

## OPTIMASI PENGGUNAAN RESIN PADA SISTEM PEMURNIAN ISFSF RSG-GAS

Djunaidi

### ABSTRAK

**OPTIMASI PENGGUNAAN RESIN PADA SISTEM PEMURNIAN ISFSF RSG-SAS.** Sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas pada RSG-GAS bertujuan untuk mempertahankan kejernihan air dan mempertahankan kualitas air yang memenuhi syarat pengoperasian sistem pendingin ISFSF. Sistem ini menggunakan resin Kation-IRN 78 dan Anion-IRN 77 di dalam mixed bed filter sebagai penangkap pengotor. Menurut disain untuk memantau efisiensi bed penukar ion, dilakukan tes analisis sampel terhadap arus balik aliran air yang menuju ke kolam. Sistem ini akan beroperasi dengan baik apabila mixed bed di isi 200 l yang setara dengan ketinggian bed 0,5 m di dalam bejana yang berdiameter 0,75 m. Apabila terjadi kenaikan beda tekanan pada mixed bed filter lebih dari 0,5 bar maka resin harus segera dibilas untuk dicuci atau diganti.

### ABSTRACT

**OPTIMIZATION OF THE RESIN APPLICATION ON THE PURIFICATION SYSTEM OF ISFSF RSG-GAS.** The purification system in the spent fuel storage is to maintain the coolant water quality to the constant. This system uses the resin of IRN 78-Cation and IRN 77-Anion in the mixed bed filter as contamination capture. The returned water flow to the storage will be analyzed to the monitor the bed efficiency. This system can be optimally operated if the mixed bed is filled by 200 liters of resin and this is equivalent with the 0.5 m high of bed and 0.75 m in diameter. The resin must be flushed to be cleaned or changed when the pressure difference in the bed filter is higher than 0.5 bar.

### PENDAHULUAN

Kolam nyimpanan bahan bakar bekas yang dibangkitkan oleh teras reaktor RSG-GAS, sebelum bahan bakar tersebut dikirim ke negara lain. Fasilitas yang dirancang oleh AEA Technology of Kingdom ini terletak memanjang dari timur ke barat diantara gedung reaktor beserta gedung bantunya dan gedung Instalasi Radio Metalurgi. Transfer Channel (TC) menghubungkan gedung SPB3 dengan ketiga gedung yang sekarang berdiri yaitu gedung IRM, PPR, dan Reaktor.

Semakin lama dioperasikan fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas RSG-GAS maka akan dihasilkan produk-produk aktivasi dan kotoran lainnya yang akan mengotori kolam tersebut. Apabila hal ini tidak ditangani secara serius maka akan berakibat menumpuknya kotoran yang terlarut dan akan mengganggu

tranfer panas keluar. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang berkapasitas kecil yang dapat menyatu dengan sistem pendinginkolam dan bersifat pasif.

Sistem pemurnian pada fasilitas ISFSF bertujuan untuk dan produk fisi akan tersaring. Menurut pengalaman di UK sistem ini sangat jarang dioperasikan selama air kolam masih kelihatan jernih, dengan demikian penggunaan resin sebagai penangkap ion di dalam mixed bed filter juga jarang dilakukan.

Pengamatan terhadap unsur-unsur pengotor yang tertahan didalam mixed bed filter harus dilakukan secara periodik pada berbagai ketinggian kolom, dan untuk memantau efisiensi bed penukar ion dapat dilakukan pengambilan sampel pada arus balik yang menuju ke kolam. Mengingat instalasi ISFSF mempertahankan sifat-sifat Kimia, kejernihan dan kandungan zat

radioaktif yang terlarut dalam air pada batas yang diijinkan dengan cara menyaring melewati aliran air ini melalui beberapa filter, sehingga semua pengotor yang sampai saat ini belum sepenuhnya diserahkan kepada PRSG untuk komisioning maka pengamatan terhadap perubahan beda tekanan, unsur-unsur pengotor maupun optimasi penggunaan resin di dalam mixed bed filter belum dapat dilakukan. Makalah ini merupakan kajian dari Laporan Analisis Keselamatan ISFSF RSG-GAS.

### **SISTEM PENDINGIN DAN KOLAM PENYIMPANAN BAHAN BAKAR BEKAS**

Kolam penyimpanan bahan bakar bekas memiliki ukuran 5m X 14m dengan kapasitas penyimpanan 1436 perangkat (1400 + 1 core unload) atau selama 25 tahun operas RSG-GAS. Komponen dari kolam penyimpanan terdiri dari rak penyimpanan bahan bakar bekas, bahan bakar bekas, sistem kendali reaksi fisi, sistem pendingin dan sistem/ komponen internal lainnya. Bahan bakar bekas yang disimpan adalah bahan bakar bekas yang telah dipakai untuk operasi teras reaktor GA. Siwabessy, jenis MTR tipe plat dan telah mengalami pendinginan pendahuluan minimum selama 100 hari. Oleh karena itu kandungan panasnya telah berkurang dan produk fisi I-131 yang berumur pendek telah habis meluruh. Kolam penyimpanan ini digagi menjadi dua bagian yaitu daerah penyimpanan dengan ukuran 5m X 10m, dan daerah kerja dengan ukuran 5m X 4m. Komponen utama lainnya adalah kanal penghubung antara kolam penyimpanan bahan bakar bekas ini dengan gedung reaktor, pusat produksi radioisotop dan RMI. Pada saat beropersinya sistem ini nantinya

kolam penyimpanan dan kanal penghubung akan diisi dengan air bebas mineral.

Pendinginan pada kolam bahan bakar bekas bertujuan untuk memindahkan panas yang dibangkitkan oleh perangkat bahan bakar bekas yang berada di dalam kolam agar supaya suhu bahan bakar bekas tidak naik, mempertahankan sifat-sifat kimia antara lain kejernihan dan kandungan zat radioaktif yang terlarut dalam air pada batas yang diijinkan. Selain dari pada itu sistem pendingin ini juga menyediakan air make-up untuk mempertahankan sejumlah volume air didalam kolam sendiri dan kanal-kanal penghubung. Sistem pendingin kolam bahan bakar bekas RSG-GAS dilengkapi dengan 2 buah pompa sirkulasi dimana satu pompa beroperasi dan yang lainnya sebagai cadangan. Sistem pendingin ini juga dilengkapi dengan coarse filter yang berfungsi untuk mencegah masuknya partikel-partikel yang berdiameter 10 mikro meter ke dalam pompa primer. Kemampuan untuk mensirkulasikan air pendingin sebesar 6.0 m<sup>3</sup>/jam dan untuk menghindari kontaminasi disediakan 2 kalang sistem pendingin, yaitu pendingin primer dan pendingin sekunder.

### **SISTEM PEMURNIAN AIR KOLAM DAN KINERJANYA**

Sistem pemurnian air kolam penyimpanan bahan bakar bekas bertujuan untuk membersihkan dan menjaga tingkat kejernihan air pendingin yang ada dikolam maupun yang ada di kanal-kanal penhubung dari produk fisi yang terlarut, kotoran mekanik dan mempertahankan kejernihan air serta sifat-sifat kimia dalam air pada batas yang diijinkan lihat Gambar 1. Air kolam yang akan dimurnikan disedot dari posisi bawah kolam yang dalam (deep section), kemudian dikembalikan lagi ke

kolam pada bagian ujung yang posisinya jauh dari tempat penyimpanan bahan bakar bekas. Pada kanal penghubung, air yang akan dimurnikan disedot dari saluran dekat sluice gate yang menghubungkan antara kanal penghubung dan kolam penyimpanan. Air yang sudah dimurnikan akan dikembalikan ke ujung kanal penghubung sampai ke gedung RMI dan gedung reaktor.

Selama air kolam masih memenuhi standart pengopersian sistem pemurnian air ini tidak dioperasikan, sehingga air pendingin di by pass lewat filter 10 mikro meter dengan tujuan untuk mempertahankan kejernihan air dengan kecepatan 6-18 m<sup>3</sup>/jam. Kemampuan sistem untuk membersihkan pendingin primer sebesar 6.0 m<sup>3</sup>/jam dari seluruh air pendingin, ini digerakkan oleh dua buah pompa yang masing-masing mempunyai kapasitas 100 % dimana satu pompa beroperasi dan lainnya sebagai cadangan. Selain dari pada itu sistem ini juga dengan menggunakan Mixed bed filter yang berbentuk tangki tegak dengan diameter 0,75 m dan tinggi 1,5 m, yang berisikan campuran resin Kation IRN-78 dan Anion IRN-77 dengan ukuran diameter butir 0,3-0,2 mm dan penurunan tekanan pada saat operasi 0,5 bar yang berfungsi sebagai penukar ion. Kemudian dilanjutkan dengan Caesium bed yang digunakan bila didalam air ditemukan unsur Caesium karena ada bahan bakar yang cacat, ini menggunakan jenis resin d 500 atau Lowentil D. Berikut ini adalah kriteria kualitas air yang dapat digunakan sebagai pendingin pada penyimpanan bahan bakar bekas RSG-GAS :

PH : 6-7,5  
Konduktivitas : 0,8 ms/m max  
Cloride :  $1,4 \times 10^{-3}$  mol/m<sup>3</sup> max  
Silicie Acid :  $1,7 \times 10^{-1}$  mol/m<sup>3</sup> max

Copper  $3,2 \times 10^{-4}$  mol/m<sup>3</sup> max  
Aluminium  $3,7 \times 10^{-3}$  mol/m<sup>3</sup> max

## PENGAMATAN TERHADAP SISTEM PEMURNIAN

Pada saat komisioning nanti semua peralatan di uji coba termasuk mixed bed filter yang mana sebelum diisi dengan resin akan memberikan beda tekanan 0, begitu pula pada Saesium bed dan pada filter mekanik akan banyak kotoran mekanik yang tertahan didalamnya, sehingga selama komisioning filter ini akan mengalami penggantian. Pengisian kolam penyimpanan bahan bakar bekas dengan air bebas mineral juga tidak akan lama umurnya karena banyak kotoran yang terlarut didalamnya selama pembangunan sehingga setiap pereode tertentu kolam itu harus dikuras dan diganti dengan air yang baru. Dengan bekal komisioning ini maka kotoran akan hilang dari kolam dan pengoperasian sistem ini akan dapat diandalkan.

Pada operasi normal kondisinya beda dengan pada saat komisioning, beda tekanan pada mixed bed filter dapat dilihat pada lokal panel pada saat sistem ini beroperasi. Kenaikan beda tekanan pada mixed bed filter relatif kecil karena sistem ini jarang dioperasikan dan juga ditandai dengan tingkat kejernihan menurun serta konduktifitas air naik yang dapat diamati dari hasil analisa/ pemeriksaan pada arus balik yang menuju ke kolam. Kemudian selama air pendingin masih memenuhi standar pengoperasian ISFSF maka penggantian resin masih dapat ditangguhkan.

## PENGGANTIAN RESIN

Resin pada mixed bed filter akan layak untuk diganti apabila beda tekanan telah melebihi 0,5 bar, air pendingin kelihatan kotor dan susah

dibersihkan dan konduktivitas melebihi 0,8 ms/m. Syarat lain untuk penggantian resin adalah sistem ini dalam keadaan tidak beroperasi. Untuk mengganti resin pertama kali kolom bed diisi dengan air sampai pada ketinggian 1,5 m, lubang pemasukan dan pengeluaran resin dibuka. Pipa pengeluaran resin dimasukkan kedalam tangki limbah resin, kemudian dari atas dialirkan air sehingga semua resin akan keluar dari tangki bed. Kemudian lubang bawah ditutup dan untuk mengisi kembali dengan resin baru, resin dimasukkan resin transfer unit yang didorong dengan aliran air agar dapat masuk kedalam tangki mixed bed dan untuk selanjutnya dapat dioperasikan seperti sediakala.

#### SPESIFIKASI KOMPONEN

Peralatan dan komponen utama yang digunakan untuk pembersihan air pendingin fasilitas ISFSF adalah sebagai berikut:

#### POMPA PENUKAR ION KOLAM

##### PENYIMPANAN

Tipe : Centrifugal  
Material : Stainlees Steel dengan Silicon Carbide  
Kapasitas : 6 m<sup>3</sup>/jam X 2,6 BAR  
Motor : 2,2 KW, TEFV 2900 RPM

#### POMPA PENUKAR ION KANAL

##### PENGHUBUNG

Tipe : Centrifugal  
Material : Stainlees Steel dengan Silicon Carbide  
Kapasitas : 6 m<sup>3</sup>/jam X 2,6 bar  
Motor : 2,2 KW, TEFV 2900 RPM

#### BEJANA MIXED BED

Bejana mixed bed dengan ukuran nominal, tinggi 1,5 m diameter luar 0,75 m. Bejana Dirancang sesuai dengan BS 5500 klas 1 dengan Internal mesh beserta penyokong resin dengan ukuran yang sesuai. Bed terdiri dari 2 Mixed resin dengan bagian yang sebanding diameter paralel resin < 0,3 mm dan volume resin 0,2 m<sup>3</sup>. Ketinggian bed didalam bejana = 0,5 m dan beda tekanan antara masuk dan keluar 0,5 bar.

#### RESIN TRANSFER UNIT

Memiliki bentuk dan ukuran yang sama dengan bejana mixed bed filter.

#### BED CS RESIN PENUKAR ION

Bed ini memiliki bentuk dan ukuranyang sama dengan bejana mixed bed, hanya saja jenis resin dan penangkap unsur Caesium yang terdapat pada pendingin bahan bakar bekas yang beroperasi.

#### OUTLET FILTER

Tipe : Disposable Cartigre  
Material : Stainlees Steel  
Cartrige : 10 micro meter  
Kapasitas aliran : 20 m<sup>3</sup>/jam  
Kondisi : Tekanan maksimum 6 bar dan suhu 100°C

#### TANGKI LIMBAH RESIN

Tangki ini berkapasitas 2,5 m<sup>3</sup> dan ini akan dikosongkan dengan menggunakan prosedur penanganan limbah semi cair.

#### TANGKI LIMBAH CAIR AKTIF

Tangki ini berkapasitas 2,5 m<sup>3</sup> dan ini akan dikosongkan dengan menggunakan prosedur penanganan limbah semi cair.

### DISKRIPSI PROSES

Pada tahap awal pengisian kolam penyimpanan dan kanal penghubung digunakan air yang dihasilkan oleh *demi water plant* ISFSF dan ditambah dengan air yang dihasilkan oleh *demi water plant* PRSG. Sedangkan untuk memelihara tingkat kejernihan secara reguler sistem pendingin di by pas dengan mengoperasikan pompa sirkulasi dengan kecepatan aliran 6-18 m<sup>3</sup>/jam dan filter 10 micro meter. Apabila air kolam dan kanal penghubung sudah tidak jernih lagi maka air pendingin tersebut perlu dianalisa unsur-unsur yang terkandung dan pengotor didalamnya, untuk menentukan apakah pendingin mengandung unsur Cs. Untuk pendingin yang tidak mengandung unsur Cs maka pembersihannya tanpa melewati Caesium bed dan hanya menggunakan mixed bed filter, sedangkan untuk pendingin yang mengandung unsur Cs maka pembersihannya harus melewati mixed bed filter dan Caesium bed filter sebelum air pendingin dikembalikan ke kolam penyimpanan dan kanal penghubung (lihat Gambar 1). Pertama-tama air pendingin disaring menggunakan *cartridge filter* 10 micro meter, untuk memindahkan solid aktif dan non aktif yang dapat mengkontaminasi bed-bed penukar ion. Kemudian air dilewatkan bed penukar ion lagi untuk mencegah resin yang terikut aliran air balik ke kolam. Untuk memantau efisiensi bed penukar ion, dilakukan analisa sampel terhadap arus balik aliran air ke kolam.

Apabila resin sudah tidak mampu lagi untuk menyerap pengotor air pendingin maka pencucian atau penggantian resin dilakukan dengan cara sebagai berikut : Bejana penukar ion disemprot balik untuk mengeluarkan air kolam yang ada di sela-sela resin. Selanjutnya resin bed dibersihkan dan didorong tengan, memompa air

bebas mineral dengan arah aliran dari atas ke bawah, maka seluruh resin akan ditampung kedalam sebuah tangki. Untuk selanjutnya bed resin yang telah kosong diisi lagi dengan resin yang baru.

### OPTIMASI PENGGANTIAN RESIN

Bahan kimia yang digunakan untuk menangkap pengotor pada mixed bed filter sistem purifikasi ISFSF adalah resin penukar ion. Jenis resin penukar ion yang digunakan di dalam mixed bed filter adalah campuran Kation IRN-78 dan Anion IRN-77. Hal ini dimaksudkan untuk menangkap ion yang bermuatan positif seperti ion logam, kotoran-kotoran yang masih lolos dari penyaringan sebelumnya dan juga menangkap ion-ion yang bermuatan negatif seperti sisa asm. Dengan bertambahnya waktu penggunaan resin penukar ion pada mixed bed filter, maka resin tersebut akan mengalami kejenuhan atau kemampuan untuk memfilter menjadi berkurang. Tingkat kejenuhan resin ini dapat diketahui dengan menganalisa unsur-unsur kimia yang terkandung didalam air pendingin dari arus balik, aktivitas air pendingin, konduktivitas air dan beda tekanan pada mixed bed filter.

Pengamatan dilakukan secara periodik pada beberapa tingkat volume mixed bed filter atau ketinggian kolom mixed bed filter. Berdasarkan pengalaman tim komisioning dari kontraktor dan UPT-MPIN penggunaan campuran resin pada mixed bed filter sistem purifikasi ISFSF akan optimum apabila kolom mixed bed diisi dengan 200 liter atau ketinggian kolom 0,5 m dan ini akan memberikan beda tekanan sebesar 0,5 bar. Sedangkan kolom mixed bed filter sendiri berupa tabung tegak dengan diameter 0,75 m dan tinggi 1,5 m atau memiliki volume sebesar 660 liter.



Apabila kolom mixed bed filter ini diisi dengan campuran resin kurang dari 200 liter berarti ketinggian isi kolom kurang dari 0,5 m dan beda tekanan kurang dari 0,5 bar akibatnya jarak antara butiran resin satu dengan lainnya lebih renggang, dan hasil saringannya masih kelihatan kotor dan tidak dapat memenuhi syarat-syarat pengoperasian sistem pendingin ISFSF seperti pada tabel diatas. Apabila kolom mixed bed filter diisi dengan campuran resin yang volumenya lebih dari 200 liter maka akan memberikan beda tekanan didalam mixed bed filter lebih dari 0,5 bar, akibatnya air hasil saringannya semakin jernih dan memenuhi syarat-syarat pengoperasian ISFSF. Akan tetapi dengan naiknya beda tekanan berarti debit alirannya akan mengecil dan kerja dari pompa distribusi akan semakin berat, hal ini karena jarak antara butiran resin semakin rapat/ dekat.

Pada kondisi normal kenaikan beda tekanan dapat diakibatkan karena resin didalam kolom mixed bed filter sudah jenuh dengan kotoran. Hal ini disebabkan karena ruangan/rongga diantara butiran resin semakin kecil karena telah terisi oleh kotoran. Selanjutnya apabila beda tekanan ini naik lebih dari 0,5 bar saja maka resin ini harus segera di flushing untuk dicuci atau diganti.

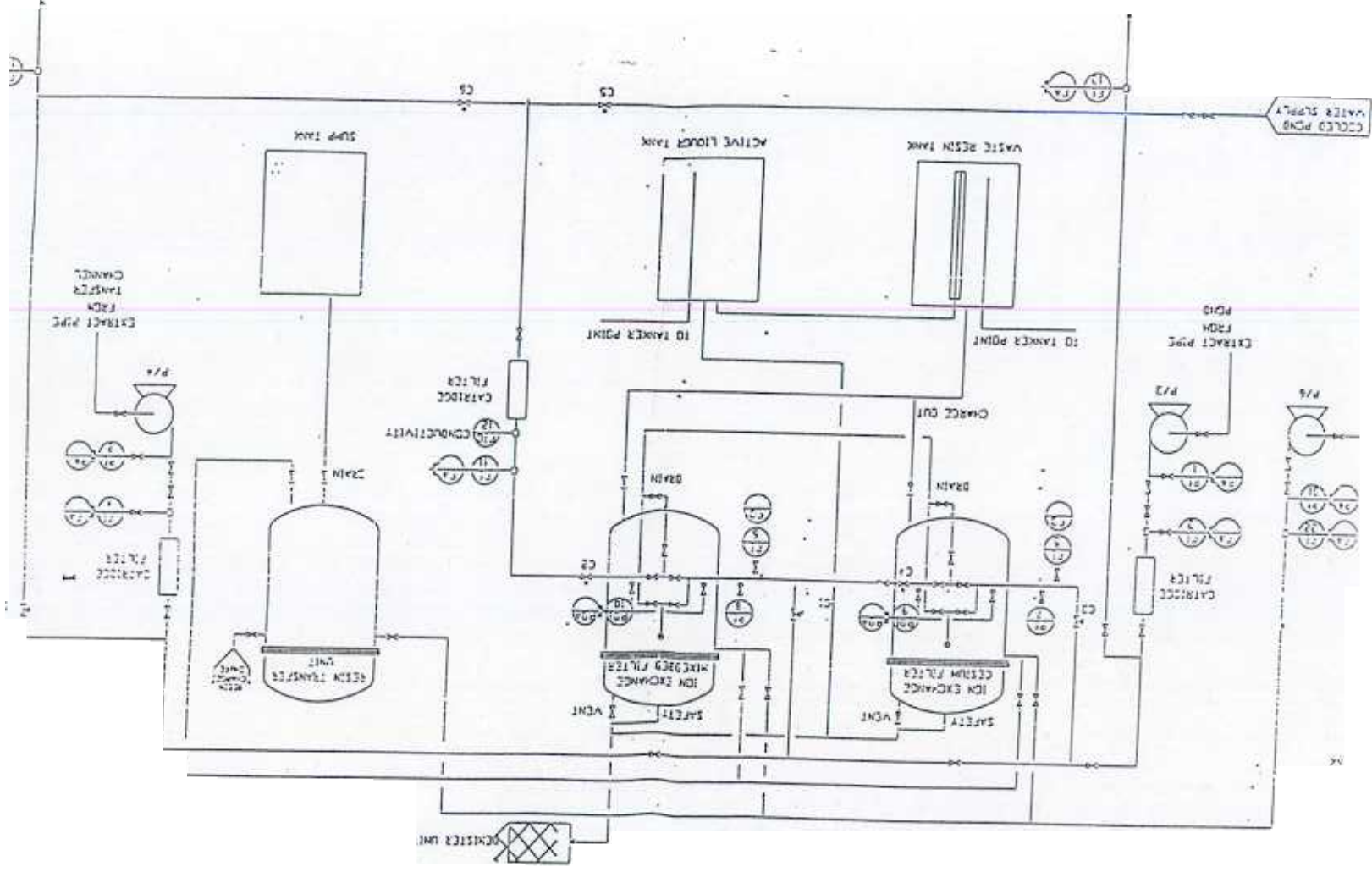
## **KESIMPULAN**

Penggunaan resin pada sistem pemurnian ISFSF RSG-GAS berada didalam mixed bed filter, sedangkan jenis resin yang digunakan adalah campuran Kation IRN-78 dan Anion IRN-77 yang digunakan sebagai

penangkap pengotor agar air pendingin dapat memenuhi persyaratan pengoperasiannya. Dari basis disain menyatakan bahwa pengotor yang dapat disaring oleh resin mixed bed filter adalah zat-zat yang terlarut dalam air termasuk diantaranya produk fisi, sedangkan adanya Caesium di dalam air pendingin akan menuntut dipasangnya Caesium bed diluar mixed bed filter karena unsur Caesium ini tidak dapat ditangkap oleh jenis resin diatas dan tentunya harus dengan jenis resin yang berbeda. Resin pada mixed bed filter ini memiliki ukuran diameter 0,3-0,2 mm dan akan beroperasi secara optimum apabila tangki mixed bed ini berisi 200 liter atau ketinggian kolom 0,5 m.

## **DAFTAR PUSTAKA**

2. Preliminary Package Design ISFSF, AEA Engineerng Unaited Kingdom.
3. Badan Tenaga Atom Nasional, MPR-30 Safety Analysis Report, Batan, Jakarta 1986.
4. Pustandyo.W., Analilisis Keandalan Resin Penukar Ion Terhadap Kualitas air pendingin Primer, Laporan Penelitian 1993/1994, Maret 1994.



Gambar 1. Sistem Pemurnian Kolam ISFSF RSG-GAS