

## PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN PERALATAN PROSES UNIT EVAPORASI

**Bambang Sugito, Yayat Bernadi, Budiyo**  
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif- BATAN  
Kawasan PUSPIPTEK –Serpong 15310  
bbsugito@batan.go.id

### ABSTRAK

**PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN PERALATAN PROSES UNIT EVAPORASI.** Kegiatan ini telah dilaksanakan dengan tujuan agar peralatan proses evaporasi dapat berfungsi dengan baik setiap saat atau untuk memperpanjang umur alat. Dalam usaha untuk kelancaran proses pengolahan limbah radioaktif cair di PTLR, diperlukan suatu program perawatan peralatan proses evaporasi yang dapat menjamin kondisi peralatan dalam kondisi siap pakai. Selama tahun 2017 telah dibuat dan dilaksanakan program berkala perawatan peralatan proses evaporasi, baik triwulan maupun tahunan. Peralatan proses evaporasi yang terdiri dari tangki-tangki, pompa, *valve* masih berfungsi baik, parameter ukur juga masih berfungsi dengan baik. Kegiatan perawatan yang dilaksanakan terdiri dari 2 pokok kegiatan, yaitu kegiatan preventif dan kuratif. Selama tahun 2017 unit evaporasi telah dioperasikan untuk mengolah limbah radioaktif cair dari Pusat Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy

**Kata kunci :** perawatan, peralatan proses, evaporasi

### ABSTRACT

**MAINTENANCE AND REQUIREMENT OF EVAPORATION PROCESS EQUIPMENT.** This activity has been carried out with the aim that the evaporation process equipment can be operated at any time or to extend the lifetime of the tool. According to the effort to smooth the processing of liquid radioactive waste in PTLR requires an evaporation process equipment maintenance program to ensure the condition of the equipment is ready to use. During in 2017, periodic maintenance program evaporation equipment have been made and carried out, either quarterly or yearly. Evaporation equipment consisting of tanks, pumps, valves are still running well. Maintenance activities are carried out in consists of two main activities, are preventive and curative activities. In 2017 the evaporation unit has been successfully operated for the evaporation process of liquid radioactive waste from PRSG GA Siwabessy

**Keywords :** maintenance, process equipment, evaporation

### PENDAHULUAN

Undang-undang Negara Republik Indonesia No. 10 Tahun 1997 Tentang Ketenaganukliran, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 61 Tahun 2013 Tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif mengamanatkan Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) – Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) sebagai badan pelaksana pengelolaan limbah radioaktif di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. PTLR–BATAN sebagai badan pelaksana pengelolaan limbah radioaktif secara nasional mempunyai tugas untuk melakukan penelitian, pengembangan dan penerapan teknologi pengelolaan limbah radioaktif dan pelayanan pengelolaan limbah radioaktif<sup>1)</sup>

Dengan beroperasinya Reaktor Serba Guna (PRSG), akan menghasilkan limbah radioaktif cair yang akan dikirim ke PTLR untuk diolah, sehingga unit proses evaporasi harus bisa dioperasikan untuk mengolah limbah radioaktif tersebut secara maksimal. Untuk itu Instalasi pengolahan limbah radioaktif cair harus dipelihara dan dirawat agar bisa dioperasikan untuk mengolah limbah radioaktif tersebut. Agar unit evaporasi dapat beroperasi perlu pemeliharaan dan perbaikan dengan baik serta berkesinambungan. Walaupun selama ini telah dilakukan perawatan tetapi karena tidak dioperasikan pada level operasi sesungguhnya maka parameter ukur banyak mengalami penurunan fungsi, sehingga perlu kalibrasi agar nilai yang ditunjukkan sesuai dengan nilai sebenarnya

Limbah radioaktif cair dari PRSG diangkut ke ruang penyimpanan limbah mentah di Unit Evaporasi menggunakan mobil pengangkut limbah cair. Pada saat pengambilan limbah cair, dilakukan juga sampling untuk keperluan analisis. Kapasitas mobil pengangkut adalah lebih kurang 2,5 m<sup>3</sup>. Pengaturan konfigurasi *valve* dilakukan untuk penempatan limbah ke salah satu tangki dari empat

tangki R2201A, R2201B, R2201C atau R201D yang tersedia. Limbah cair dipompa dari mobil pengangkut ke dalam tangki penyimpanan limbah mentah.

Proses pengolahan limbah radioaktif cair menggunakan sistem evaporasi. Hasil proses evaporasi berupa limbah semi cair (konsentrat) dan destilat. Konsentrat pada tahap selanjutnya disementasi dalam shell 950 liter, sedang destilat yang berupa larutan non radiasi bisa dibuang/*release* ke PBT (Pantauan Buangan Terpadu)<sup>[4]</sup>. Proses pembuangan destilat didampingi petugas proteksi radiasi dan dilengkapi Berita Acara pembuangan.

Pelaksanaan kegiatan perawatan peralatan proses evaporasi dilaksanakan secara periodik maupun insidental bila terjadi kerusakan. Dengan pelaksanaan perawatan yang baik diharapkan akan memperpanjang umur pakai peralatan pada fasilitas proses pengolahan limbah radioaktif, sehingga proses pengolahan limbah dapat dilaksanakan sesuai target yang diharapkan.

Perawatan peralatan proses unit evaporasi ada yang bersifat operasional ada juga yang bersifat *test* individual. Untuk yang bersifat individual lebih mudah karena tidak terkait *system* yang lain, tetapi untuk *system* yang operasional, harus koordinasi dengan bidang yaitu Bidang Pengembangan Fasilitas Proses (BPFL) karena memerlukan unit penunjang dalam operasionalnya yang harus dijalankan oleh operator yang bersangkutan. Perawatan peralatan proses evaporasi pada makalah ini hanya akan membahas perawatan peralatan proses yang dilaksanakan pada tahun 2017.

## TATA KERJA

### Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah : *tang ampere*, *thermometer*, *tool kit*, alat ukur getaran, *multitester*, alat ukur kebisingan dan *tachometer*. Bahan yang digunakan adalah, kain majun, cairan pembersih, pelumas/ *grease*. Kegiatan ini dilaksanakan di Gedung No. 50 PTLR BATAN pada tahun 2017.

### Metode

Kegiatan perawatan peralatan unit evaporasi dilaksanakan secara berkala yaitu meliputi kegiatan non teknik dan kegiatan teknik. Kegiatan non teknik yaitu kegiatan pengadaan *spare part* dan rencana penyusunan program perawatan. Perawatan teknik dibagi menjadi dua kegiatan pokok yaitu kegiatan perawatan mekanik dan perawatan elektrik. Dalam pelaksanaannya perawatan peralatan evaporasi dilaksanakan sebelum terjadi kerusakan atau disebut perawatan preventif dan perawatan setelah terjadi kerusakan yang disebut perawatan kuratif (perbaikan atau reparasi).

Perawatan / perbaikan yang tidak bisa dikerjakan sendiri dikerjakan bersama staf BPFL-PTLR.

### Teknik Perbaikan

1. Menukar komponen identik  
Merupakan metode perbaikan yang cukup berhasil karena akan memberikan indikasi positif dan negatif dan juga merupakan teknik yang jitu untuk mengisolasi kerusakan tanpa merusak.
2. Memindahkan komponen paralel  
Jika sistem tersusun dari beberapa komponen paralel atau komponen yang berlebihan, maka dapat dipindahkan tanpa mengganggu seluruh sistem.
3. Membagi sistem menjadi bagian-bagian  
Hal ini untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan secara berurutan/ serial sampai ditemukan kerusakan.
4. Perangkap/ *Trap Signal*  
Melengkapi alat ukur seperti *data logger*, *chart recorder*, *multimeter* dan alat ukur lainnya. Hal ini sangat bermanfaat pada kondisi kerusakan tanpa ada signal atau inisial. Jika mempunyai *record video kamera* atau *print recorder*, ini sangat membantu dalam mulai melacak kerusakan komponen / alat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peralatan proses evaporasi yang sebagian besar terdiri dari pompa – pompa, *valve-valve*, manual maupun *pneumatic*, *transmitter*, memerlukan perawatan yang baik dan berkesinambungan agar unjuk kerja peralatan tersebut tetap terjaga. Pompa digunakan untuk memindahkan fluida cair dari tekanan rendah ke tekanan dan / atau posisi yang rendah ke posisi yang tinggi. Pompa *centrifugal* mempunyai sebuah *impeler* untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeler* didalam zat cair, maka zat cair yang ada di dalam *impeler* terdorong oleh sudu-sudu sehingga ikut berputar. *Bearing* yang dipasang pada pompa harus benar agar *bearing* tersebut dapat tahan lama dan berfungsi sebagaimana mestinya yaitu untuk menopang poros pada saat berputar. Proses evaporasi dilaksanakan atau dikendalikan dari panel control evaporasi, sehingga tampilan panel juga harus dirawat dengan baik, baik kebersihan maupun lampu *mimic* panel dan semua *instrument* yang terpasang. Gambar 1 menunjukkan Panel Kontrol Evaporasi yang dilakukan perawatan.



Gambar 1. Panel Kontrol Evaporasi

Selama tahun 2017 telah dilaksanakan perawatan dan perbaikan peralatan unit evaporasi. Hasil kegiatan perawatan preventif diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Perawatan Preventif**

No.	Nama Alat	Parameter Ukur/ Tindakan	Periode Pemeliharaan	Kondisi
1.	14 buah Motor pompa ( P22001, P22002, P2203A, P2203B, P22004, P22005, P22006, P22007, P22008, P2209A, P2209B, P22010, P22011, P22012 )	Vibrasi, RPM, Arus, <i>Mechanical seal</i> , kopling	Triwulan	baik
2.	15 Buah <i>Valve</i> <i>Pneumatik</i> :			
	V 22075, V 22076, V 22079, V 22105, V 22106, V 22080, V 22086, V 22087, V 22088, V 22090, V	Pembersihan, cek fisik, kebocoran	bulanan	baik

No.	Nama Alat	Parameter Ukur/ Tindakan	Periode Pemeliharaan	Kondisi
	22091, V 62202, V 62501, V 62502, V 62503			
3.	R 22012 <i>hydraulic valve</i>	Pembersihan, cek fisik, kebocoran	bulanan	baik
4.	UR 22001	Pemanasan	mingguan	baik
5.	UR 22002	Pemanasan	mingguan	baik
6.	UR 22003	Pemanasan	mingguan	baik
7.	UR 22004	Pemanasan	mingguan	baik



Gambar 2. Tangki Destilat dan Pompa Destilat P2209B

Salah satu pompa yang perlu mendapatkan perawatan adalah pompa destilat, karena salah satu tolok ukur keberhasilan proses evaporasi adalah destilat yang dihasilkan tidak terkontaminasi. Pompa destilat ada dua yaitu P2209A dan P2209B, Pompa ini berfungsi untuk homogenisasi dan untuk pelepasan destilat ke lingkungan melalui PBT. Pengambilan sampel cairan destilat dilakukan secara berkala bersamaan dengan pengambilan konsentrat panas di tangki E 22001, untuk itu pompa sampel destilat harus dalam kondisi siap pakai. Pengambilan sampel destilat dari tangki R2206A atau R2206B dilakukan melalui *glove Box* R22013. Pompa dan tangki destilat diperlihatkan pada Gambar 2.

Unit *recorder* ( UR 22001, UR 22002, UR 22003 dan UR 22004 ) pada panel *control* evaporasi adalah motor penggulung kertas (*paper recorder*) yang dilengkapi pena, yang harus dirawat atau dioperasikan agar motornya tidak lembab dan berjamur. Hal yang tidak kalah penting adalah kalibrasi level *transmitter* agar penunjukkan di panel kontrol evaporasi sesuai dengan volume/ jumlah limbah cair yang ada di dalam tangki.

Unit evaporasi juga dilengkapi *Glove Box* B22002 yang berfungsi untuk mengambil sampel asam penghilang kerak dari tangki R22005. Asam penghilang kerak dipergunakan setelah satu siklus operasi, setelah penurunan konsentrat, evaporator direndam menggunakan asam penghilang kerak dengan normalitas 3N untuk mengurangi atau menghilangkan kerak pada evaporator. *Glove Box* B22002 perlu dirawat agar saat diperlukan bisa dioperasikan. Perawatan *Glove Box* B22002 diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kegiatan Perbaikan Glove Box B22002

Tabel 2. Perawatan Kuratif/ Korektif

No.	Nama Alat	Parameter Ukur/ Tindakan	Periode Pemeliharaan	Kondisi
1.	<i>Transmitter</i> LT R22001A	Kalibrasi	Tahunan	Baik
2.	<i>Transmitter</i> LT R22001B	Kalibrasi	Tahunan	Baik
3.	<i>Transmitter</i> LT R22001C	kalibrasi	Tahunan	Baik
4.	<i>Transmitter</i> LT R22001D	Kalibrasi	Tahunan	Baik
5.	<i>Transmitter</i> LT R22002	Kalibrasi	Tahunan	Baik
6.	<i>Transmitter</i> LT R22003	Kalibrasi	Tahunan	Baik
7.	<i>Transmitter</i> LT R22004	Kalibrasi	Tahunan	Baik
8.	<i>Transmitter</i> LT R22005	Kalibrasi	Tahunan	Baik
9.	<i>Transmitter</i> LT R22009A	Kalibrasi	Tahunan	baik
10.	<i>Transmitter</i> LT R22009B	Kalibrasi	Tahunan	Baik
11.	<i>Transmitter</i> LT R22010	Kalibrasi	Tahunan	Baik
12.	Panel evaporasi	Ganti lampu <i>mimic panel</i>	Sesuai kondisi	menyala

Karena unit evaporasi adalah alat untuk mengolah limbah radioaktif cair maka banyak tangki penampung limbah radioaktif cair di unit evaporasi. Tangki – tangki pada unit proses evaporasi berjumlah 15 buah, yang terdiri dari penampung limbah cair 4 buah dengan kapasitas masing-masing 50 m<sup>3</sup>, tangki destilat 2 buah masing – masing berkapasitas 50 m<sup>3</sup>, tangki aktif *effluent* 1 buah dengan kapasitas 15 m<sup>3</sup>, tangki *doubtful effluent* 1 buah kapasitas 15 m<sup>3</sup>, tangki asam encer 1 buah, tangki

soda 2 buah, dan tangki konsentrat 1 buah<sup>[5]</sup>. Semua tangki-tangki tersebut dalam kondisi baik. Untuk pemeriksaan tangki dilihat secara fisik dan pengecekan kebocoran secara langsung di lokasi. Semua tangki dilengkapi *level indicator* yang berfungsi untuk mengetahui tinggi cairan di tangki tersebut.

Penunjukkan atau *level indicator* pada tangki R2209B (penampung destilat) sudah bisa dilihat di *panel control* evaporasi, karena *transmitter* LT 2209B sudah diperbaiki. Tahun sebelumnya LT 2206B dipindah ke LI 2201B, pemindahan *transmitter* LT 2209B ke R2201B karena *transmitter* LT 2201B rusak. Hal ini dilakukan karena penunjukkan LI 2201B dianggap lebih penting karena pada saat proses evaporasi dari tangki R2201B ketinggian cairan akan terlihat terus menurun sesuai jumlah limbah yang diumpungkan ke evaporasi. Jika *level indicator* R 2201B tidak terlihat, operator akan kebingungan mengetahui berapa limbah yang tersisa dalam tangki R 2201B. Sedangkan tangki R 2209B adalah tangki penampungan destilat (cairan tidak aktif), sehingga untuk pengecekan level bisa dilihat secara manual tanpa takut resiko kontaminasi.

Perawatan berkala terhadap peralatan proses evaporasi dilaksanakan bersama tim perawatan (BPFL), sekaligus penyedia alat ukur peralatan. Pelaksanaan perawatan didampingi seorang petugas proteksi radiasi.

Motor pompa di unit evaporasi berjumlah 14 buah termasuk motor pengaduk anti buih. Motor-motor telah dilakukan pengecekan dan pengukuran beberapa parameter ukur yaitu, arus, getaran/ vibrasi, putaran, *mechanical seal* dan kopling. Hasil pemeriksaan kondisi motor pompa masih baik. Kondisi *pneumatic valve* berjumlah 16 buah dan satu buah *hydraulic valve* kondisinya masih berfungsi dengan baik. Pengecekannya dengan cara dicoba *open / close* baik melalui *panel control* utama I 22001 atau langsung dari distributornya menggunakan obeng minus.

Perbaikan yang biasa dilakukan pada unit evaporasi adalah dengan cara mengganti dengan komponen sejenis, hal ini mudah dilakukan karena suku cadang peralatan yang sering rusak sudah tersedia, misalnya *relay* dan lampu *mimic panel*. Gambar 4. Menunjukkan perawatan atau perbaikan pipa pendingin pompa P 22008.



Gambar 4. Perbaikan pipa pendingin pompa P 22008

Selama tahun 2017 telah dilaksanakan pengolahan limbah radioaktif cair secara evaporasi kurang lebih 115 m<sup>3</sup>. Proses pengolahan limbah radioaktif cair secara evaporasi tidak bisa sesuai target karena *Boiler* sebagai pembangkit *steam* untuk pemanas *evaporator* kedua-duanya rusak sehingga *evaporator* tidak bisa dioperasikan. Ketika *Boiler* rusak dan berlangsung lama, *evaporator* tidak bisa dioperasikan yang berakibat instrument di panel evaporasi tidak diketahui unjuk kerjanya..

## KESIMPULAN

Dari bahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :Dengan perawatan yang baik, berkala dan berkelanjutan peralatan proses evaporator masih berfungsi dengan baik, diantaranya *valve pneumatic*, pompa-pompa, panel kontrol dan lain-lain. Manfaat dari perawatan yang baik juga bisa memperpanjang umur alat, dengan adanya ketersediaan suku cadang akan mempercepat proses

perbaikan. Selama tahun 2017 dengan dukungan ketersediaan *Media Energi Suply* yang baik (MES / BPFL), evaporator dapat dioperasikan untuk mengolah limbah radioaktif cair dari PRSG  $\pm 115 \text{ m}^3$ .

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kami sampaikan kepada rekan-rekan di Sub Bidang Pengelolaan Limbah Radioaktif dalam pelaksanaan pengelolaan limbah radioaktif cair dan proses pemeliharaan dan perawatan selama tahun 2017.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Undang-Undang No. 10 Tahun 1997, Tentang Ketenaganukliran
- [2]. Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2013, Tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif
- [3]. Liquid Waste Treatment by Evaporation,” Operating Manual” WSPG.220.UKT.9001, Technic Atom, France
- [4]. Liquid Waste Processing by Evaporation, “System Note” WSPG.220.NTA.9001 Technic Atom, France
- [5]. Liquid Waste Processing by Evaporation,” Piping Instrumentation Diagram”, WSPG.220.GTA.0001.2 and WSPG.220.GTA.0001.3, Technic Atom, France