk aluminium hidroksida sebagai produk korosi.

Logam aluminium di dalam media cair akibat pengaruh iradiasi cenderung mempercepat reaksi kimia dan mengakibatkan aktivitas korosi. Faktor yang menyebabkan terjadinya pengikatan reaksi korosi pada logam paduan

aluminium dalam media cair di bawah pengaruh iradiasi ialah adanya radiolisis air membentuk hidrogen, oksigen hidroksil dan hidrogen peroksida, sehingga terjadinya perubahan sifat fisik, sifat termal dan dalam sifat mekanik logam.

TATA KERJA

Alat yang digunakan

Unit spektrometer gamma latar rendah yang terdiri dari sebuah detektor gamma beresolusi tinggi HP-Ge Tennelec dan penganalisis tinggi pulsa MCA ADCAM 100 ORTEC.

1. Oven yang digunakan untuk menguapkan cuplikan air
2. Gelas ukur dan cirus porselin
3. Kertas saring
4. Mikro pipet

Persiapan Cuplikan

1. Diambil cuplikan air demineralisasi sebanyak 1 liter, dimasukkan dalam cirus porselin kemudian dipanaskan / diuapkan dalam oven sehingga diperoleh residu.
2. Dan residu cuplikan dimasukkan kertas saring kemudian di masukkan

ke dalam wadah (vial) yang terbuat dari bahan polietelin dalam selanjutnya dibungkus dengan aluminium foil.

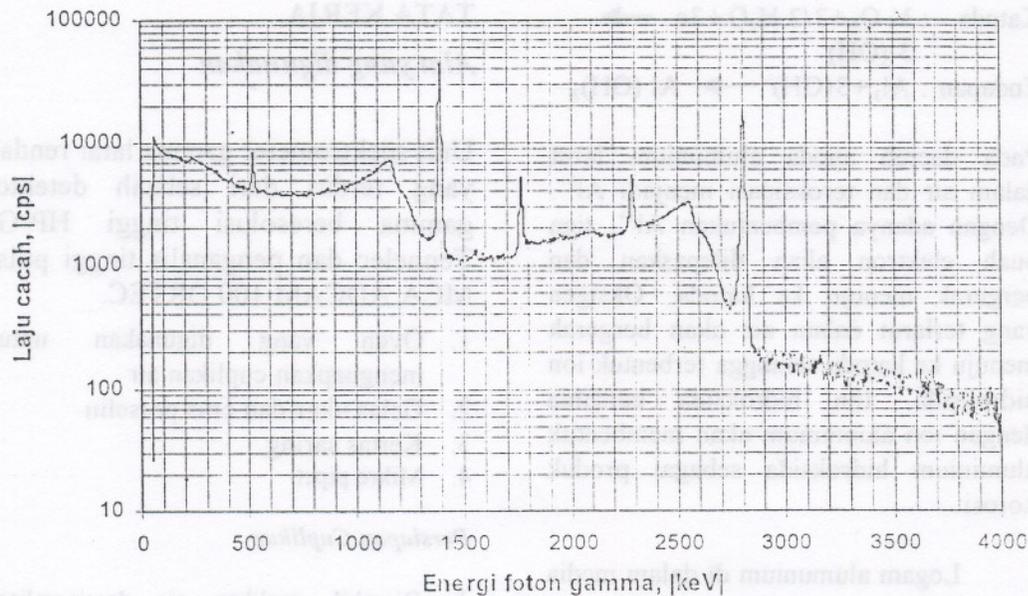
Iradiasi dan Pencacahan

Cuplikan residu air demineralisasi yang diletakkan pada kertas saring dan cuplikan kertas saring setelah dimasukkan ke dalam kapsul polietelin kemudian diiradiasi selama 5 menit dalam posisi sistem rabbit.

Setelah diiradiasi, cuplikan didinginkan dan dilakukan pencacahan masing-masing selama $\frac{1}{2}$ jam dengan menggunakan spektrometer gamma latar rendah yang terdiri dari sebuah detektor gamma beresolusi tinggi HP-Ge Tennelec dan penganalisis tinggi pulsa MCA DCAM ORTEC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum hasil pencacahan



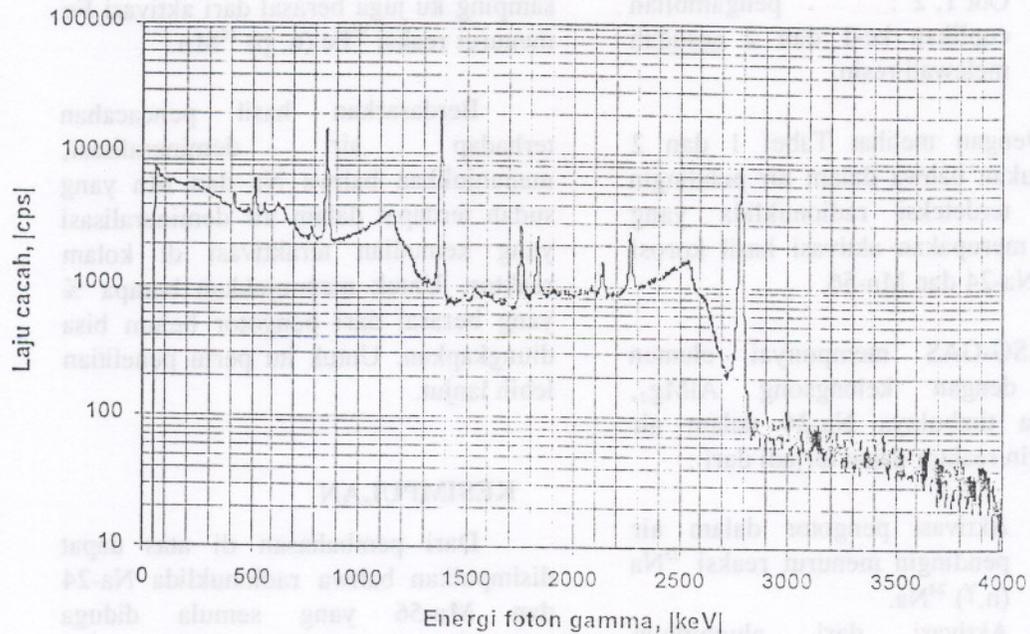
Gambar 2. Spektrum tinggi pulsa (energi) dari hasil pencacahan Kertas saring dengan spektrometer gamma.

terhadap kertas saring dan cuplikan air demineralisasi yang diletakkan pada kertas saring dengan spektrometer gamma dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

Gambar 2 adalah spektrum hasil pencacahan terhadap kertas saring. Dari spektrum ini ditunjukkan bahwa radionuklida yang terdapat pada kertas saring adalah Na-24. Spektrum pada Gambar 3 menunjukkan bahwa radionuklida yang terkandung dalam air demineralisasi yang diletakkan pada kertas saring adalah Na-24 dan Mn-56.

Dengan demikian maka analisis air demineralisasi dengan metode APN menunjukkan bahwa di dalam air demineralisasi mengandung Na dan Mn. Hal ini dapat diketahui dari Na-24 dan Mn-56 yang terdeteksi.

Hasil pengukuran dengan spektrometer gamma terhadap cuplikan air pendingin primer tertera pada Tabel 1 dan 2⁽³⁾.



Gambar 3. Spektrum tinggi pulsa (energi) dari hasil pencacahan Kertas saring dan air demineralisasi

Tabel 1 : Data hasil pencacahan air pendingin sebelum melewati resin.

No.	Radio nuklida	Umur paroh, $T_{1/2}$	Konsentrasi radioaktivitas, [Ci/m ³]	
			In 1	In 2
1.	Te-132	78,2 jam	$2,89 \pm 0,3228E-05$	$2,085 \pm 0,1040E-05$
2.	Ar-41	1,83 jam	$3,9041 \pm 0,2012E-05$	$3,029 \pm 0,1993E-05$
3.	Ce-141	32,5 hari	$0,9531 \pm 0,0763E-05$	$1,147 \pm 0,1475E-05$
4.	Na-24	15 jam	$2,332 \pm 0,254E-03$	$2,358 \pm 0,2368E-03$
5.	Mn-56	2,8 jam	$1,201 \pm 0,296E-05$	$1,254 \pm 0,151E-05$

Tabel 2;. Data hasil pencacahan air pendingin sesudah melewati resin.

No.	Radio nuklida	Umur paroh, $T_{1/2}$	Konsentrasi radioaktivitas, [Ci/m ³]	
			Out 1	Out 2
1.	Te-132	78,2 jam	$1,315 \pm 0,2325E-05$	$1,286 \pm 0,224E-05$
2.	Ar-41	1,83 jam	$3,885 \pm 0,1889E-05$	$2,446 \pm 0,177E-05$
3.	Ce-141	32,5 hari	$1,859 \pm 0,3613E-06$	$1,396 \pm 0,541E-06$
4.	Na-24	15 jam	$2,772 \pm 0,2615E-06$	$1,949 \pm 0,1295E-06$
5.	Mn-56	2,8 jam	Ttd	Ttd

Keterangan :

Ttd : tak terdeteksi.

In 1, 2 : pengambilan cuplikan ke-1 dan 2 sebelum melewati resin.

Out 1, 2 : pengambilan cuplikan ke-1 dan 2 sesudah melewati resin.

Dengan melihat Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa dalam air pendingin primer terdeteksi radionuklida yang diduga merupakan aktivasi hasil korosi adalah Na-24 dan Mn-56.

RSG-GAS mempunyai elemen bakar dengan kelongsong AlMg₂, sehingga timbulnya Na-24 dalam air pendingin reaktor dapat terjadi dari :

- Aktivasi pengotor dalam air pendingin menurut reaksi $^{23}\text{Na} (n, \gamma) ^{24}\text{Na}$.
- Aktivasi dari aluminium menurut reaksi $^{27}\text{Al} (n, \gamma) ^{24}\text{Na}$.

Mn-56 yang timbul berasal dari aktivasi pengotor dalam air pendingin menurut reaksi $^{55}\text{Mn} (n, \gamma) ^{56}\text{Mn}$, di

samping itu juga berasal dari aktivasi Fe menurut reaksi $^{56}\text{Fe} (n, p) ^{56}\text{Mn}$.

Berdasarkan hasil pencacahan terhadap air demineralisasi, menunjukkan bahwa Na dan Mn yang sudah terdapat dalam air demineralisasi yang kemudian teraktivasi di kolam reaktor. Untuk menunjukkan berapa % yang berasal dari pengotor belum bisa diungkapkan. Untuk itu perlu penelitian lebih lanjut.

KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa radionuklida Na-24 dan Mn-56 yang semula diduga merupakan hasil aktivasi hasil korosi, ternyata berasal dari pengotor dalam air demineralisasi yang merupakan air pengisi sistem pendingin primer.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. JOHN SIDIK, "Corrosion of Stainless Steel", John Wiley and Sons Inc., New York, (1979).
2. BADAN TENAGA ATOM NASIONAL, "Safety Analysis Report for MPR-30", 7th Revision, Jakarta (1986)
3. DIYAH E.L., dkk, "Study awal radionuklida hasil korosi pada air pendingin primer RSG-GAS," Tri Dasa Mega, Buletin IPTEK Reaktor Nuklir, vol.7, No.1, Maret(1998).
4. INTER ATOM, "Description and Component Primary Cooling System", IA Bensberg, (1986).
5. WISNU SUSETYO, "Spektrometer Gamma dan Penerangannya dalam Analisis Pengaktifan Neutron", Gadjah Mada University Pross Yogyakarta, (1988).
6. HOLLINGS WORTH, E. H. et al. "Corrosion of Aluminium and Aluminium Alloys", ASM, 1988

DISKUSI

Pertanyaan (Iman Kuntoro)

Anda ingin menganalisis kandungan radionuklida dari hasil korosi pada sistem pendingin RSG-GAS. Mengapa yang anda amati adalah air demineralisasi, bukannya hasil korosi yang menempel pada dinding material teras? Seberapa jauh anda yakin bahwa yang anda peroleh tersebut adalah dari hasil korosi bukan dari pengotor ?

Jawab (Diyah EL.)

Analisis terhadap air demineralisasi dimaksudkan untuk meyakinkan apakah radionuklida Na-24 dan Mn-56 yang terdeteksi pada air pendingin primer itu merupakan hasil aktivasi hasil korosi atau hanya merupakan pengotor yang berasal dari air demineralisasi yang digunakan sebagai pengisi /umpan pada sistem pendingin primer. Setelah dilakukan analisis terhadap demineralisasi sehingga dalam kesimpulannya adalah radionuklida Na-24 dan Mn-56 yang terdiduga merupakan hasil aktivasi hasil korosi, ternyata berasal dari pengotor dalam air demineralisasi yang merupakan air pengisi/umpan sistem pendingin primer, sedangkan berapa % yang berasal dari pengotor dalam penelitian ini masih belum bisa diungkapkan.

Pertanyaan (Th. Rina M.)

Pada kesimpulan disebutkan bahwa nuklida Na-24 dan Mn-56 diduga hasil aktivasi hasil korosi. Apakah nuklida tersebut bukan berasal dari pengotor yang terkandung dalam air umpan ? Karena pengotor-pengotor dalam air umpan tidak ditayangkan dan berapa besarnya, untuk dapat menarik kesimpulan seperti tersebut diatas.

Jawab (Diyah EL.)

Sebetulnya dalam kesimpulan sudah disebutkan bahwa nuklida Na-24 dan Mn-56 yang semula diduga merupakan hasil aktivasi hasil korosi, tetapi setelah dilakukan analisis terhadap air demineralisasi yang merupakan air umpan sistem pendingin primer (spektrum hasil analisis air demineralisasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3). Sedangkan berapa % yang berasal dari pengotor dalam penelitian ini masih belum bisa diungkapkan. Untuk itu perlu adanya penelitiannya lebih lanjut.