

## KAJIAN AWAL PERILAKU SILIKA DALAM AIR PENDINGIN PRIMER REAKTOR RSG -GAS

Diyah Erlina Lestari, Setyo Budi Utomo  
Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN  
e-mail: diyah@batan.go.id

### ABSTRAK

#### KAJIAN AWAL PERILAKU SILIKA DALAM AIR PENDINGIN PRIMER REAKTOR RSG –GAS.

Air pendingin primer berfungsi sebagai moderator dan media pemindah panas yang timbul sebagai akibat terjadinya reaksi fisi dalam teras reaktor. Air sebagai pendingin akan berhubungan langsung dengan material komponen atau struktur reaktor, sehingga memungkinkan akan terjadi reaksi kimia antara air dan material komponen atau struktur reaktor yang dapat menyebabkan terjadinya korosi atau timbulnya kerak. Silika dalam air pendingin dapat menimbulkan endapan yang dapat membentuk kerak pada permukaan logam sehingga menurunkan efisiensi pertukaran panas. Telah dilakukan kajian terhadap kandungan silika dalam air pendingin primer. Kajian awal dilakukan dengan cara memantau kandungan silika dalam air pendingin primer setelah penggantian resin penukar ion sistem pemurnian dan kandungan silika pada air bebas mineral yang digunakan sebagai pasokan sistem pendingin primer. Dari hasil kajian menunjukkan bahwa kandungan silika pada kondisi awal setelah penggantian resin penukar ion sistem pemurnian mengalami penurunan atau menunjukkan angka yang kecil (berkisar 0.1 ppm) walaupun kandungan silika pada air bebas mineral yang digunakan sebagai pasokan sistem pendingin primer menunjukkan angka yang besar (berkisar 20 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa resin penukar ion dapat digunakan untuk menghilangkan silika dalam air. Namun demikian dengan peningkatan waktu pemakaian, kandungan silika mengalami kenaikan yang diduga akibat lepasan silika yang semula terikat pada resin penukar ion sistem pemurnian.

**Kata kunci** : perilaku silika dalam air

### ABSTRACT

**PRELIMINARY STUDY OF BEHAVIOR OF SILICA IN THE PRIMARY COOLING WATER REACTOR RSG-GAS**. *The primary cooling water as a moderator and the media heat transfer of result of the fission reaction in the reactor core. The water coolant will interaction directly with the material component or structure of the reactor, so that will allow chemical reactions between water and the material component or structure of the reactor which can cause corrosion or scaling. Silica in cooling water can cause deposits that can form scaling on the surface of the metal so that the lower the heat exchange efficiency. Study of the silica content in the primary cooling water has been conducted. Preliminary studies conducted by monitoring the content of silica in the primary cooling water after the replacement of ion exchange resin purification system and the content of silica in the demineralized water as it is used as the primary cooling system supply. From the results of the study showed that the silica content in the initial condition after the replacement of ion exchange resin purification system decrease or showed small numbers ( ranges from 0.1 ppm) even though the silica content in demineralized water is used as the primary coolant system supplier shows that large numbers ( ranges from 20 ppm). This shows that the ion exchange resin can be used to remove silica in water. However, with the increase in the use of time, the silica content increases is allegedly due to the leaked silica which was originally bound to the ion exchange resin of purification system.*

**Key words**: behavior of silica in water.

### PENDAHULUAN

Air pendingin primer<sup>(1)</sup> berfungsi sebagai media pemindahkan panas yang timbul di teras reaktor, sebagai moderator dan sebagai perisai radiasi ke arah aksial. Panas yang terbentuk sebagai hasil fisi di teras akan diambil oleh sistem pendingin primer dan dipindahkan ke sistem pendingin

sekunder melalui alat penukar panas dan akhirnya dibuang ke atmosfer melalui menara pendingin. Pengambilan panas tersebut dilakukan dengan cara mengalirkan air pendingin lewat celah bahan bakar dan dibuang ke atmosfer oleh pendingin sekunder.

Sebagai media pembawa panas pada sistem pendingin primer digunakan air bebas mineral yang berasal dari Sistem produksi air bebas mineral (GCA

01) dengan kualitas tertentu. Air sebagai pendingin akan berhubungan langsung dengan material komponen atau struktur reaktor, sehingga kemungkinan akan terjadi reaksi kimia antara air dan material komponen atau struktur reaktor yang dapat menyebabkan terjadinya korosi atau timbulnya kerak. Oleh karena itu air yang digunakan sebagai pendingin mempunyai persyaratan (spesifikasi kualitas air) yang sesuai dengan material komponen atau struktur reaktor tersebut. Di Reaktor RSG-GAS untuk menjaga kualitas air pendingin primer, secara kontinyu air pendingin primer dilewatkan pada sistem pemurnian yang dalam pemurniaannya menggunakan resin penukar ion yang terdiri dari resin penukar anion basa kuat dan resin penukar kation asam kuat.

Keberadaan Silika dalam air pendingin dapat menimbulkan endapan pada permukaan logam yang menghubungi air yang mengalir melalui sistem yang berakibat dapat menyebabkan penurunan efisiensi perpindahan panas.<sup>(2)</sup> Salah satu metode penghilangan Silika dalam air murni ialah dengan resin penukar anion basa kuat<sup>(2,3,4)</sup>. Silika terlarut dalam air merupakan elektrolit yang lemah sehingga dalam proses penghilangan silika menggunakan resin penukar ion dimana dalam kondisi resin mendekati jenuh akan cenderung lebih mudah terlepas kembali yang tidak dapat terindikasi dengan pengukuran konduktivitas air<sup>(4,5,6)</sup>

Saat ini kandungan silika dalam air bebas mineral yang digunakan sebagai pasokan sistem pendingin primer menunjukkan angka yang besar walaupun dari hasil pengukuran konduktivitas menunjukkan angka yang kecil. Oleh karena itu perlu adanya kajian terhadap kandungan silika dalam air pendingin primer. Dalam tulisan dilakukan kajian awal dengan cara memantau kandungan silika dalam air pendingin primer setelah penggantian resin penukar ion sistem pemurnian dan kandungan silika dalam air bebas mineral yang digunakan sebagai pasokan sistem pendingin primer. Dengan adanya kajian awal ini diharapkan dapat menjelaskan perilaku Silika dalam air pendingin setelah penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian air pendingin primer reaktor RSG-GAS pada kondisi resin penukar ion sistem air bebas mineral (GCA01) mendekati jenuh.

## TEORI

Sistem pendingin primer<sup>(1)</sup> berfungsi untuk memindahkan panas yang timbul di teras reaktor, sebagai moderator dan sebagai perisai radiasi ke arah aksial. Tujuannya adalah menjaga keutuhan bahan bakar dan material struktur reaktor, agar tidak terjadi pelepasan zat radioaktif yang terkandung di

bahan bakar. Pengambilan panas tersebut dilakukan dengan cara mengalirkan air pendingin lewat celah bahan bakar dan dibuang ke atmosfer oleh pendingin sekunder. Untuk menjaga kualitas air pendingin primer, secara kontinyu air pendingin dilewatkan pada 3 sistem pemurnian yang terdiri dari Sistem pemurnian air kolam reaktor(KBE01), Sistem pemurnian lapisan air hangat(KBE02) dan Sistem pemurnian bahan bakar bekas (FAK01) yang dalam proses pemurniaannya menggunakan resin penukar ion yang terdiri dari resin penukar anion basa kuat dan resin penukar kation asam kuat.

Silikon (Latin: silicium) adalah merupakan unsur kimia dalam jadwal berkala yang mempunyai simbol Si dan nomor atom 14. Silikon adalah sejenis metaloid tetravalen yang kurang reaktif dibandingkan dengan analog kimianya, karbon. Ia merupakan unsur kedua paling berlimpah di dalam kerak Bumi, yaitu mencapai hampir 25.7%. Di alam silikon tidak ditemukan dalam bentuk elemen bebas, melainkan berikatan dengan oksigen dan elemen lain. Silikon banyak ditemukan dalam bentuk silika (SiO<sub>2</sub>) Nomor atom silikon adalah 14 dengan konfigurasi elektron Si : 2 - 8 - 4. Tingkat oksidasi tertinggi unsur silikon adalah +4. Sebagai unsur, silikon adalah reduktor yang sangat lemah sehingga hanya dapat bereaksi dengan oksidator kuat, misalnya klorin atau oksigen. Meskipun demikian, di alam lebih sering terdapat dalam bentuk oksidanya dibanding sebagai unsur murni, garam atau senyawa lain.

Silika dalam ilmu kimia, adalah suatu senyawa yang mengandung satu anion dengan satu atau lebih atom silikon pusat yang dikelilingi oleh ligan elektronegatif. Jenis silikat yang sering ditemukan umumnya terdiri dari silikon dengan oksigen sebagai ligannya. Anion silikat, dengan muatan listrik negatif, harus mendapatkan pasangan kation lain untuk membentuk senyawa bermuatan netral. Silika, atau silikon dioksida, SiO<sub>2</sub>, sering dianggap sebagai silikat, walaupun senyawa ini tidak bermuatan negatif dan tidak memerlukan ion pasangan.

Silika memiliki kelarutan agak rendah dan cenderung memiliki sedikit interaksi dengan molekul air ketika dilarutkan dalam air. Silika umumnya ditemukan dalam persediaan air dalam tiga bentuk yang berbeda:

1. Monomer silika atau silika terlarut yang merupakan silika reaktif
2. Polimer silika atau silika koloid yang merupakan silika yang tidak reaktif yang dihasilkan dari polimerisasi asam silikat.
3. Granula atau partikulat silika (SiO<sub>2</sub>)

## Metode Penghilangan Silika<sup>(2,3,4)</sup>

### Reverse Osmosis

Reverse Osmosis(RO) adalah proses dimana membrane semipermeabel secara utama membersihkan material terlarut dalam air. Dengan menambahkannya ke feed water, tekanan lebih besar daripada osmosis alami, membrane cenderung membuat molekul air dapat lewat dan menolak silika terlarut dengan kadar tinggi dan material sejenis. Jika ukuran pori-pori membrane cukup kecil, membran RO juga dapat membersihkan silika koloid. Bahkan membrane dengan potongan 200 berat molekul dapat membuat silika koloid lewat dalam jumlah yang banyak.

Silika terkonsentrasi di aliran yang menolak dan pelarutan silika dapat menjadi sebuah pertimbangan yang penting dalam desain sistem RO. Sistem RO kini tidak dapat mencapai pembersihan sempurna dari "silika reaktif" seperti penukar ion namun jauh lebih baik dalam pembersihan berbagai bentuk "silika nonreaktif".

*Electrodeionization* adalah teknologi yang menggunakan timbunan *electrodialysis* dengan saluran aliran air sempit yang diisi dengan resin penukar ion. Ion dikeluarkan dari saluran air ke saluran konsentrat yang berdekatan dengan menggunakan listrik. Dikarenakan silika terionisasi secara lemah, maka masa jenis arus yang lebih tinggi diperlukan untuk mendapatkan persentase yang tinggi dari pembersihan silika. Proses ini menjadi lebih mahal daripada RO untuk pembersihan ion dalam jumlah besar dan mengalami ketidakmampuan penukar ion yang sama untuk membersihkan "silika nonreaktif".

### Teknologi Penukar Ion

Teknologi Penukar Ion dapat digunakan untuk menghilangkan unsur yang tidak dikehendaki dengan cara pertukaran ion yang mempunyai tanda muatan sama antara air sebagai bahan baku dengan resin penukar ion yang dilaluinya. Pada resin penukar kation maka kation yang terikat pada resin akan digantikan oleh kation pada larutan yang dilewatkan. Begitupun pada resin penukar anion maka anion yang terikat pada resin akan digantikan oleh anion pada larutan yang dilewatkan

Pada umumnya resin penukar ion yang mengandung kation dan dapat dipertukarkan disebut Kation resin, sedang resin penukar ion yang mengandung anion dan dapat dipertukarkan disebut Anion resin. Resin penukar kation asam kuat beroperasi dengan siklus H sedang penukar anion basa kuat beroperasi dengan siklus OH. Resin penukar kation asam kuat siklus hidrogen akan mengubah garam-garam terlarut menjadi asam dan resin penukar anion basa kuat akan menghilangkan

asam-asam tersebut, termasuk asam silikat dan asam karbonat.

Dalam proses pemurnian air, penghilangan Silika bertujuan untuk mengurangi konsentrasi kandungan silika agar tidak terjadi endapan yang dapat membentuk kerak pada permukaan logam yang menghubungkan air yang mengalir melalui sistem. Silika dihilangkan dalam proses demineralisasi dengan penukar anion basa kuat dalam mode hidroksida.

Resin berpori besar basa kuat dengan struktur saranglebah dapat juga membersihkan silika koloid, pori yang besar dari resin secara fisik menangkap dan menjebak silika koloid yang tidak diinginkan dengan tarikan elektrostatis. Ketika koloid memasuki struktur berpori dari resin, ia mulai terlarut dikarenakan dasar dari hydroxyl radikal. Pelarut silika koloid menembus pori-pori resin, meninggalkan ruang tambahan untuk lebih banyak silika koloid supaya dapat masuk. Bahkan resin berporos memiliki kapasitas terbatas untuk pembersihan silika koloid. Ketika gugus fungsional yang dapat dipertukarkan dari resin penuh, saat itulah kebocoran silika terjadi karena resin mulai melepas material yang tertangkap sebelumnya. Silika koloid adalah salah satu material pertama yang dikeluarkan karena paling sulit ditahan, dan setelah itu diikuti silika terlarut.

### Filtrasi

Dua filter telah menunjukkan potensi untuk membersihkan silika koloid : *Charged modified filter* dan *ultra filtration membranes*. *Charged modified filter* menggunakan gaya tarik elektrik sebagai tambahan dari intersepsi untuk mekanisme filtrasi konvensional, impaksi, dan difusi untuk menangkap partikel koloid dengan ukuran submicron. Silika koloid menjadi muatan negative dalam air. *Modified filter* dengan muatan positif telah membersihkan silika koloid ketika mejaga perbedaan tekanan rendah. Dalam studi yang lain, tantangan NRM dan silika koloid dipakai untuk mengevaluasi performa filter untuk filter yang tersedia secara komersial dengan ukuran pore dari 0.1 – 0.004 mikrometer.

Ultra filter adalah membrane aliran silang yang serupa dengan membrane RO. Ultra filter dioperasikan dalam tekanan yang jauh lebih rendah (2 – 6 bar) daripada membran RO (10 – 30 bar) dan memiliki potongan beberapa molekul yang lebih besar. Ultra filter diperuntukkan bagi final polishing dan pembersihan pyrogen namun juga bisa menghilangkan silika koloid. Sebuah kulit ganda, membrane polysulfone fiber hollow potongan 10,000 berat molekul berhasil menghilangkan silika koloid >7 nm.

## **METODE KAJIAN**

Metode pelaksanaan kajian awal perilaku silika dalam air pendingin primer dilakukan dengan cara memantau konduktivitas air dan kandungan silika dalam air pendingin primer setelah penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian air pendingin primer. Dan dilakukan juga pemantauan konduktivitas air dan kandungan silika dalam air bebas mineral yang digunakan sebagai pasokan sistem pendingin primer. Pengukuran konduktivitas air dilakukan dengan menggunakan Konduktometer Hach Senlon 1<sup>(7)</sup>. Sedangkan pengukuran silika dalam air menggunakan Spectrophotometer Portable

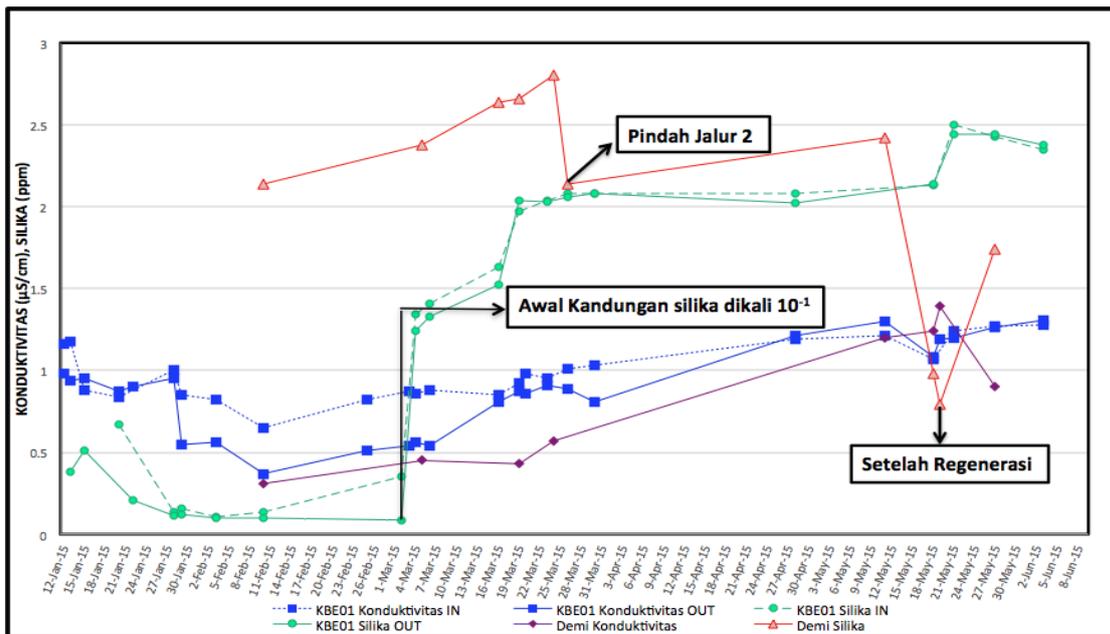
DR 2800 dengan metode Low Range dan metode High Range<sup>(8)</sup>.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran konduktivitas air dan kandungan silika dalam air pendingin primer sebelum dan sesudah melewati sistem pemurnian serta dalam air bebas mineral ditampilkan pada Tabel 1 dan grafik pengukuran ditampilkan pada Gambar 4.1. sampai Gambar 4.3 dengan faktor perkalian pada nilai kandungan silika sebesar 0.1 untuk kandungan silika dalam air sebelum dan sesudah melewati sistem pemurnian mulai tanggal 26 Februari 2015 serta kandungan silika dalam air bebas mineral mulai tanggal 3 Februari 2015



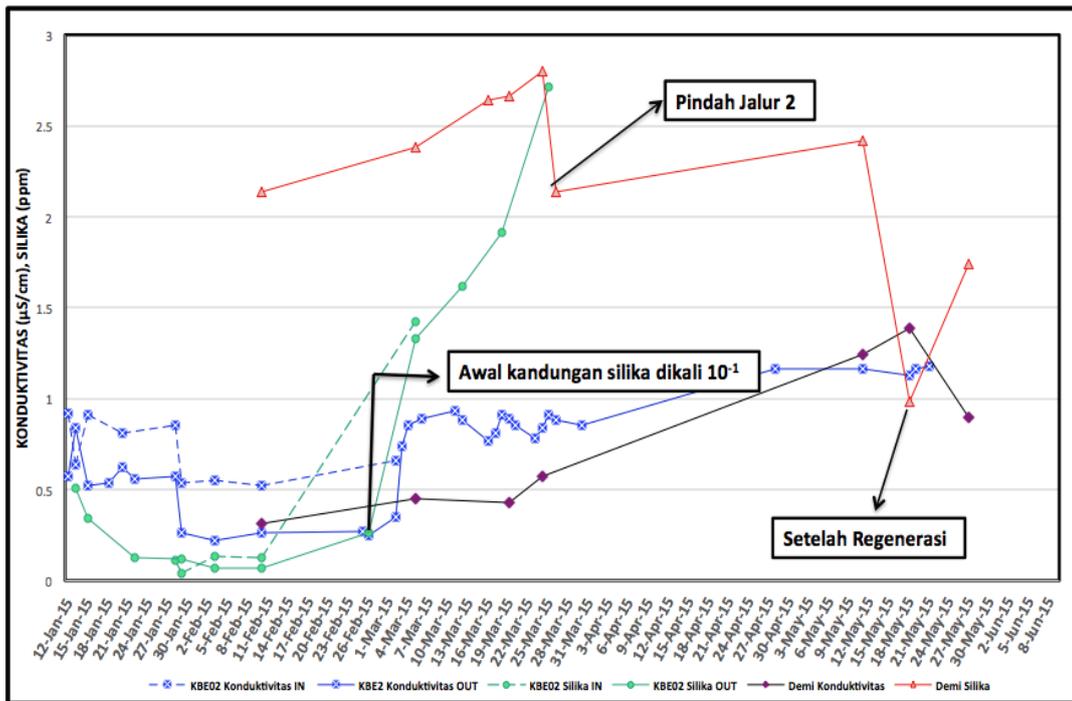




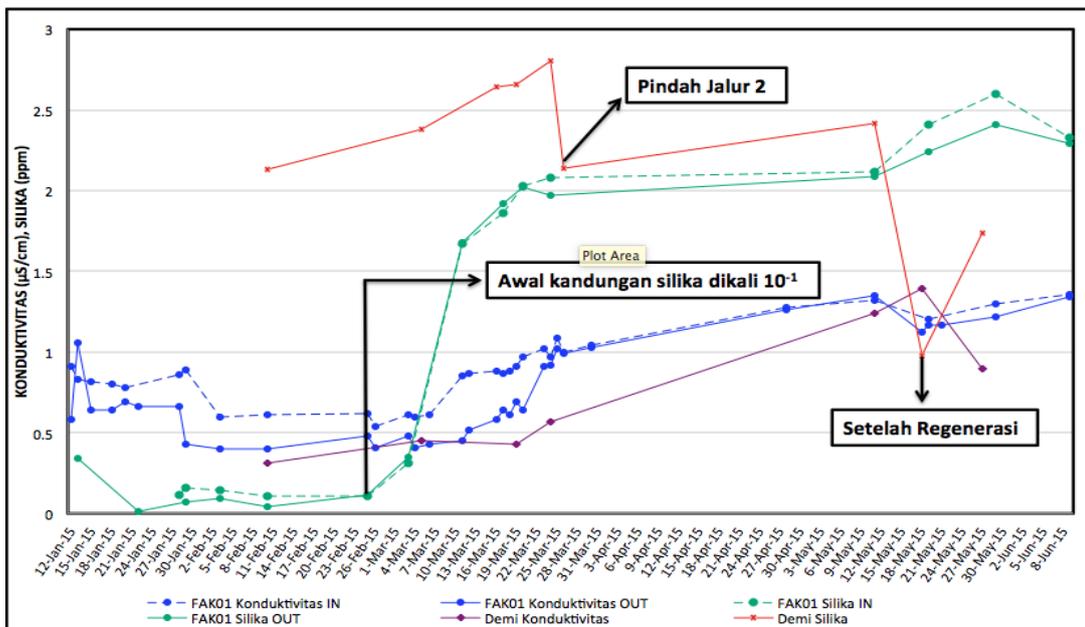
**Gambar 4.1** :Grafik hasil pengukuran konduktivitas air dan kandungan silika dalam air pendingin primer sebelum dan sesudah melewati sistem pemurnian air kolam reaktor(KBE01)serta dalam air bebas mineral

Berdasarkan Tabel 1 dan dihubungkan dengan Gambar 4.1 terlihat bahwa besaran nilai konduktivitas air pada awal pengukuran (tanggal 12 Januari 2015) hingga pada tanggal 28 Januari 2015 menunjukkan grafik yang fluktuatif dengan nilai sesudah melewati resin penukar ion menunjukkan angka yang lebih besar dibanding sebelum melewati resin penukar ion. Hal ini disebabkan karena belum berperannya resin penukar ion dalam proses pemurnian dan belum terlihat pengaruh terhadap penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian. Pada tanggal 6 Januari 2015 telah dilakukan penggantian resin pada sistem pemurnian air lapisan air hangat (KBE02) dan sistem pemurnian bahan bakar bekas(FAK01). Pada sistem pemurnian air , resin penukar ion berfungsi untuk mengambil pengotor air dengan cara pertukaran ion yang bermuatan sama . Kation dalam air akan dipertukarkan/ diambil dengan kation resin penukar ion sedang anion pengotor air akan dipertukarkan/diambil dengan anion resin penukar ion. Setelah tanggal 29 Januari 2015 menunjukkan bahwa perbedaan nilai konduktivitas air sebelum dan sesudah penggantian resin penukar ion menunjukkan angka yang besar yang lama kelamaan cenderung mengecil, hal ini berkaitan dengan

kapasitas tukar dari resin penukar ion pada sistem pemurnian yang semakin menurun seiring berjalannya waktu. Kapasitas tukar resin penukar ion merupakan bilangan yang menyatakan jumlah banyaknya ion yang dapat dipertukarkan untuk setiap 1(satu) gram resin penukar ion atau tiap mililiter<sup>(9)</sup>. Resin penukar ion mempunyai kapasitas tukar tertentu, sehingga dengan bertambahnya waktu penggunaan resin , kemampuan resin akan menurun dan lama kelamaan mengalami kejenuhan sehingga perlu diganti dengan resin yang baru. Dengan adanya penggantian resin pada sistem pemurnian maka kapasitas tukar ion akan menjadi besar, sehingga semakin banyak pengotor air yang dipertukarkan oleh karena itu perbedaan konduktivitas air sebelum dan sesudah melewati resin akan menjadi besar. Konduktivitas merupakan ukuran kemampuan larutan untuk menghantarkan arus listrik. Sehingga dengan mengetahui besaran konduktivitas akan diperoleh gambaran /perkiraan kadar ion-ion yang terlarut dalam air pendingin . Namun demikian peningkatan waktu penggunaan resin penukar ion menyebabkan kapasitas tukar resin akan mengalami penurunan sehingga perbedaan sebelum dan sesudah melewati resin akan mengecil dan nilai konduktivitas air pendingin semakin besar.



**Gambar 4.2 :** Grafik hasil pengukuran konduktivitas air dan kandungan silika dalam air pendingin primer sebelum dan sesudah melewati sistem pemurniaan air lapisan air hangat (KBE02) serta dalam air bebas mineral



**Gambar 4.3 :** Grafik hasil pengukuran konduktivitas air dan kandungan silika dalam air pendingin primer sebelum dan sesudah melewati sistem pemurniaan air bahan bakar bekas(FAK01) serta dalam air bebas mineral

Berdasarkan Tabel I dan dihubungkan dengan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 terlihat bahwa besaran nilai konduktivitas air pada awal pengukuran setelah

melewati resin penukar ion nilai konduktivitas air lebih besar dibanding sebelum melewati resin penukar ion. Tetapi mulai pada tanggal 15 Januari

2015 menunjukkan bahwa konduktivitas air sesudah melewati resin penukar ion menunjukkan angka yang lebih kecil. Hal ini berarti bahwa sistem pemurnian mulai berfungsi secara optimal walaupun penggantian resin penukar ion telah dilakukan pada tanggal 6 Januari 2015. Hal yang berbeda apabila kita perhatikan pada sistem pemurnian air kolam reaktor(KBE01) seperti terlihat pada Tabel I dan dihubungkan dengan Gambar 4.1, bahwa sistem pemurnian mulai bekerja optimal setelah tanggal 28 Januari 2015. Hal ini disebabkan karena penggantian resin yang dilakukan pada tanggal 6 Januari 2015 adalah penggantian resin pada sistem pemurnian lapisan air hangat (KBE02) dan sistem pemurnian air kolam reaktor (FAK01), sedangkan resin penukar ion pada sistem pemurnian air kolam reaktor (KBE01) belum dilakukan. Namun demikian terlihat bahwa dengan mengganti resin penukar ion pada salah satu sistem pemurnian berpengaruh terhadap kualitas air sistem pemurnian lain. Dan apabila dilihat secara lebih rinci akan terlihat dengan peningkatan waktu pemakaian menunjukkan bahwa perbedaan konduktivitas antara sebelum dan sesudah melewati resin semakin mengecil bahkan untuk sistem pemurnian air kolam reaktor(KBE01) mulai terlihat adanya data antara konduktivitas sebelum melewati resin lebih kecil dibanding sesudah melewati resin.

Dari Tabel I dan dihubungkan dengan Gambar 4.1 sampai 4.3 terlihat bahwa kandungan silika dalam air pendingin pada awalnya mengalami penurunan dan mengalami kenaikan dengan peningkatan waktu pemakaian tetapi mengalami kenaikan yang mencolok setelah tanggal 26 Februari 2015. Pada tanggal 6 Januari 2015 telah dilakukan penggantian resin pada sistem pemurnian lapisan air hangat(KBE02) dan sistem pemurnian bahan bakar bekas(FAK01). Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan silika pada air murni adalah dengan menggunakan resin penukar ion basa kuat dalam bentuk hidroksida<sup>(2,3,4)</sup>. Resin penukar ion yang digunakan pada sistem pemurnian air pendingin primer reaktor terdiri dari resin penukar anion basa kuat dan resin penukar kation asam kuat. Oleh karena itu dengan adanya penggantian resin pada salah satu sistem pemurnian mengakibatkan penurunan kandungan silika walaupun kandungan silika dalam air pasokan dalam hal ini adalah air bebas mineral menunjukkan angka yang besar(berkisar 20 ppm) .Tetapi kenaikan yang mencolok terjadi setelah tanggal 26 Februari 2015 walaupun kandungan silika dalam air bebas mineral yang digunakan sebagai air pemasok pada sistem air pendingin primer mengalami penurunan(pada saat proses pengolahan air bebas mineral alih jalur dari jalur 1 pindah ke jalur 2 dan saat setelah dilakukan

regenerasi jalur 2). Penghilangan silika dalam air murni dengan tehnik penukar ion menggunakan anion basa kuat, hanya terjadi apabila resin anion basa kuat bentuk hidroksida masih terisi penuh OH tetapi mendekati jenuh dimana hidroksida resin telah diganti oleh ion pengotor air maka silika yang terikat resin akan lepas<sup>(2,4)</sup>. Salah satu sifat resin penukar ion adalah selektivitas<sup>(9)</sup>. Sifat ini merupakan suatu sifat resin penukar ion yang menunjukkan aktifitas pilihan atas ion tertentu. Hal ini disebabkan karena penukar ion merupakan suatu proses stoikiometrik dan dapat balik (*reversible*) dan memenuhi hukum kerja massa. Selektivitas resin penukar ion akan menentukan dapat atau tidaknya suatu ion dipisahkan dalam suatu larutan apabila dalam larutan tersebut terdapat ion-ion bertanda muatan sama, demikian juga dapat atau tidaknya ion yang telah terikat tersebut dilepaskan. Dari grafik selektivitas untuk resin penukar anion basa kuat ,silika berada pada di ujung bawah<sup>(6)</sup>. Oleh karena itu menjelang resin penukar anion jenuh maka silika merupakan pengotor air anion pertama yang akan terlepas dari ikatan resin penukar anion.

Air bebas mineral merupakan air yang digunakan sebagai pemasok sistem pendingin primer reaktor. Untuk memenuhi kebutuhan air bebas mineral di Reaktor RSG-GAS dilengkapi dengan Sistem Pengolahan Air Bebas Mineral(GCA01) terdiri dari dua jalur proses pengolahan. Pola pengoperasian Sistem Pengolahan Air Bebas Mineral(GCA01) adalah satu jalur beroperasi dan jalur yang lain *stand by* (siap operasi atau regenerasi) atau satu jalur beroperasi dan jalur yang lain dilakukan regenerasi.

Sistem Air Bebas Mineral (GCA 01) RSG-GAS dioperasikan tidak kontinyu dan setelah beberapa waktu tertentu resin penukar ion akan jenuh sehingga perlu dilakukan regenerasi terhadap resin penukar ion guna pengaktifan kembali gugus fungsional resin penukar ion yang berfungsi untuk mengambil atau mengikat ion-ion pengotor yang berada dalam air baku . Sebagai indikasi kapan dilakukannya regenerasi resin penukar ion pada Sistem Air Bebas Mineral (GCA 01) RSG-GAS adalah apabila konduktivitas air keluaran kolom resin penukar anion menunjukkan  $\geq 5\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Berdasarkan Tabel I dan dihubungkan dengan Gambar 4.1 sampai 4.3 terlihat bahwa pada tanggal 23 Maret 2015 terjadi penurunan kandungan silika. Hal ini disebabkan karena terjadi pengalihan jalur proses pengolahan air bebas mineral ke jalur 2 karena jalur 1 perlu dilakukan regenerasi. Dan dengan berjalannya waktu kandungan silika mengalami kenaikan dan pada tanggal 21 Mei 2015 mengalami penurunan kembali yang disebabkan karena telah dilakukan regenerasi resin penukar ion

jalur 2 yang kemudian dilakukan pengoperasian kembali jalur 2 setelah diregenerasi. Hal ini menunjukkan bahwa resin penukar ion dapat digunakan untuk menghilangkan silika dalam air.

Silika dalam air merupakan elektrolit yang lemah sehingga kadar silika dalam air tidak dapat teridentifikasi dengan besar kecilnya konduktivitas seperti terlihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 3. Oleh karena itu dalam proses penghilangan silika menggunakan resin penukar ion dimana dalam kondisi resin mendekati jenuh akan cenderung lebih mudah terlepas kembali yang tidak dapat terindikasi dengan pengukuran konduktivitas air<sup>(4,5,6)</sup>

## KESIMPULAN

Dari hasil kajian awal terhadap perilaku silika dalam air pendingin primer dapat disimpulkan bahwa kandungan silika dalam air pendingin primer setelah penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian mengalami penurunan atau menunjukkan angka yang kecil walaupun kandungan silika dalam air bebas mineral yang digunakan sebagai pemasok air pendingin primer menunjukkan angka yang besar, tetapi seiring berjalannya waktu, kandungan silika mengalami kenaikan yang diduga akibat lepasan silika yang semula terikat oleh resin penukar ion sistem pemurnian.

## PERTANYAAN

**Nama Penanya : Subiharto**  
**Unit Kerja : PRSG**

### Pertanyaan :

- Dari manakah asalnya silika
- Berapa batasan yang diijinkan

### Jawaban :

- Silika berasal dari air sendiri. Keberadaan silika ini dalam air murni harus dihilangkan. Salah metode untuk menghilangkan silika dalam air

dengan kemurnian tinggi adalah dengan anianresin basa kuat.

- Dalam LAK belum ada batasan

**Nama Penanya : Sugiyanto**

**Unit Kerja : PRSG**

### Pertanyaan :

Persyaratan panas dalam ruangan kapasitor?

### Jawaban

Suhu 22 – 24 °c

## DAFTAR PUSTAKA

1. **DIYAH ERLINA LESTARI** dkk, "Kimia Air Reaktor Riset GA Siwabessy", Materi kursus Kimia Air, P2TKN-BATAN, Serpong, 2004.
2. **MEYERS PETER**, "Behavior of Silica ,Technologies Available and They Rate, diakses 22 Juni 2015
3. **WIBOWO, J., F. SHADMAN, AND D. BLACKFORD**, "Measuring and and Removing Dissolved and Colloidal Silica in Ultrapure Water, diakses Juli 2015.
4. **MEYERS PETER**, "Behavior of Silica in Ion Exchange and Other Systems", IWC-99-64, diakses 22 Juni 2015
5. **ANONIM**, " Silica Breakthrough of Demineralizers", [www.lennntech.com/ silica-break-through.htm](http://www.lennntech.com/silica-break-through.htm), diakses Juli 2015
6. **DAVE PEAIRS**, Cal Water, Technical Director, "Silica Over-Saturation, Precipitation, and Remediation In Hot Water Systems", diakses Juli 2015
7. **ANONIM**. *Instruction Manual Conductivity Meter HACH Senlon5*. Hach Company, 1998
8. **ANONIM**. *Instruction Manual Spectrophotometer Portable DR 2800 HACH*. Hach Company
9. **KORRAD DRORFNER, ANTON J. HARTONO**, *Iptek Penukar Ion*, edisi pertama, Andi Offset, Yogyakarta, 1995