

DISAIN KONSEPSUAL PROGRAM MANAGEMEN DEKOMISIONING REAKTOR RISET

Suwardiyono
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, BATAN
Kawasan PUSPITEK Serpong, Gedung 71, Tangerang 15310
E-mail: swardy@batan.go.id

ABSTRAK

DISAIN KONSEPSUAL PROGRAM MANAGEMEN DOMISIONING REAKTOR RISET. Telah dilakukan kajian disain konseptual program manajemen dekomisioning reaktor riset. Dekomisioning reaktor riset dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu: 1. *Safe Store*, strategi ini adalah berupa penyimpanan dengan pengamatan setelah bahan bakar nuklir dan cairan/liquid dikeluarkan terlebih dahulu dari dalam reaktor. Teknik ini merupakan penundaan pekerjaan dekontaminasi dan dismantling dalam kurun waktu tertentu yang berkisar antara 25 – 50 tahun. 2. *Entombment*, strategi ini adalah berupa penggunaan tapak secara terbatas. Teknik ini pertama mengeluarkan bahan bakar nuklir dan semua cairan/liquid dari dalam reaktor, dan kemudian menyimpan bagian komponen reaktor yang paparan radiasinya tinggi dengan ditutup menggunakan perisai atau penahan radiasi untuk akses yang tidak diijinkan. 3. *Dekontaminasi*, strategi ini adalah berupa penggunaan tapak secara tidak terbatas. Kegiatan ini dimulai dari pengambilan bahan bakar nuklir dan liquid dari dalam reaktor, kemudian dilanjutkan pembongkaran/dismantling semua komponen reaktor sampai bersih sehingga radionuklida yang tersisa sangat kecil sekali dan aman untuk kehidupan dan lingkungan. Penggunaan tapak ini akan lebih menguntungkan jika digunakan kembali untuk instalasi nuklir, karena dengan terbatasnya lokasi dan mahalnya biaya pembuatan amdal untuk instalasi nuklir.

Kata kunci : Dekomisioning, *Safe Store*, *Entombment*, Dekontaminasi.

ABSTRACT

CONCEPTUAL DESIGN OF DECOMMISSIONING MANAGEMENT PROGRAM FOR RESEARCH REACTOR. Conceptual design of Decommissioning Management Program for research reactor was observed. They are three method for decommissioning program i.e. 1. *Safe Store*, this strategy is interim storage and observation after take out all of nuclear spent fuel and drained of liquid from reactor. This technique is delay for decontamination and dismantling about 25 up to 50 year. 2. *Entombment*, this strategy is the limited for site reuse. This technique is the first take out all of nuclear spent fuel and drained of liquid from reactor, and then saving of a height level radiation exposure of reactor component by closed with radiation shielding for no permit access. 3. *Decontamination*, this strategy is unlimited for site reuse. This work is begin to take out all of nuclear spent fuel and drained of liquid from reactor. Thereafter dismantling all of reactor components until clean and residual of radionuclide in the site is very low level and safely for live and environment. Reuse of this site will be economical and cheaper when reuse for nuclear facility, because a limited of location/site and expensive cost of environmental impact analysis for nuclear installation.

Keywords: Dekomisioning, *Safe Store*, *Entombment*, Dekontaminasi.

1. PENDAHULUAN

Reaktor riset dibangun untuk keperluan penelitian dan pengembangan, pelatihan-pelatihan personil, iradiasi, pengujian material dan lain sebagainya. Masa operasi reaktor riset ada jangka waktunya dan pada

kondisi normal adalah sekitar 30 tahun atau tergantung kondisi reaktor riset tersebut setelah dievaluasi apakah bisa dilanjutkan operasinya dan bisa dilakukan up-grade untuk menaikkan daya reaktor atau langsung di dekomisioning.

Dekomisioning merupakan suatu proses yang kompleks yang disertai dengan kegiatan pekerjaan seperti; pengeluaran bahan bakar nuklir dari teras reaktor kemudian disimpan pada tempat yang aman seperti disimpan di dalam kolam *Interim storage spent fuel*, dikeluarkan semua cairan yang mengandung zat radioaktif, dilanjutkan dengan dekontaminasi. Dekontaminasi adalah menghilangkan kontaminasi zat radioaktif pada komponen reaktor dan instalasi nuklir sampai sekecil mungkin hingga mencapai di bawah batas ambang yang diijinkan untuk pelepasan (*clearance level*) ke lingkungan atau untuk didaur ulang. *Dismantling* adalah pembongkaran dan pemotongan komponen-komponen reaktor riset sesuai dengan ukuran-ukuran yang telah ditentukan berdasarkan karakterisasi dan inventarisasi komponen untuk pengelolaan limbah radioaktif dan jenis pewardahannya/kontainernya. *Demolition* yaitu: pembongkaran beton pelindung biologi lapisan luar dari tangki reaktor, lantai, dinding dan semua struktur bangunan gedung instalasi nuklir. Manajemen pengelolaan limbah radioaktif yang ditimbulkan harus mempertimbangkan aspek dari kesehatan dan keselamatan dari personil *decontaminer*/para pekerja radiasi, masyarakat umum dan juga perlindungan terhadap lingkungan. Sasaran akhir dekomisioning adalah pelepasan, pembebasan atau penggunaan kembali tapak yang tak terbatas.

Secara umum dekomisioning didefinisikan sebagai rangkaian tindakan yang dilakukan pada akhir usia pemanfaatan suatu fasilitas nuklir dalam rangka penghentian dari pelayanannya dengan mempertimbangkan kesehatan dan keselamatan para pekerja, masyarakat umum dan lingkungan hidup baik masa sekarang maupun masa yang akan datang, atau suatu rangkaian proses yang dilakukan untuk penghentian beroperasinya suatu instalasi nuklir secara tetap.

Sedangkan dekomisioning reaktor nuklir didefinisikan sebagai suatu kegiatan untuk menghentikan beroperasinya reaktor nuklir secara tetap, antara lain, dilakukan pemindahan bahan bakar nuklir dari teras reaktor untuk disimpan ditempat yang aman, dekontaminasi dan *dismantling* komponen reaktor, pembongkaran (*demolition*) struktur bangunan reaktor dan pengamanan akhir tapak.

Berdasarkan pengalaman dari negara-negara yang lebih maju dibidang industri nuklirnya, berbagai alasan yang mendasari pelaksanaan dekomisioning terhadap sebuah reaktor atau instalasi nuklir antara lain adalah pengoperasiannya sudah tidak ekonomis lagi, faktor keselamatan karena umur reaktor yang sudah tua, terjadinya suatu kecelakaan yang diikuti tuntutan dari masyarakat untuk mennghetikan operasinya, dan atau adanya penggantian disain reaktor yang baru.

2. METODE DEKOMISIONING

Berdasarkan pengalaman dari negara-negara yang industri nuklirnya sudah maju dan juga rekomendasi dari IAEA, telah dimplementasikan beberapa strategi program dekomisioning instalasi nuklir. Strategi program dekomisioning untuk instalasi/reaktor nuklir yang dapat diterapkan dan diaplikasikan ada 3 opsi, dengan opsi dari berbagai pertimbangan dari kondisi instalasi/fasilitas nuklir yang akan didekomisioning^[1]. Ketiga opsi strategi program dekomisioning tersebut adalah sebagai berikut:

2.1. *Safe Store*

Strategi ini adalah berupa penyimpanan dengan pengamatan, dimana kegiatan ini diawali dengan pengambilan dan pengangkutan bahan bakar bekas dari teras reaktor untuk didisposal atau disimpan ditempat yang lebih aman, pemindahan air pendingin yang terkontaminasi, pemindahan

barang-barang teraktivasi dan terkontaminasi. Fasilitas nuklir tetap ada dalam pengamatan dan pemeriksaan, kontrol, akses ke reaktor dan tapak reaktor, pemantauan di dalam maupun di luar fasilitas tetap dilanjutkan, dan sistem ventilasi udara tetap dioperasikan. Teknik ini merupakan penundaan pekerjaan dekontaminasi dan dismantling dalam kurun waktu tertentu, biasanya berkisar antara 25 – 50 tahun agar komponen-komponen yang teraktivasi dan terkontaminasi zat-zat radioaktif menjadi meluruh, sehingga mempermudah pekerjaan dekontaminasi dan *dismantling*, para pekerja akan bekerja dengan lebih aman dan biaya program dekomisioning juga akan menjadi lebih murah.

2.2. Entombment

Strategi ini adalah berupa penggunaan tapak secara terbatas, dimana kegiatan ini diawali dengan pengambilan dan pengangkutan bahan bakar bekas dari teras reaktor untuk di disposal atau disimpan ditempat yang lebih aman, pemindahan air pendingin yang terkontaminasi, dilanjutkan dengan pengambilan/pembongkaran semua bahan dan komponen yang terkontaminasi termasuk sistem penukar panas, daerah yang terkontaminasi didekontaminasi dan daerah dengan tingkat kontaminasinya tinggi ditutup dengan perisai radiasi atau penahan radiasi untuk akses yang tidak diijinkan.

2.3. Dekontaminasi

Strategi ini adalah dekomisioning dengan segera yang berupa penggunaan tapak secara tidak terbatas, dimana kegiatan ini diawali dengan pengambilan dan pengangkutan bahan bakar bekas nuklir dari teras reaktor untuk di disposal atau disimpan ditempat yang lebih aman, pemindahan air pendingin yang terkontaminasi, dilanjutkan dengan pembongkaran (*dismantling*) seluruh bagian komponen dan fasilitas nuklir dan didekontaminasi

sampai pada tingkat sisa radioaktivitas sampai sedemikian rendah sehingga memungkinkan akses untuk penggunaan tapak yang tak terbatas dengan aman, tidak terdapat pembatasan proteksi radiologis ataupun pengamatan dan pemantauan radiologis. Penggunaan tapak ini akan lebih menguntungkan jika digunakan kembali untuk instalasi nuklir, karena dengan terbatasnya lokasi dan mahalnya biaya pembuatan amdal untuk instalasi nuklir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemilihan Strategi Program Dekomisioning

Pemilihan strategi dekomisioning yang mana yang akan dipilih untuk diimplementasikan di dalam program dekomisioning reaktor riset dan instalasi nuklir tergantung dari berbagai faktor yang mempengaruhi di dalam penentuan pemilihan strategi program dekomisioning^[2]. Beberapa faktor tersebut yang sangat berpengaruh diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Kebijakan nasional/pemerintah
- b. Ketersediaan jalur dan tempat pembuangan limbah dan disposal
- c. Penggunaan ulang lahan tapak
- d. Ongkos disposal
- e. Tingkat bahaya terhadap keamanan lingkungan dan masyarakat umum
- f. Ketrampilan dan keahlian sumber daya manusia
- g. Kemampuan financial dan tersedianya dana
- h. Kemampuan dan kapabilitas teknologi
- i. Ketergantungan antara aktivitas satu dengan yang lain di lokasi atau atau faktor penerimaan masyarakat disekitarnya.

3.2. Dekomisioning Reaktor Riset

Untuk dekomisioning reaktor riset pada umumnya dipilih opsi yang ke 3, yaitu dekontaminasi dimana setelah reaktor riset ditetapkan berhenti operasi maka dapat segera dilakukan

dekomisioning^[2]. Persiapan-persiapan program didekomisioning agar dapat segera dilakukan pekerjaan dekontaminasi dan *dismantling*, antara lain sebagai berikut:

a. Persiapan Program Dekomisioning

- Survei radiasi kondisi reaktor dan semua komponennya
- Pengadaan peralatan analisis dan alat-alat ukur zat radioaktif dll.
- Pembongkaran / *dismantling* komponen non radioaktif dll.

b. Disain Program Dekomisioning

- Membuat rancangan / disain Dekontaminasi dan Dekomisioning
- Mengumpulkan gambar – gambar konstruksi, Sejarah operasi dan, sejarah perawatan / *maintenance* dan semua laporan yang berkaitan dengan survei radiologikal.
- Kalkulasi / inventarisasi dari setiap Komponen reaktor yang telah teraktivasi zat radioaktif dan dan pengaruhnya terhadap lingkungan.

c. Perijinan Program Dekomisioning

- Dibuat dokumen program dekomisioning untuk mendapatkan lisensi /perijinan pekerjaan dekontaminasi dan *dismantling* dari BAPETEN
- Setelah diperoleh perijinan program dekomisioning, maka pekerjaan dekontaminasi dan *dismantling* sudah dapat dimulai dari awal sampai selesai hingga diperoleh lisensi/ijin penggunaan tapak.

d. Rencana Pekerjaan (*Schedule*) Program Dekomisioning Reaktor Riset

- Dibuat rencana pekerjaan (*schedule*) program dekomisioning mengenai semua kekgiatan yang akan dilakukan baik dalam persiapan program dekomisioning maupun pekerjaan dekontaminasi dan *dismantling* dengan kurun

waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan program - program tersebut^[3].

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Rencana Pekerjaan (*Schedule*) Program Dekomisioning Reaktor Riset.

Tabel 1. Rencana Pekerjaan (*Schedule*) Program Dekomisioning Reaktor Riset

NO.	AKTIVITAS	TAHUN KE						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Program Dekontaminasi & <i>Dismantling</i>	■						
2	Dokumen Disain Dekontaminasi & <i>Dismantling</i>		■	■				
3	Taksiran Dampak Lingkungan		■	■	■			
4	Pemeriksaan Dokumen Perijinan			■	■			
5	Transportasi Bahan Bakar Bekas	■						
6	Pekerjaan Dekontaminasi & <i>Dismantling</i>					■	■	■
7	Pembenahan Tapak							■
8	Demonstrasi R & D Teknik Dekontaminasi & <i>Dismantling</i>	■	■	■	■	■	■	■
9	Monitoring Radiasi	■	■	■	■	■	■	■
10	Penyimpanan & Pengolahan Limbah				■	■	■	■
11	Pengangkutan Limbah							■
12	Pemulihan Tapak							■

3.3. PEKERJAAN DEKOMISIONING

Dekomisioning reaktor riset dan fasilitas nuklir harus dikerjakan oleh kontraktor yang profesional yaitu : kontraktor yang berpengalaman dibidang pembangunan instalasi nuklir, jika tidak pasti akan terjadi permasalahan yang berkaitan dengan keselamatan lingkungan dan pembiayaan dekomisioning menjadi mahal^[4]. Oleh karena itu untuk mendukung kegiatan dekomisioning agar berjalan dengan lancar, aman dan sesuai dengan rencana diperlukan klasifikasi kontraktor sebagai berikut:

1. Kontraktor yang berpengalaman di bidang instalasi nuklir dengan proses seleksi yang komprehensif

- dan mendapatkan rekomendasi dari BAPETEN.
2. Kontraktor dekomisioning yang telah berpengalaman dalam membangun gedung reaktor, komisioning, operasi, perawatan, dekontaminasi dan refurbishment fasilitas nuklir.
 3. Spesialis di bidang pengembangan planning dan perencanaan servis untuk membantu mengenai sejarah permasalahan gedung dan penaksiran pengaruhnya terhadap lingkungan.
 4. Ahli dan pengalaman dibidang proteksi radiasi yang akan melakukan survei awal sampai akhir radiologikal.

3.4. PEKERJAAN DEKONTAMINASI DAN DISMANTLING^[4]

Pekerjaan dekontaminasi dan dismantling harus dikerjakan oleh ahli dekontaminasi yang profesional agar setiap langkah pekerjaan yang dilakukan sudah didasari dengan pengelolaan limbah yang benar, tidak akan ada limbah yang berceceran sehingga prinsip *ALARA (As Low As Reasonable Achievable)* dapat terpenuhi. Adapun kriteria dekontaminasi wajib memiliki spesialisasi /spesialisasi sebagai berikut:

1. Berpengalaman dibidang teknik/ahli teknik mekanik, listrik, kimia dll.
2. Mampu mempergunakan alat - alat potong, alat-alat angkat dan angkut
3. Menguasai berbagai teknik Pengelolaan limbah radioaktif padat, cair, gas dan udara.
4. Menguasai proteksi radiasi dan keselamatan kerja
5. Diutamakan memiliki sertifikat dekontaminasi yang terdidik, terlatih dan berpengalaman.

4. KESIMPULAN

Dekomisioning diperlukan perencanaan dengan sangat hati-hati dan teliti agar tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, maka

diperlukan manajemen dekontaminasi dan *dismantling* yang baik dan didukung dengan pengendalian dan pengelolaan limbah radioaktif yang baik pula. Keberhasilan program dekomisioning ditentukan oleh beberapa faktor seperti: kontraktor yang memiliki kapabilitas dan kemampuan sebagai pelaksana dekomisioning dan *decontaminer* yang berpengalaman, ahli dan profesional dibidang industri nuklir.

5.SARAN

Sejak awal mulai beroperasinya reaktor nuklir untuk riset maupun untuk daya dan fasilitas nuklir lainnya, harus dibentuk divisi dekomisioning yang mengevaluasi kondisi reaktor maupun fasilitas nuklir sejak dari awal sampai akhir operasi reaktor, sehingga jika dikemudian hari akan dilakukan dekomisioning, maka akan dapat mempermudah pelaksanaan program dekomisioning, ketika reaktor nuklir atau fasilitas nuklir tersebut distop untuk tidak beroperasi dan didekomisioning.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. IAEA., Decommissioning Techniques for Research Reactors, Technical Reports Series No. 373, Viena , 1994.
- [2]. Project Summary, Dekomisioning Reaktor Jason, Royal Naval College Greenwich, April 1998.
- [3]. Project Summary, CP-5 Research Reactor Dekontaminasi & Dekomisioning Project, Technology Development Division Dekontaminasi & Dekomisioning Program, Argonne National Laboratory Illinois, USA, FY.1999
- [4]. Robert Eby, Georgia Technology Research Reactor Decommissioning, IAEA Interegional Training Course On Decommissioning of Research Reactor And Other Small Nuclear Facilities, Argonne National Laboratory Illinois, USA, 30 October - 17 November 2000.