

PRARANCANGAN PENGOLAHAN LIMBAH RESIN BEKAS TANPA BAHAN Matriks dari PLTN TIPE PWR 1000 MW

Cerdas Tarigan
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, BATAN

ABSTRAK

PRARANCANGAN PENGOLAHAN LIMBAH RESIN BEKAS TANPA BAHAN Matriks dari PLTN TIPE PWR 1000 MW. Telah dilakukan prarancangan pengolahan limbah resin bekas tanpa bahan matriks dari PLTN tipe 1000 MW. Selama ini limbah radioaktif resin bekas diolah menggunakan proses immobilisasi menggunakan bahan matriks seperti campuran semen dan resin epoksi kemudian dikondisioning. Proses ini kurang efektif dan efisien karena volume hasil akhir olahan lebih besar dari volume awal limbah dan sistem pengoperasian dan perawatan instalasinya lebih sulit. Untuk mengatasi hal ini dibuat suatu prarancangan teknologi pengolahan limbah resin tanpa bahan matriks melalui proses penirisan, pengeringan dan kondisioning merupakan inovasi teknologi baru pengolahan limbah radioaktif resin bekas. Selain proses ini lebih efektif dan efisien volume hasil akhir olahan jauh lebih kecil dari volume awal limbah dan sistem pengoperasian dan perawatan instalasinya lebih mudah. Prarancangan ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat konseptual prarancangan instalasi penirisan, pengeringan dan kondisioning untuk pengolahan limbah resin bekas dari PLTN PWR 1000 MW.

Kata kunci : prarancangan, pengolahan, limbah radioaktif, tanpa bahan matriks

ABSTRACT

PRE DESIGN PROCESSING OF WASTE of EX-RESIN WITHOUT MATERIALS MATRIX FROM NUCLEAR POWER PLANT TYPE PWR 1000 MW. Have been done pre design processing of waste ex-resin without capacities matrix materials from nuclear power plant type PWR 1000 MW. During the time radioactive waste of ex-resin processed to use process of immobilization use matrix materials like mixture cement and epoxy resin and then conditioning. This process is not effective and efficient because end result volume of end product bigger than volume early operation system and maintenance of its installation more difficult. To overcome this created a design of technology processing of waste of ex-resin without matrix materials through process of strainer, drying and conditioning represent technological innovation newly processing of radioactive waste of ex-resin. Besides this process more effective and efficient, volume of end product waste much more small from volume early and operation system and maintenance of its easier installation. Pre design is expected to be used as a basis to make conceptual of pre design installation of strainer, drying and conditioning for the processing of waste of ex-resin from nuclear power plant type PWR 1000 MW.

Keywords: pre design, processing, radioactive waste, without material matrix

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) pertama di Indonesia direncanakan pada tahun 2016 merupakan implementasi dari Peraturan Presiden No.5 tahun 2006. Pembangunan PLTN disamping akan mencukupi kebutuhan energi yang sangat diperlukan untuk menunjang pembangunan, tetapi tidak dapat dipungkiri dampak pembangunan PLTN ini juga akan menimbulkan limbah radioaktif. Limbah yang ditimbulkan dari operasi PLTN dilihat dari bentuk fisiknya dibagi menjadi tiga bagian yaitu limbah radioaktif cair, padat dan gas.^[1] Pada pengoperasian PLTN salah satu pengolahan limbahnya yaitu dengan menggunakan penukar ion dan biasanya digunakan untuk melepaskan bahan bahan radioaktif dari air pendingin primer dan sekunder, kolam bahan bakar bekas. Pengolahan limbah radioaktif cair menggunakan resin kolom penukar ion bertujuan untuk mengikat radionuklida yang terkandung dalam limbah radioaktif. Limbah radioaktif cair akan berkontak secara kontinyu dengan resin penukar ion sehingga terjadi keseimbangan. Resin penukar ion yang sudah jenuh mengandung berbagai macam radionuklida yang mempunyai aktivitas tertentu dinamakan dengan limbah radioaktif resin bekas atau limbah radioaktif semi cair dan masih mengandung sekitar 50 % air.^[2,3]

Jumlah limbah radioaktif cair air pendingin, air kolam serta air steam generator dari reaktor PLTN tipe 1000 MW sekitar 2000 sd 2500 m³ pertahun. Jumlah limbah resin bekas yang dihasilkan dari PLTN tipe PWR 1000 MW dengan volume tahunan sekitar 40 m³ atau jumlahnya sekitar 15 % dari keseluruhan limbah. Aktivitas limbah resin bekas umumnya sekitar $10^{-3} < A \leq 10^{-1} \text{ Ci/m}^3$, sedangkan produk hasil belah utama yang terkandung dalam resin bekas adalah I-131, I-133, I-135, Xe-133, Xe-135, Kr-85, Kr-88, Br-83, Br-84, Sr-90, Cs-137.^[1] Tingkat aktivitas radioaktif yang tinggi dan jenis radionuklida yang

dikandungnya merupakan faktor penting yang berpengaruh pada perencanaan prarancangan pengolahan limbah resin tersebut.

Pada umumnya pengolahan limbah radioaktif resin bekas menggunakan proses immobilisasi dengan penambahan dan pencampuran bahan matriks seperti campuran semen dan resin epoksi di dalam wadah sebagai pengungkung. Proses ini kurang efektif dan efisien karena pengoperasiannya memerlukan biaya tinggi, menghasilkan limbah hasil olahan yang volumenya lebih besar 3 sampai 4 kali dari volume limbah awal dan sistem pengoperasian dan perawatan instalasinya lebih sulit.

Pengolahan limbah radioaktif resin bekas menggunakan proses proses penirisan, pengeringan dan kondisioning merupakan inovasi teknologi baru pengolahan limbah radioaktif resin bekas yang mengarah kepada proses pengolahan yang lebih efisien dan efektif. Selain proses ini lebih efektif dan efisien volume hasil akhir olahan jauh lebih kecil dari volume awal limbah dan sistem pengoperasian dan perawatan instalasinya lebih mudah.^[3] Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat perencanaan konseptual prarancangan instalasi penirisan, pengeringan dan kondisioning untuk pengolahan limbah resin bekas yang berasal dari pengoperasian PLTN tipe PWR 1000 MW.

2. TATA KERJA

Peralatan yang dibutuhkan dalam perencanaan pengolahan limbah resin bekas menggunakan proses penirisan, pengeringan dan kondisioning dapat dilihat pada skema diagram alur Gambar 1 dimana bagian masing masing alat terdiri dari :

- Tangki penirisan, dibuat dari drum ukuran volume 200 liter, bahan dari SS 304 L, $d = 5,5 \text{ dm}$, $t = 8,5 \text{ dm}$. Perhitungan pembuatan drum menggunakan rumus $V = \frac{1}{4} \pi d^2 t$, menggunakan standart internasional

dan drum ini bisa dibuat seperti yang ada telah tersedia di PTLR. Pemindahan limbah resin dari tangki reaktor ke tangki penirisan dan dari tangki penirisan ke tangki limbah cair menggunakan pompa pengisap.

- b. Tangki pengeringan, panjang 2 m, diameter 0,5 m, dibuat dari SS 304 L, menggunakan sistem pengeringan berputar (*rotary kiln*).
- c. Fasilitas penampung limbah resin bekas hasil pengeringan, dimasukkan kedalam drum 100 liter yang di buat dari bahan SS 304 L.
- d. Tangki penampung limbah radioaktif cair hasil tirsan, kapasitas 5 m³ terbuat dari SS 304 L.
- d. Sarana penunjang lain seperti pompa motor, sistem *vac-off gas*, listrik, udara tekan, air, peralatan keselamatan kerja dan sebagainya. Instalasi proses penirisan, pengeringan dan kondisioning diletakkan dalam gedung yang dipasang didalam *hot cell*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Didalam hal untuk mencapai target perencanaan prarancangan yang optimal, perlu dikaji dan dipelajari beberapa faktor yang berpengaruh dalam setiap tahapan prarancangan. Faktor yang berpengaruh dalam tahapan prarancangan ini antara lain aktivitas dan jenis kandungan radionuklida di dalam limbah radioaktif resin bekas, jenis dan kebutuhan bahan, pekerjaan sipil, pekerjaan mekanik, pekerjaan elektrik kontrol, sarana penunjang yang diperlukan dan sarana keselamatan kerja.

Pekerjaan sipil meliputi pemilihan jenis beton untuk pembuatan *hot cell*, pengecatan lantai dan dinding dengan jenis cat resin epoksi dan lobang penetrasi yang diperlukan, ruangan *hot cell* harus mempunyai tekanan negatif serta bahan dan tebal ruangan harus sesuai dan di hitung agar dosis paparan pada daerah kerja tetap aman. Pekerjaan mekanik meliputi semua pekerjaan yang berkaitan dengan logam,

baik untuk peralatan utama dan peralatan penunjang harus dibuat sesuai dengan hasil perhitungan prarancangan. Pekerjaan elektrik kontrol disajikan secara khusus untuk menunjang beroperasinya instalasi proses penirisan, pengeringan dan kondisioning.

Pemilihan teknik pemindahan limbah radioaktif resin bekas kedalam tangki penirisan, pemindahan limbah radioaktif resin bekas kedalam tangki pengeringan serta pemindahan limbah radioaktif resin bekas kering kedalam tangki atau kanister tempat penampungan limbah radioaktif resin bekas kering harus sesuai dengan dengan peraturan keselamatan kerja. Sistem transportasi dan penyimpanan hasil olahan di fasilitas penyimpanan sementara atau system penyimpanan lestari tanah dalam untuk limbah alpa umur panjang harus aman dan terkendali.^[4]

Selain itu harus diperhatikan juga dalam proses pewadahan limbah resin kedalam tangki penirisan, proses penirisan untuk mengeluarkan air dari limbah resin bekas, proses pemanasan limbah resin bekas dengan pemanas listrik di dalam *rotary kiln*. Disamping itu pemilihan penempatan peralatan ada yang ditempatkan pada zona radiasi dan zona daerah kerja yang aman dan selain itu juga tersedianya sarana dan prasarana penunjang yang memadai seperti *vac-off gas*, listrik, air, udara tekan, seluruh lantai dan dinding dari zona radiasi dan daerah kerja harus bersifat dekontaminabel.

Sarana keselamatan kerja seperti peralatan proteksi radiasi dan proteksi kontaminasi, baik yang portabel maupun yang terpusat harus diadakan dan dipasang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.^[5] Seluruh tahapan tahapan diatas harus sesuai dan memenuhi peraturan keselamatan kerja radiasi dan kontaminasi serta faktor keselamatan non nuklir dan faktor lainnya yang berpengaruh dalam kegiatan perencanaan prarancangan.

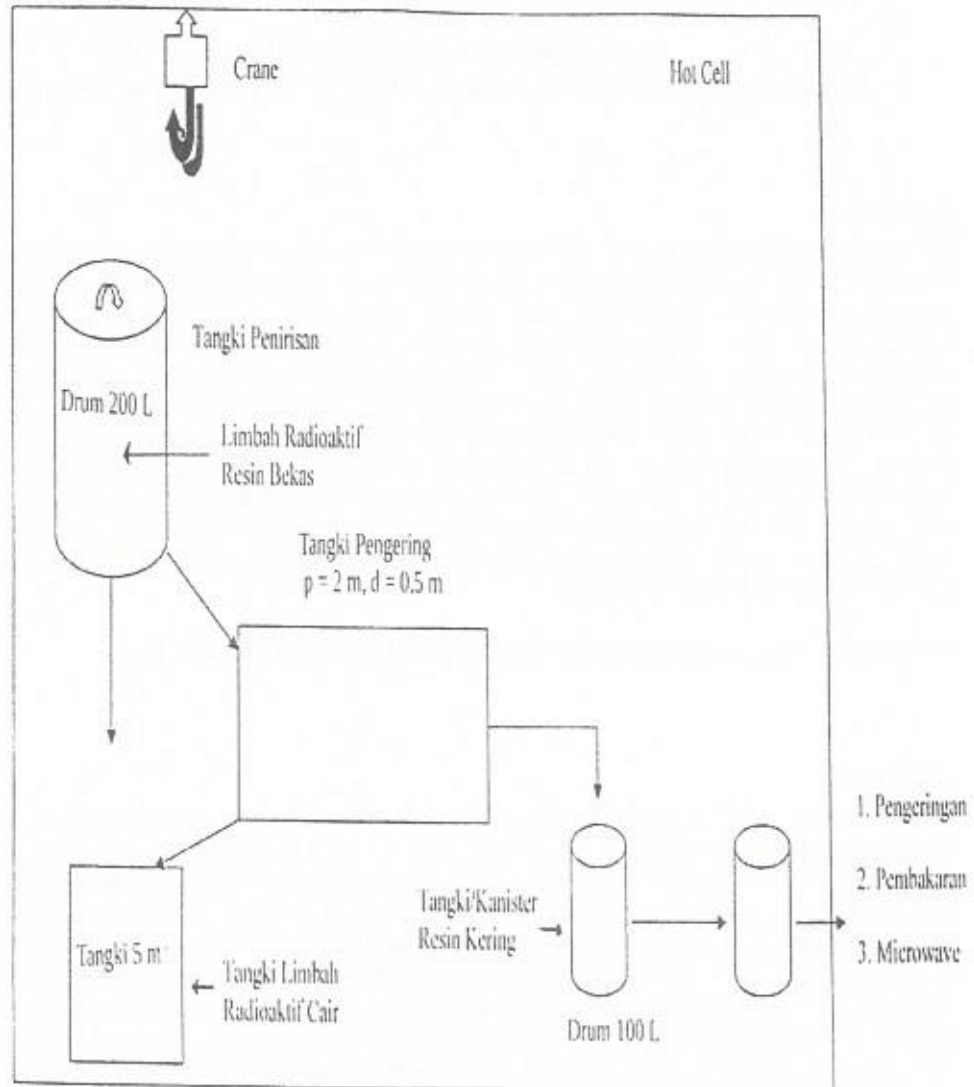
4. KESIMPULAN

Didalam perencanaan prarancangan instalasi pengolahan limbah tanpa bahan matriks melalui proses penirisan, pengeringan dan kondisioning meliputi tangki penirisan 200 liter terbuat dari SS 304 L, tangki pengering dengan panjang 2 m diameter 0,5 m terbuat dari SS 304 L, tangki penampung dimasukkan kedalam drum 100 liter terbuat dari SS 304 L dan tangki limbah radioaktif cair kapasitas 5 m³ terbuat dari SS 304L. Instalasi ini dapat dioperasikan secara batch. Proses pengolahan limbah resin bekas dengan sistem proses penirisan, pengeringan dan kondisioning ini lebih efektif dan efisien volume hasil akhir olahan jauh lebih kecil dari volume awal limbah dan sistem pengoperasian dan perawatan instalasinya lebih mudah. Melalui penelitian ini akan diperoleh hasil skema diagram alir proses yaitu konseptual perencanaan prarancangan peralatan pengolahan limbah resin bekas dan penelitian ini kemudian dapat dilanjutkan ketahap perancangan.

Technical Report Series, No.337,
IAEA, Vienna, 1992.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. HUSEN ZAMRONI dkk, Pengelolaan Limbah Radioaktif di Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir 1000 MW, Prosiding Seminar PTLR VII, BATAN, 2009.
2. ANONIM., Application of Ion Exchange Processes for the Treatment of Radioactive Waste and Management of Spent Ion Exchangers, Technical Report Series No. 408, IAEA, Vienna, 2002.
3. ANONIM., Cementation Process of Spent Ion Exchange, WSPG 330 NTA 9001 Technic Atom, France, 1984.
4. ANONIM., Techniques and Practices for Pretreatment Low and Intermediate Level Solid and Liquid Radioactive Waste, Technical Report Series No.370, IAEA, Vienna, 1994.
5. ANONIM., Chemical Precipitation Processes for the Treatment of Aqueous Radioactive Waste,



Gambar 1. Skema diagram alir proses perancangan pengolahan limbah resin bekas secara P2K