

**PEMANTAUAN KUALITAS AIR PENDINGIN
PADA SISTEM PEMURNIAN AIR KOLAM
BAHAN BAKAR BEKAS (FAK 01) RSG –GAS**

Diyah Erlina Lestari, Setyo Budi Utomo, Suhartono.

ABSTRAK

PEMANTAUAN KUALITAS AIR PENDINGIN PADA SISTEM PEMURNIAN AIR KOLAM PENYIMPAN BAHAN BAKAR BEKAS (FAK 01) RSG –GAS. Telah dilakukan pemantauan terhadap kualitas air pada sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK 01) RSG-GAS. Pemantauan dilakukan dengan cara mengukur pH, Konduktivitas dan jumlah padatan terlarut (total dissolved solid,TDS) secara rutin seminggu sekali dengan menggunakan pHmeter dan Konduktivimeter. Dari hasil pemantauan terhadap kualitas air pada sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas selama periode Oktober 2002 hingga 21 September 2005 menunjukkan bahwa: konduktivitas air pendingin primer berada pada rentang harga 0,8 – 2,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lebih rendah dari batas ambang baku mutu tertinggi yaitu 8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan TDS berada pada rentang harga 0,3 – 1,4 mg/l sedangkan pH air pendingin primer berada pada rentang harga 5,2– 6,9. Penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK) berpengaruh terhadap kualitas air pendingin.

ABSTRACT

MONITORING OF THE COOLING WATER QUALITY ON THE FUEL STORAGE POOLING WATER PURIFICATION SYSTEM OF RSG-GAS (FAK 01). Monitoring of the cooling water on the fuel storage pooling water has been carried out. The monitoring performed by continuously once a week to measurement of pH, Conductivity and TDS (Total Dissolve Solid) with pH meter and Conductivity meter. The monitoring result period October '02 until September 21, shows that the primary cooling water conductivity is in the value rate 0.8 – 2.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lower than of the maximum quality specification allowed there are 8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and the value rate of TDS is 0,3 – 1,4 mg/l , and the primary cooling water pH is 5,2 – 6,9. Any influence of exchanging to the exchanger ion resin on the cooling water quality.

PENDAHULUAN

Sistem Pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK 01) merupakan salah satu dari tiga sistem pemurnian yang terdapat pada sistem pendingin primer reaktor G.A.Siwabessy. Sistem ini yang berfungsi untuk membersihkan air dari senyawa yang sudah teraktivasi serta kotoran mekanik baik itu terlarut maupun tidak terlarut di dalam air kolam penyimpanan bahan bakar bekas. Air pendingin kolam bahan bakar bekas berfungsi sebagai mengambil panas peluruhan dari bahan bakar bekas di kolam penyimpanan bahan bakar bekas. Oleh karena itu kualitas air kolam penyimpanan bahan bakar bekas selalu dijaga supaya berada pada harga batas ambang baku mutu (*spesifikasi*) kualitas air kolam reaktor agar perpindahan panas yang terjadi dapat berlangsung dengan baik dan aman. Untuk mengetahui kondisi kualitas air pada sistem pemurnian air kolam bahan bakar bekas (FAK 01), perlu adanya pemantauan secara berkala terhadap pH, konduktivitas dan jumlah padatan terlarut (total dissolved solid=TDS) yang merupakan kontrol kualitas air pendingin. Disamping itu dengan adanya pemantauan terhadap kualitas air pendingin akan dapat diantisipasi jika ada penyimpangan kondisi sehingga kualitas air pendingin reaktor akan dapat dipertahankan sesuai persyaratan.

Dari hasil pemantauan yang telah dilakukan selama periode Oktober 2002 hingga September 2005 menunjukkan bahwa: konduktivitas air pendingin primer berada pada rentang harga 0,8 – 2,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lebih rendah dari batas ambang baku mutu tertinggi yaitu 8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan TDS berada pada rentang harga 0,3 – 1,4 mg/l sedangkan pH air pendingin primer berada pada rentang harga 5,2 – 6,9.

TEORI

DISKRIPSI SISTEM PEMURNIAN AIR KOLAM PENYIMPAN BAHAN BAKAR BEKAS (FAK 01)⁽¹⁾

Sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK 01) digunakan untuk menjaga kualitas air dan mengontrol temperatur air kolam penyimpanan bahan bakar. Kolam penyimpanan bahan bakar berisi kira-kira 150 m³ air bebas mineral, dilengkapi dengan dua rak penyimpanan dengan 300 posisi penyimpanan untuk elemen teras

Sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK 01) terdiri dari pompa-pompa serta filter mekanik dan filter penukar ion (filter *mix-bed* penukar ion). Komponen dan pipa sistem pemurnian primer terbuat dari baja tahan karat

Pompa sirkulasi terdiri dari dua unit pompa yang dipasang paralel , masing-masing pompa mempunyai kapasitas operasi 100%.dengan kapasitas aliran masing-masing $10 \text{ m}^3/\text{jam}$

Filter penukar ion yang berisi campuran resin penukar anion dan kation yang berkualitas nuklir, dalam bentuk OH^- dan H^+ . terdiri dari 350 liter anion OH^- resin tipe Lewatit M 500KR/ OH^- dan 350 liter resin kation H^+ resin tipe Lewatit S100 KR/ H^+Cl free. Pengotor yang telah terionisasi aktif dan non aktif ditangkap dari aliran pemurnian dengan cara pertukaran ion disamping itu kotoran mekanik lain yang terlarut dilam air dapat juga ditangkap oleh filter ini sehingga beda tekanan sisi masuk dan sisi keluar dari filter ini perlahan-lahan akan naik. Jika beda tekanan mencapai 1,5 bar, filter resin penukar ion harus diganti. Resin di dalam filter *mixed-bed* diganti hanya pada saat reaktor padam. Resin dikeluarkan dari filter *mix-bed* menggunakan sistem pengalir resin KBK01. Resin baru dimasukkan ke tangki *mix-bed* secara manual.

Setelah meninggalkan filter *mix-bed*, aliran pemurnian melewati penangkap resin (*resin trap*) FAK01 BT04, sebelum kembali ke kolam penyimpanan. *Resin trap* adalah filter mekanik tipe *sieve-basket* yang mempunyai ukuran lubang $10 \mu\text{m}$, yang berguna untuk menangkap serbuk resin dan pengotor mekanik halus yang lolos dari filter *mix-bed*.

Kotoran yang tertahan pada resin trap menaikkan beda tekanan antara inlet dan outlet resin trap..Jika beda tekanan pada sisi masuk dan sisi keluar dari *filter resin trap* mencapai 2 bar, maka *filter resin trap* tersebut harus diganti dengan yang bersih, sementara yang kotor dicuci dengan metode ultrasonik.

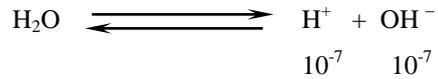
Sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK 01)dilengkapi juga dengan tempat pengambilan sampel untuk dianalisa secara rutin di laboratorium, dari sini harga konduktivitas dan parameter kualitas air lainnya dapat diketahui. Disamping itu sistem ini dilengkapi juga kontrol laju alir, kontrol tekanan dan monitor radioaktivitas air, dimana semua hasil pengukuran ditampilkan di Ruang Kendali Utama (RKU).

PARAMETER KONTROL KUALITAS AIR

Derajat Keasaman(pH)

pH didefinisikan sebagai negatif logaritma 10 dari konsentrasi molar ion H^+ atau dituliskan $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. pH merupakan besaran yang menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan suatu larutan.

pH air yang murni 100% adalah =7. Hal ini berarti, bahwa dalam air murni di dapatkan konsentrasi ion H⁺ sebesar 10⁻⁷ mol/liter.



Oleh karena adanya impuritis terlarut dalam air maka pH air tersebut bisa menjadi kurang dari 7 (suasana asam) atau lebih tinggi dari 7 (suasana basa). Biasanya keadaan asam memudahkan kelarutan logam menjadi ion-ionnya dan mempercepat proses korosi, sebaliknya suasana basa cenderung menimbulkan pengerakan (*scaling*). PH suatu larutan dapat diukur dengan pH meter.

KONDUKTIVITAS

Konduktan suatu larutan adalah ukuran kemampuan larutan tersebut dalam menghantarkan arus listrik. Penentuan konduktivitas dilakukan dengan mengukur tahanan memakai probe yang terjadi di larutan. Pada umumnya pengukuran konduktivitas larutan adalah dalam unit millisiement/cm (mho/cm).

Penghantaran arus listrik dalam suatu larutan elektrolit terjadi karena perpindahan ion-ion bermuatan positif kearah katoda dan yang bermuatan negatif kearah anoda. Semua partikel-partikel ini menyokong proses penghantaran, tapi fraksi arus yang dibawa oleh suatu jenis ion ditentukan oleh konsentrasi dan mobilitas ion-ion tersebut dalam medianya.

Konduktivitas suatu larutan dapat diukur dengan konduktimeter Dengan bertambah besar harga konduktivitas menunjukkan bahwa jumlah ion yang terlarut bertambah besar pula.

METODE PELAKSANAAN

Pemantauan kualitas air dilakukan seminggu sekali dengan mengukur pH dan konduktivitas serta TDS (total Dissolve Solid)

Pengukuran pH dengan menggunakan alat Water Quality Checker U-10⁽⁴⁾ :

1. Bilas tempat larutan dan alat dengan air demi atau sebagian dari larutan cuplikan yang akan diukur
2. Masukkan larutan cuplikan sampai tanda garis dan pasang alat
3. Tekan tombol POWER
4. Tekan tombol pH
5. Baca pH larutan cuplikan , tunggu hingga penunjukan stabil
6. Catat hasil pengukuran pH
7. Cuci dan rendam alat dengan air demi setiap habis dipakai

Pengukuran Konduktivitas menggunakan Conductivitymeter Hach model 44600⁽⁵⁾ :

1. Masukkan larutan cuplikan ke dalam erlenmeyer 250 ml
2. Celupkan probe secara vertical pada larutan cuplikan sampai lubang ventilasi tertutup
3. Tekan tombol POWER dan tombol CND
4. Pilih range harga konduktivitas 2 ms/cm
5. Baca dan tunggu hingga penunjukkan stabil
6. Catat hasil pengukuran
7. Bilas probe dengan air demi setiap habis dipakai

Pengukuran TDS (Total Dissolve Solid= Jumlah Padatan Telarut) menggunakan Conductivitymeter Hach model 44600⁽⁵⁾ :

1. Masukkan larutan cuplikan ke dalam erlenmeyer 250 ml
2. Masukkan/celupkan probe secara vertical pada larutan cuplikan sampai lubang ventilasi tercelup .
3. Tekan tombol POWER dan TDS
4. Pilih range harga TDS yang sesuai harga TDS dari larutan cuplikan
5. Baca dan tunggu hingga penunjukkan stabil
6. Catat hasil pengukuran
7. Bilas probe dengan air demi setiap habis dipakai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemantauan terhadap kontrol kualitas air dalam kurun waktu 11 Oktober 2002 sampai dengan 21 September 2005 ditampilkan pada tabel 1 dan pada Gambar 1, 2 dan 3.

Tabel 1: Hasil pemantauan terhadap kontrol kualitas air pada sistem pemurnian air kolam bahan bakar bekas (FAK 01) dalam kurun waktu 28 Oktober 2002 sampai dengan 21 September 2005

Tanggal	pH	Kond	TDS	Keterangan
28-Oct-02	5.93	0.8		<i>shutdown</i>
20-Nov-02	6.14	1.2		<i>shutdown</i>
09-Jan-03	5.4	1.2		operasi
13-Jan-03	5.97	1.3		operasi
23-Jan-03	5.78	1.2		<i>shutdown</i>
03-Feb-03	5.59	1.3	0.70	operasi
10-Mar-03	5.97	1.3	0.60	<i>shutdown</i>
18-Mar-03	5.62	1.3	0.50	operasi
31-Mar-03	5.91	1.4	0.70	<i>shutdown</i>
09-Apr-03	5.56	1.6	0.80	operasi
16-Apr-03	5.66	1.5	0.70	operasi
28-Apr-03	5.75	1.6	0.80	<i>shutdown</i>
07-May-03	5.59	1.6	0.80	<i>shutdown</i>
22-May-03	5.71	1.5	0.70	<i>shutdown</i>
02-Jun-03	5.87	1.7	0.80	operasi
26-Jun-03		1.5	0.70	<i>shutdown</i>
02-Jul-03	5.4	1.6	0.80	<i>shutdown</i>
10-Jul-03	5.21	1.8	0.80	operasi
22-Jul-03	5.7	1.5	0.80	<i>shutdown</i>
28-Jul-03	5.78	1.7	0.80	operasi
11-Aug-03		1.4	0.70	<i>shutdown</i>
26-Aug-03		1.8	0.80	operasi
11-Sep-03		1.6	0.80	<i>shutdown</i>
30-Sep-03		1.7	0.80	operasi
30-Oct-03	5.3	1.6	0.80	<i>shutdown</i>
04-Nov-03	5.25	2	1.10	operasi
09-Dec-03	5.32	2.1	1.00	<i>shutdown</i>
22-Dec-03	5.23	2.5	1.20	operasi
29-Dec-03	5.26	2.5	1.20	<i>shutdown</i>
05-Jan-04	5.3	2.9	1.4	operasi
26-Jan-04	6.6	1.4	0.7	<i>shutdown</i>
03-Feb-04	5.4	1.1	0.7	operasi

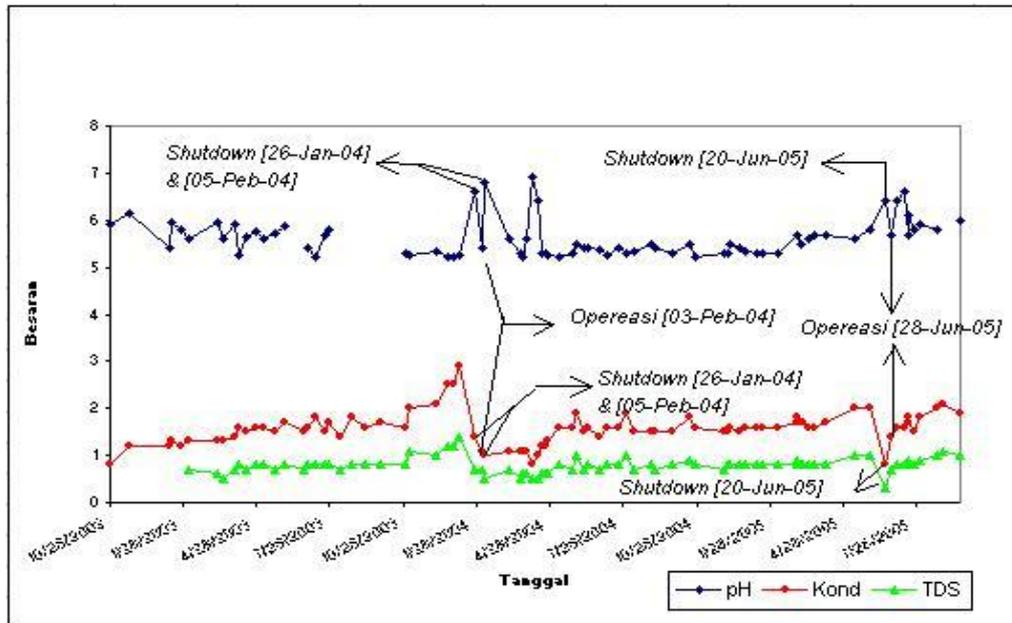
Tabel 1. Lanjutan

05-Feb-04	6.8	1	0.5	<i>shutdown</i>
08-Mar-04	5.6	1.1	0.7	operasi
23-Mar-04	5.3	1.1	0.5	operasi
25-Mar-04	5.2	1.1	0.6	operasi
29-Mar-04	5.6	1.1	0.6	operasi
06-Apr-04	6.9	0.8	0.5	<i>shutdown</i>
12-Apr-04	6.4	1	0.5	operasi
19-Apr-04	5.3	1.2	0.6	operasi
22-Apr-04	5.3	1.2	0.6	<i>shutdown</i>
26-Apr-04	5.25	1.3	0.6	operasi
10-May-04	5.21	1.6	0.8	operasi
27-May-04	5.3	1.6	0.7	<i>shutdown</i>
31-May-04	5.5	1.9	1	operasi
09-Jun-04	5.4	1.5	0.7	<i>shutdown</i>
14-Jun-04	5.4	1.6	0.8	operasi
28-Jun-04	5.37	1.4	0.7	<i>shutdown</i>
08-Jul-04	5.26	1.6	0.8	operasi
22-Jul-04	5.4	1.6	0.8	<i>shutdown</i>
02-Aug-04	5.3	1.9	1	operasi
10-Aug-04	5.35	1.5	0.7	<i>shutdown</i>
01-Sep-04	5.5	1.5	0.8	<i>shutdown</i>
06-Sep-04	5.4	1.5	0.7	operasi
28-Sep-04	5.3	1.5	0.8	operasi
18-Oct-04	5.5	1.8	0.9	operasi
26-Oct-04	5.2	1.6	0.8	operasi
01-Dec-04	5.3	1.5	0.7	<i>shutdown</i>
06-Dec-04	5.3	1.5	0.8	operasi
09-Dec-04	5.5	1.6	0.8	operasi
20-Dec-04	5.4	1.5	0.8	<i>shutdown</i>
28-Dec-04	5.35	1.6	0.8	operasi
11-Jan-05	5.3	1.6	0.8	<i>shutdown</i>
17-Jan-05	5.3	1.6	0.8	operasi
07-Feb-05	5.3	1.6	0.8	<i>shutdown</i>
01-Mar-05	5.7	1.7	0.8	operasi
03-Mar-05	5.7	1.8	0.9	<i>shutdown</i>
08-Mar-05	5.5	1.7	0.8	operasi
10-Mar-05		1.7	0.8	<i>shutdown</i>
17-Mar-05	5.6	1.6	0.8	<i>shutdown</i>
23-Mar-05	5.7	1.6	0.8	<i>shutdown</i>

Tabel 1. Lanjutan

07-Apr-05	5.7	1.7	0.8	<i>shutdown</i>
12-May-05	5.6	2	1	operasi
31-May-05	5.8	2	1	operasi
20-Jun-05	6.4	0.8	0.3	<i>shutdown</i>
28-Jun-05	5.7	1.4	0.7	operasi
05-Jul-05	6.4	1.6	0.8	operasi
13-Jul-05	6.6	1.6	0.8	<i>shutdown</i>
18-Jul-05	5.7	1.8	0.9	operasi
20-Jul-05	6.1	1.7	0.8	operasi
27-Jul-05	5.8	1.5	0.8	<i>shutdown</i>
03-Aug-05	5.9	1.8	0.9	operasi
24-Aug-05	5.8	2	1	<i>shutdown</i>
01-Sep-05		2.1	1.1	operasi
21-Sep-05	6	1.9	1	<i>shutdown</i>

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa secara keseluruhan dari hasil kontrol kualitas air pada sistem pemurnian air kolam bahan bakar bekas (FAK 01) periode Oktober 2002 s/d September 2005 menunjukkan harga yang fluktuasi dimana konduktivitas air pendingin berada pada rentang harga 0,8 – 2,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lebih rendah dari batas maksimalnya yang ditentukan yaitu 8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. dan TDS berada pada rentang harga 0,3 – 1,4 mg/l sedangkan pH air pendingin primer berada pada rentang harga 5,2– 6,9.

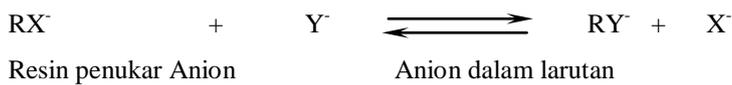
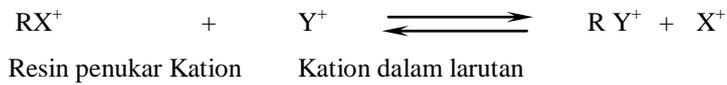


Gambar 1 : Hasil pengukuran pH, Konduktivitas dan TDS(Total Dissolve Solid = Jumlah padatan terlarut)sebagai fungsi waktu operasi sistem pemurnian air kolam bahan bakar bekas (FAK01)periode 28 Oktober 2002 sampai dengan 21 September 2005

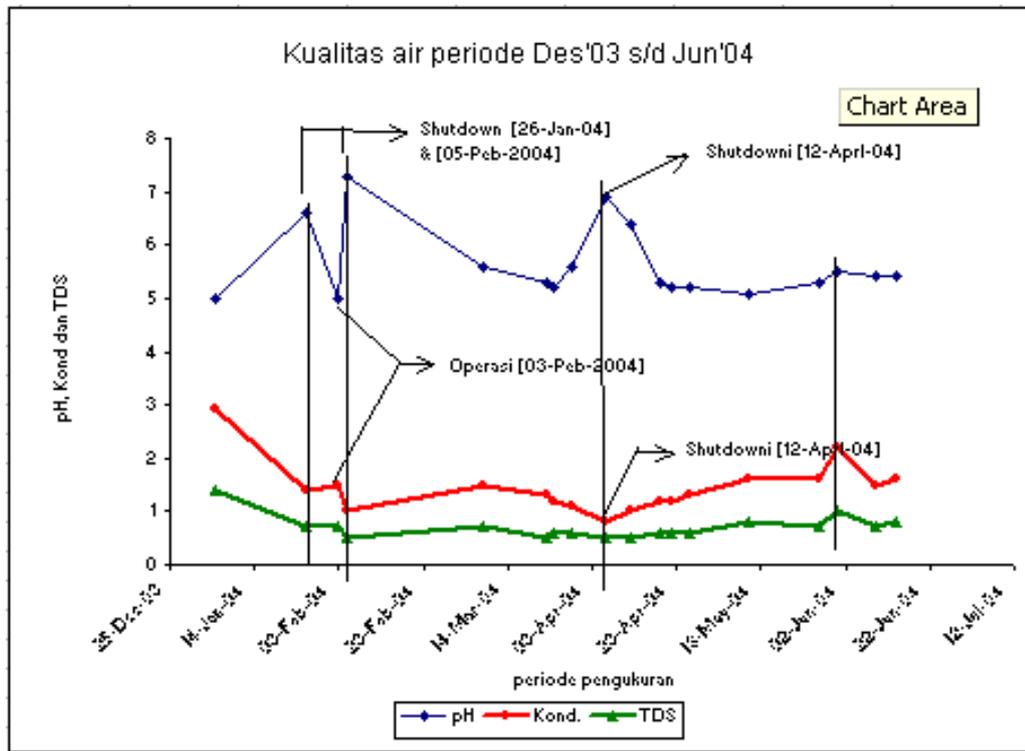
Dari Tabel I dan Gambar 1, terlihat bahwa konduktivitas dan padatan terlarut (TDS) air pendingin primer pada awal pengamatan menunjukkan angka yang rendah dan dengan berjalanya waktu menunjukkan adanya kecenderungan mengalami kenaikan dan kemudian menurun selanjutnya mengalami kenaikan kembali . Hal ini disebabkan karena kemampuan tukar dari resin penukar ion pada sistem purifikasi. Dengan bertambahnya waktu penggunaan resin penukar ion , kemampuan tukar ion akan menurun dan lama kelamaan mengalami kejenuhan sehingga perlu diganti dengan resin baru . Dari pengamatan yang diambil dari lembaran data penggantian resin tercatat bahwa pada 7 Oktober '02 terjadi penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian Lapisan air hangat (KBE02) sehingga pada gambar 1 terlihat data awal pengamatan terhadap konduktivitas dan padatan terlarut menunjukkan angka yang rendah dan perlahan mengalami kenaikan dan pada tgl 22 Januari 2004 terjadi penggantian resin penukar ion pada sistem pemurnian air kolam reaktor (KBE01) sehingga pada gambar 1 terlihat bahwa konduktivitas dan padatan terlarut pada tanggal 26 Januari 2004 mengalami penurunan serta pada tanggal 9 Juni 2005 terjadi penggantian resin penukar ion

pada sistem pemurnian lapisan air hangat (KBE02) lagi sehingga konduktivitas dan padatan terlarut mengalami penurunan kembali (data tgl 20 Juni 2005).

Resin penukar ion berfungsi untuk mengambil pengotor air dengan cara pertukaran ion yang bermuatan sama. Dimana kation yang ada dalam air akan dipertukarkan/diambil dengan kation resin sedangkan anion dalam air akan dipertukarkan dengan anion resin. Secara umum reaksi pertukaran ion yang terjadi pada proses pemurnian , adalah sebagai berikut :



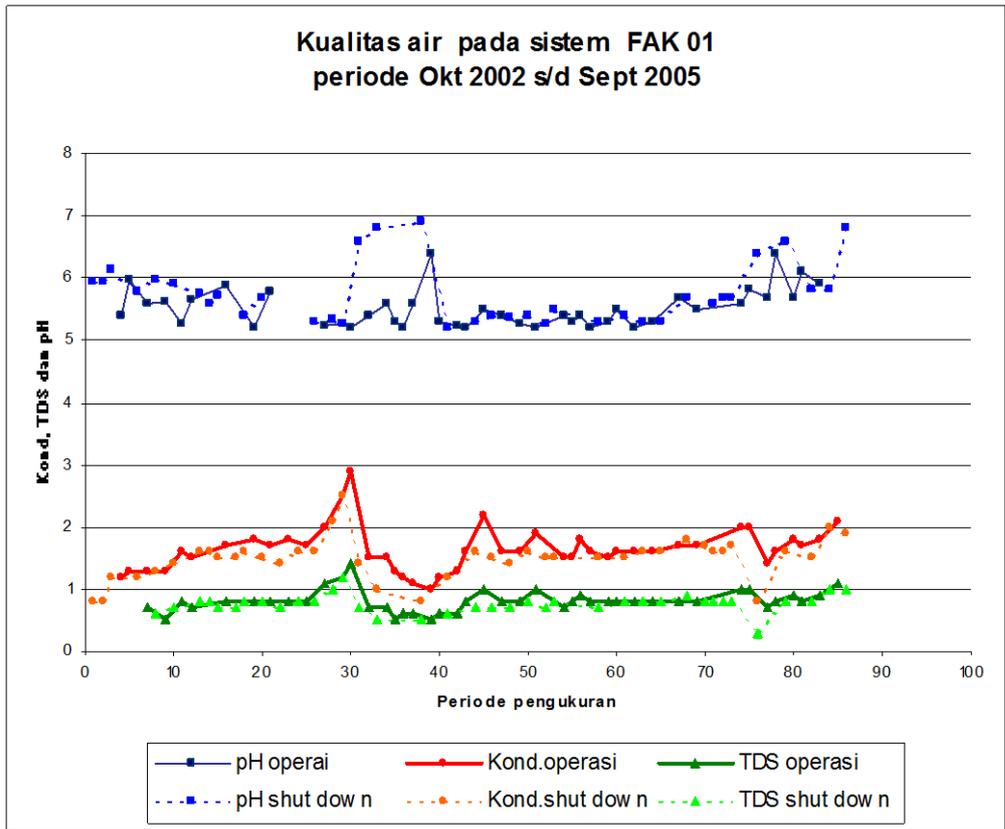
Oleh karena itu adanya penggantian resin pada sistem pemurnian maka kapasitas tukar ion menjadi besar, sehingga semakin banyak ion pengotor dalam air yang dapat dipertukarkan sehingga didapatkan kualitas air yang mempunyai besaran konduktivitas kecil. Dengan demikian setelah penggantian resin penukar ion , maka konduktivitas air pendingin mengalami penurunan. Hal yang berbeda apabila dilihat dari pengamatan terhadap pH air pendingin. Seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Grafik perubahan kualitas air Pada sistem Pemurnian air kilam bahan bakar bekas(FAK 01) setelah penggantian resin penukar ion periode Des'03 s/d Jun'04.

Dari gambar 2 menunjukkan bahwa pada saat konduktivitas mengalami penurunan, pH air pendingin justru mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena filter penukar ion pada sistem pemurnian berisi campuran resin penukar kation dalam bentuk H^+ dan anion dalam bentuk OH^- sehingga pH air pendingin setelah penggantian resin mendekati pH air murni.

Apabila kita perhatikan secara rinci dari gambar 1 dan gambar 2 menunjukkan bahwa penurunan konduktivitas dan kenaikan pH air pendingin setelah penggantian resin berfluktuasi. Hal ini berkaitan dengan beroperasi dan tidaknya reaktor. Secara rinci hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Kualitas air pada sistem pemurnian air kolam penyimpan bahan bakar bekas (FAK 01) periode Okt'02 s/d 21 Sept'05 dibedakan pada saat reaktor beroperasi dan tidak

Dari gambar 3 : terlihat bahwa pH air pendingin pada saat reaktor beroperasi cenderung lebih rendah daripada pH air pada saat reaktor shut down sedangkan konduktivitas air pendingin pada saat reaktor beroperasi cenderung tinggi daripada pada saat reaktor shut down. Hal ini disebabkan karena adanya proses radiolisis pada saat reaktor beroperasi , yang menambah H dalam air sehingga pH akan lebih rendah dan konduktivitas cenderung lebih tinggi pada saat reaktor beroperasi

KESIMPULAN

Dari hasil pemantauan terhadap kualitas air pada sistem pemurnian air kolam bahan bakar bekas (FAK 01) periode Oktober 2002 hingga 21 September 2005 dapat disimpulkan bahwa:

- Konduktivitas air pendingin pada sistem pemurnian air kolam bahan bakar bekas (FAK 01) berada pada rentang harga 0,8 – 2,9 $\mu\text{S/cm}$, lebih rendah dari harga batas ambang baku mutu yang ditentukan yaitu 8 $\mu\text{S/cm}$. dan TDS berada pada rentang harga 0,3 – 1,4 mg/l sedangkan pH air pendingin primer berada pada rentang harga 5,2– 6,9.
- Konduktivitas air pendingin pada saat reaktor beroperasi lebih tinggi dibanding pada saat shutdown sedangkan pH sebaliknya.
- Terlihat adanya pengaruh penggantian resin terhadap kualitas air pendingin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, Safety Analysis Report (SAR) ,BATAN, MPR-30, Rev.7 , Vol.2,1989.
2. DIYAH ERLINA LESTARI, Kimia Air, Diktat Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor, Pusbang Teknologi Reaktor Riset, September, 2005.
3. A.S.GOKHLE, P.K; MATHOR and K.S. VENKATESWARHU, ' Ion Exchange Resin for Water Purification ; Properties and Characteristion',Water chemistry Division, Bhabha Atomic. Research Centre. Bombay, India 1987.
4. Anonimous, Instruction Manual Water Quality Checker U-10, Horiba.Ltd, 1991.
5. Anonimous , Instruction Manual Conductivity/TDS Meter Model 44600, Hatch Company, 1989