

## UNJUK KERJA SISTEM AIR BEBAS MINERAL UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF

Jonner Sitompul, Sri Maryanto  
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN  
jonner@batan.go.id

### ABSTRAK

UNJUK KERJA SISTEM AIR BEBAS MINERAL UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF. Pengoperasian sistem air bebas mineral dilakukan untuk mendukung proses pengolahan limbah radioaktif cair. Air bebas mineral dipergunakan sebagai media pencuci zat radioaktif dalam proses pengolahan limbah radioaktif cair pada sistem Evaporasi dan untuk kegiatan penelitian di laboratorium Preparasi dan Analisis Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR). Keberhasilan pengolahan limbah radioaktif cair dipengaruhi kualitas dan mutu air bebas mineral. Untuk menjaga dan memastikan kualitas air bebas mineral, diperlukan unjuk kerja sistem air bebas mineral yang baik dan prima, sehingga dilakukan pengoperasian secara berkala atau pemanasan, perawatan dan perbaikan sesuai kebutuhan. Pengoperasian pemanasan dilakukan terhadap pompa booster, pompa sirkulasi dan pompa distribusi. Perbaikan/revitalisasi sistem air bebas mineral dilakukan pada tabung Anion dan tabung Kation. Dari data hasil pengukuran air bebas mineral yang dihasilkan sistem peralatan air bebas mineral diperoleh kualitas konduktivitas rata-rata lebih kecil dari  $2\mu\text{Sm/cm}$ , sehingga kebutuhan laboratorium Preparasi dan Analisis dan sistem Evaporasi dalam melakukan pengolahan limbah radioaktif di PTLR terpenuhi dengan baik dan aman.

Kata Kunci : air bebas mineral, pengolahan limbah radioaktif

### ABSTRACT

*PERFORMANCE OF WATER DEMINERALIZED WATER SYSTEM FOR RADIOACTIVE WASTE PROCESSING. The operation of a demineralized water system is carried out to support the process of liquid radioactive waste treatment. Demineralized waters used as a radioactive washer medium in the processing of liquid radioactive waste in Evaporation system and for research activities in laboratory of Preparation and Analysis of Radioactive Waste Technology Center (RWTC). The success of liquid radioactive waste treatment is influenced by the quality and quality of mineral free water. To maintain and ensure the quality of mineral-free water, it is necessary to perform good and excellent demineralized water system performance, so that the operation is done periodically or heating, maintenance and repair as needed. Heating operation is carried out on booster pumps, circulation pumps and distribution pumps. Improvement / revitalization of demineralized water system is done on Anion and Cation tube. From the result of measurement of demineralized water produced by demineralized water equipment system, the average conductivity quality is smaller than  $2\mu\text{Sm/cm}$ , so the need of laboratory of Preparation and Analysis and Evaporation system in conducting the processing of radioactive waste in PTLR is fulfilled well and safe used to meet the needs of the Evaporation system in processing radioactive waste in PTLR.*

*Keywords: demineralized water, radioactive waste treatment.*

### PENDAHULUAN

Air bebas mineral adalah air yang tidak mengandung atau sangat sedikit mineral-mineral atau garam-garam sehingga daya (kemampuan) untuk menghantar listrik sangat terbatas. Tingkat kebebasan mineral ditunjukkan oleh derajat konduktivitas atau daya hantar listrik air tersebut, yang biasanya diukur dengan Siemens atau Ohm. Sebagai contoh air bebas mineral yang digunakan untuk berbagai keperluan pada umumnya harus mempunyai konduktivitas  $> 500.000\text{ ohm}$  atau daya hantar listrik  $< 2\mu\text{Sm/cm}$

Unit pemurnian air yang ada di PTLR bertujuan menghasilkan air bebas mineral. Air tersebut digunakan untuk mendukung proses pengolahan limbah radioaktif cair secara evaporasi dan keperluan penelitian di laboratorium Preparasi dan Analisis Bidang

Pengelolaan Limbah (BPL) dan bidang lain di PTLR.

Kegiatan pengoperasian pengolahan limbah radioaktif cair berkurang karena berkurangnya limbah cair dari Pusat Teknologi Reaktor Riset (PTRR) dan dari instalasi-instalasi BATAN lainnya maupun dari luar BATAN. Akibatnya penggunaan air bebas mineralpun berkurang. Pemakaian air bebas mineral untuk proses pengolahan tersebut sampai akhir 2016 hanya 740,04 gallon.<sup>[1]</sup>

Pengoperasian peralatan sistem air bebas mineral dilakukan pada kegiatan perawatan (regenerasi) dan pemanasan rutin minggu, sehingga kualitas air demin yang disyaratkan untuk pengolahan limbah cair dapat terpenuhi dengan konduktivitas di bawah  $2\mu\text{S/cm}$ .

## TATA KERJA

### Bahan, peralatan dan pelaksanaan kegiatan.

Bahan Air baku dari PAM Puspipstek dengan ph 6 – 7, NaOH (soda api 98 % flake) dan HCl 32 %<sup>[2]</sup>. Sistem air bebas mineral dioperasikan dengan menggunakan salah satu pompa distribusi P 62201 A atau P 62201 B yang secara otomatis akan beroperasi bergantian yang diatur *selector switch* pada posisi *auto* jika satunya beroperasi. Konduktifitas air baku PDAM Puspipstek dan air bebas mineral hasil produksi Filter Anion dan Kation di ukur dengan Conductivitymeter.

### 1. Regenerasi Resin Anion dan Resin kation<sup>[2]</sup>

- Pengecekan air baku pada tangki R 62201, R 62202 dan R 62203
- Proses regenerasi :

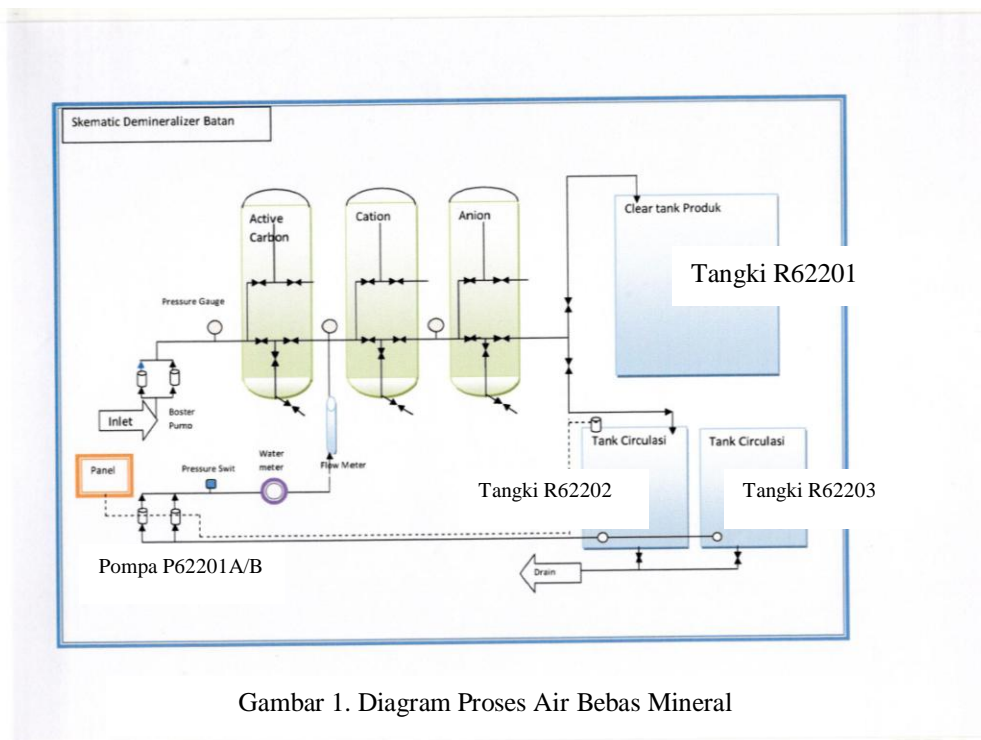
\* Pada tangki Resin Kation : HCL 32 % sebanyak 9 liter dicampur air hingga menjadi

$\pm$  30 liter dalam wadah *chemical* HCL. Pompa P 62204 dihidupkan sampai larutan

*chemical* habis. Supaya sisa larutan *chemical* pada saluran pipa dan wadah hilang valve V7 & V9 dibuka  $\pm$  5 – 10 menit. Setelah benar-benar bersih valve V 7 & V9 ditutup.

\* Pada tangki Resin Anion : NaOH 48% sebanyak 10 liter dicampur air hingga menjadi

$\pm$  100 liter dalam wadah *chemical* NaOH. Pompa P 62204 dihidupkan sampai larutan *chemical* habis. Supaya sisa larutan *chemical* pada saluran pipa dan wadah hilang, valve V16 & V42 dibuka  $\pm$  5 – 10 menit. Setelah benar-benar bersih valve V 16 & V42 ditutup kembali.



Gambar 1. Diagram Proses Air Bebas Mineral

### 2. Pengoperasian

Setelah proses regenerasi selesai, air demin yang telah memenuhi syarat lalu disalurkan ke tangki penyimpanan R 62203 (kapasitas 4 m<sup>3</sup>) dengan membuka valve V30 dan V44. Pengoperasian pompa distribusi P 62201 A atau P 62201 B diposisikan secara otomatis, sehingga berfungsi bergantian dan *stand-by* sesuai pengaturan *selector switch* yang ditentukan. Air bebas mineral dikirimkan ke sistem Evaporator dengan menggunakan P 62201 A atau P 62201 B untuk keperluan proses pengolahan limbah radioaktif

cair dan kegiatan penelitian di laboratorium Preparasi dan Analisis dengan membuka valve V31.

### 3. Perawatan

Perawatan dilakukan dengan melakukan pemeriksaan beberapa bagian peralatan Sistem Air Bebas Mineral, yaitu :

- pembersihan tangki R 62202, R 62203, dan R 62204.
- pemeriksaan valve-valve dan saluran sirkulasi minimal.

- pemeriksaan pompa-pompa sirkulasi dan distribusi (*clearence* kelurusan poros motor terhadap poros pompa, *bearing*, temperatur dan *megger*).
- pemeriksaan dan pembersihan panel kelistrikan dari kotoran 3 bulan sekali
- pemeriksaan kualitas air minmal.

#### 4. Pemanasan

Telah dilakukan pemanasan peralatan sistem asir bebas mineral, diantaranya pompa Booster P 62202 A dan P 62202 B, pompa Distribusi P 62201 A dan P 62201 B, pompa Sirkulasi P 62203 dan pompa Regenerasi P 62204 selama 3 jam per minggu dalam tiap bulannya.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahun kegiatan 2016 Sistem Air Bebas Mineral dilakukan proses regenerasi, pengoperasian sistem dan operasi pemanasan peralatan. Untuk memenuhi kebutuhan air bebas

mineral pada pengolahan limbah cair di unit evaporasi dilakukan pengoperasian sistem air bebas mineral selama 225 jam yang terdiri dari pengolahan limbah cair 65 jam dan pemanasan rutin 160 jam. Pemanasan dilakukan rutin setiap mingguan 0,5 jam karena pengoperasian sistem evaporasi hanya secara berkala atau tidak setiap hari sesuai kebutuhan dan kondisi jumlah limbah radioaktif cair.

#### 1. Pemakaian Bahan Kimia <sup>[3]</sup>

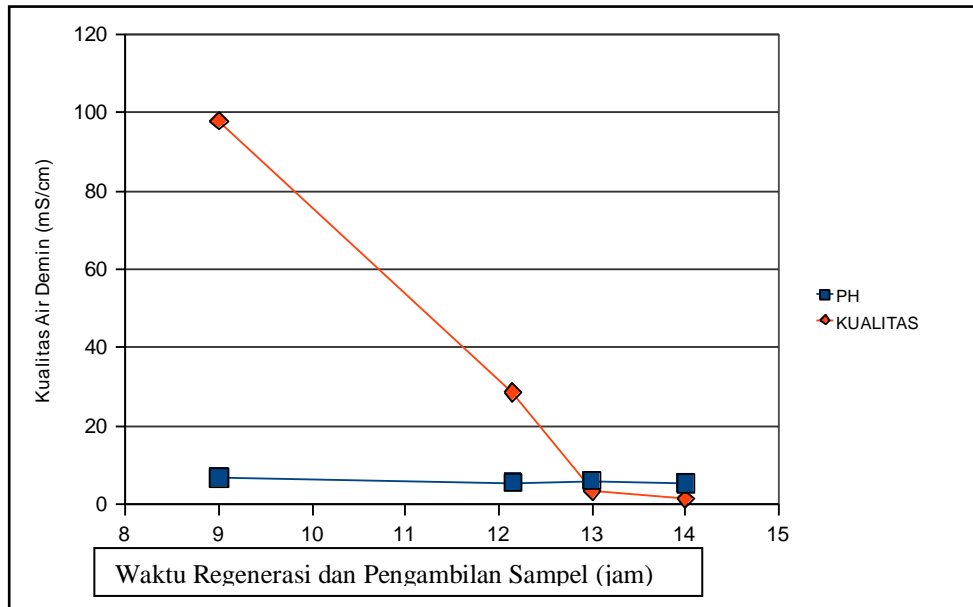
Untuk melakukan regenerasi diperlukan bahan kimia HCL dan NaOH. Rata-rata kebutuhan adalah HCl 9 liter untuk meregenerasi resin penukar kation dan meregenerasi resin penukar kation NaOH 10 liter. Pengamatan dilakukan dengan cara melihat jumlah kebutuhan kedua bahan kimia tersebut untuk setiap regenerasi.

Tabel 1.Data Air Baku Sebelum Regenerasi.

No	Tanggal	KUALITAS AIR BAKU				KETERANGAN
		PH	WARNA	BAU	KONDUKTIVITAS	
1	05 -01 - 2016	6,6	Tidak berwarna	Tidak berbau	87 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm
2.	06 -01 - 2016	6,6	Tidak berwarna	Tidak berbau	90 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm
3.	07 -01 - 2016	6,5	Tidak berwarna	Tidak berbau	92 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm
4.	19 -01 - 2016	6,7	Tidak berwarna	Tidak berbau	90 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm
5.	20 -01 - 2016	6,5	Tidak berwarna	Tidak berbau	92 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm
6.	21 -01 - 2016	6,4	Tidak berwarna	Tidak berbau	90 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm

Tabel 2.Data Kualitas Air Bebas Mineral Setelah Regenerasi

No	J A M	KUALITAS AIR HASIL REGENERASI				KETERANGAN
		PH	WARNA	BAU	KONDUKTIVITAS	
1.	09.00	6,50	Tidak berwarna	Tidak berbau	98,0 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat > 2 $\mu$ S/cm
2.	09.30	5,50	Tidak berwarna	Tidak berbau	85,0 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat > 2 $\mu$ S/cm
3.	10.00	5,25	Tidak berwarna	Tidak berbau	65,0 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat > 2 $\mu$ S/cm
4.	11.00	5,05	Tidak berwarna	Tidak berbau	45,0 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat > 2 $\mu$ S/cm
5.	12.00	5,05	Tidak berwarna	Tidak berbau	25,0 $\mu$ S/cm	Tidak memenuhi syarat > 2 $\mu$ S/cm
6.	13.00	5,00	Tidak berwarna	Tidak berbau	1,8 $\mu$ S/cm	Memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm
7.	14.00	5,00	Tidak berwarna	Tidak berbau	1,5 $\mu$ S/cm	Memenuhi syarat < 2 $\mu$ S/cm



Gambar 2. Hubungan Waktu Regenerasi dengan Kwaliatas Air Bebas Mineral<sup>[4]</sup>.

**2. Regenerasi Resin Anion dan Resin kation** <sup>[3]</sup>

Pada laporan kegiatan tahun 2016, telah dilakukan 1 (satu) kali regenerasi dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 pada saat sampel diambil pada tanggal 07 Februari 2016 dan pemeriksaan sampel 09 Februari 2016.

Dalam pengamatan selama 6 hari berturut-turut, nilai konduktifitas air baku yang bersumber dari PDAM Puspipetek berkisar 87 µS/cm sampai 92 µS/cm (dapat dilihat pada Tabel 1.). Nilai tersebut sangat jauh dari nilai konduktifitas maksimal yang dipersyaratkan sistem Evaporasi Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif yaitu 2µS/cm<sup>[5]</sup>. Setelah dilakukan Regenerasi selama 5 jam nilai konduktifitas Air Bebas Mineral menjadi sangat bagus pada nilai 1,8µS/cm – 1,4µS/cm. Hal ini dapat terjadi karena resin penukar ion di dalam tabung Anion dan Kation Sistem Air Bebas Mineral terbukti berfungsi dengan baik untuk

menyerap mineral-mineral yang ada pada kandungan air baku yang bersumber dari PDAM Puspipetek yang sebelumnya konduktifitas 87µS/cm sampai 92µS/cm. Nilai konduktifitas hasil regenerasi dapat dilihat pada Tabel 2.

**3. Pengoperasian**

Pada 2016 pengoperasian sistem air bebas mineral dioperasikan selama 65jam dengan total yang dihasilkan sebanyak 3.435,9 gallon untuk kebutuhan sistem Evaporasi. Dan untuk kegiatan penelitian di laboratorium Preparasi dan Analisis sebanyak 270gallon dioperasikan selama 1,5jam. Jumlah Air Bebas yang dihasilkan selama dioperasikan pada tahun 2016 dapat dilihat pada tabel Tabel 3. sesuai dengan Pengoperasian pengolahan limbah radioaktif cair pada sistem Evaporasi.

Tabel 3. Jumlah Pemakaian Air Bebas Mineral.

Kebutuhan	Debit Aliran (gpm)	Waktu Operasi (jam)	Pemakaian Air Bebas Mineral (gallon)
Kolom Separator	0.881	65	65 x 60 x 0.881 = 3.435,9
Anti Foaming	0.013	-	-
Laboratorium	3.0	1,5	1,5 x 60 x 3,0 = 270

## KESIMPULAN

1. Unjuk Kerja Sistem Air Bebas Mineral selama tahun 2016 dalam melayani kebutuhan IPLR masih dapat berjalan dengan normal, karena kualitas air masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan  $< 2 \mu\text{S/cm}$ .
2. Pengoperasian sistem air bebas mineral dioperasikan berdasarkan permintaan, baik untuk proses pengolahan limbah cair maupun keperluan di laboratorium Preparasi dan Analisis Bidang Pengelolaan Limbah.
3. Kegiatan Regenerasi sistem air bebas mineral dapat dilaksanakan dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

## SARAN

Ketika melakukan regenerasi pada tangki Anion, Kation diperlukan bahan kimia NBS (Natrium Bisulfat/ $\text{NaHSO}_3$ , HCL, NaOH sehingga diperlukan tempat/ruangan khusus bahan kimia untuk menghindari terjadinya korosif terhadap peralatan-peralatan dan tangki penampung air demin.

## DAFTAR PUSTAKA

1. TEDDY SUMANTRI, "Sistem Air Bebas Mineral", *Diktat Praktikum Sarana Penunjang*, 1988.
2. Anonim, "System Not Demineralized Water" PTPLR, 1985.
3. SAFILT. "Operating Manual Demin Water System" PTPLR, 1985.
4. Anonim, "Demineralized Water System", *Calculation Sheet 15*, 1985.
5. PUSTANDYO W, DYAH HERLINA, TH RINA M, "Analisis Keandalan Resin Penukar Ion Terhadap Kualitas Air Pendingin Primer", 1994.

