

BENARKAH BIAYA PENYIMPANAN LIMBAH RADIOAKTIF MAHAL DAN BAGAIMANA SOLUSINYA?

Sahat M. Panggabean

Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif

PENDAHULUAN

Hilangnya bahan radioaktif kobal-60 dari gudang milik PT. Krakatau Steel pada hari Jumat 20 Oktober 2000 merupakan berita yang “menggemparkan” bagi sebagian pihak, terutama pihak yang mempunyai keterkaitan dengan keberadaan bahan radioaktif tersebut di antaranya Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), dan PT. Krakatau Steel (PT. KS), serta PEMDA setempat, dan Media Massa. Menurut Kepala Bapeten di salah satu media cetak, kasus ini terjadi akibat biaya penyimpanan limbah radioaktif di Batan yang dianggap mahal oleh pihak penghasil limbah sehingga mereka keberatan untuk mengirimkan limbahnya ke Batan. Seperti biasanya, setiap ada kasus selalu saja pihak-pihak yang terlibat mencari “kambing hitam” agar terlepas dari tanggung-jawab tersebut dan bahkan kalau bisa diupayakan agar menjadi “pahlawan”. Tanpa menyalahkan atau membenarkan salah satu pihak di dalam kasus tersebut, berikut ini akan disajikan beberapa prinsip di dalam memandang bahan radioaktif sebagai berikut:

Secara fisik dan kimia, unsur radioaktif tidak berbeda dengan unsur sejenis yang non-radioaktif. Unsur tersebut dikatakan bersifat radioaktif apabila secara spontan memancarkan radiasi misalnya radiasi alfa, beta, dan gamma baik sebagai pemancar tunggal (satu jenis radiasi saja misalnya beta) atau memancarkan radiasi lebih dari satu jenis secara bersamaan untuk menuju ke kondisi unsur yang lebih stabil. Untuk mengetahui unsur, senyawa, atau suatu benda merupakan bahan radioaktif hanya bisa ditentukan dengan bantuan alat pendeteksi zat radioaktif. Alat ini bekerja dengan menggunakan prinsip sebagai berikut; radiasi yang dipancarkan oleh bahan radioaktif akan ditangkap oleh detektor. Respon dari detektor tersebut agar bisa dipahami orang, selanjutnya diubah dalam berbagai bentuk tampilan misalnya alarm atau bunyi, perubahan jarum penunjuk, atau angka-angka, yang kesemua besaran tersebut bergantung pada besarnya radiasi yang dipancarkan oleh bahan radioaktif tersebut.

2. Setiap unsur radioaktif mempunyai waktu paroh ($t_{1/2}$) yang

berbeda-beda mulai dari satuan detik sampai ribuan tahun tergantung jenis radionuklidanya. Waktu paroh ($t_{1/2}$) secara gamblang dinyatakan sebagai waktu yang diperlukan oleh suatu zat radioaktif untuk meluruh menjadi setengah dari aktivitasnya semula. Berdasarkan $t_{1/2}$ dan jenis radiasi, serta energi yang dipancarkannya, maka zat radioaktif tersebut digunakan untuk berbagai keperluan. Misalnya iodium-131 yang biasa digunakan untuk terapi kelenjar gondok mempunyai $t_{1/2}$ hanya sekitar 8,08 hari. Sedangkan kobal-60 milik PT. KS mempunyai $t_{1/2}$ sekitar 5,272 tahun, bahkan amerisium-241 yang biasa digunakan untuk mengukur isi botol mempunyai $t_{1/2}$ sekitar 432,6 tahun.

3. Setiap senyawa radioaktif yang dibuat atau diproduksi oleh instalasi manapun akan selalu mempunyai data yang lengkap, baik itu dari asalnya, jumlahnya, tingkat radiasinya, dan tujuan pengiriman/penggunaannya. Data tersebut harus selalu menyertai bahan radioaktif tersebut, layaknya kita yang senantiasa memiliki dan membawa KTP kemanapun kita pergi. Dengan kata lain bahan radioaktif juga mempunyai "KTP". Dengan demikian orang awam sekalipun harusnya dapat mengetahui bahan tersebut bersifat radioaktif atau tidak. Namun tentunya kita tidak mungkin memeriksa atau membaca data untuk memastikan bahan tersebut bersifat radioaktif atau tidak. Karena apabila ternyata bahan

tersebut bersifat radioaktif, ketika memeriksa/membaca data yang menempel di bahan tersebut, kita telah terpapar atau menerima sejumlah dosis radiasi yang besarnya tergantung pada berapa lama dan seberapa dekat kita berada di dekat bahan tersebut. Untuk itu maka setiap bahan radioaktif selain harus mempunyai "KTP" tersebut juga harus memiliki identitas lain yaitu logo zat radioaktif. Logo tersebut berbentuk lingkaran yang tidak tertutup berwarna merah dengan latar belakang warna kuning seperti terlihat pada Gambar 1. Dengan melihat logo tersebut seharusnya sudah diketahui bahwa benda tersebut adalah zat radioaktif, sehingga harus menjauhinya, bukan semakin mendekat apalagi berniat untuk mengambalnya.

4. Sejak dari pembuatan hingga penggunaannya, bahan radioaktif tersebut biasanya telah terisolasi atau selalu berada dan memiliki "rumah" sendiri. "Rumah" tersebut umumnya terbuat dari bahan timbal atau timah hitam karena bahan tersebut dapat menahan radiasi yang sangat bagus terutama jika dibandingkan dengan bahan logam lainnya seperti seng, besi, atau semen konkrit (*concrete cement*). "Rumah" tersebut telah didisain sedemikian rupa sehingga di dalam penggunaannya akan mudah untuk dibuka atau ditutup dan pancaran radiasinya telah diarahkan ke posisi tertentu. "Rumah" tersebut juga akan memudahkan di dalam

memindahkan bahan radioaktif tersebut ke lokasi lain dengan risiko dosis radiasi yang diterima si pembawa sangat kecil sekali, bahkan mendekati nol. Jika menilik kasus PT. KS, diduga sementara bahan radioaktif yang dicuri tersebut bukan untuk mengambil zat radioaktifnya, tetapi timbalnya. Jika hal ini benar, maka saat ini zat radioaktif tersebut telah berada di lingkungan terbuka, bisa di tempat pembuangan sampah, di sekitar permukiman penduduk, atau tumpukan besi tua/bekas.

- 5 Khusus kepada pengguna bahan radioaktif, apabila bahan tersebut sudah tidak digunakan lagi, sebaiknya diserahkan kepada instansi yang berwenang untuk menanganinya dalam hal ini Batan. Tidak perlu pihak pengguna bahan tersebut menyediakan ruangan atau tempat khusus untuk menyimpannya, apalagi mereka mungkin tidak memiliki pegawai Petugas Proteksi Radiasi (PPR).

Mengenai biaya penyimpanan limbah radioaktif yang dikatakan mahal oleh berbagai pihak, perlu disampaikan bahwa biaya penyimpanan yang dimaksud secara garis besar meliputi tahapan-tahapan antara lain transportasi dari penghasil limbah menuju instalasi penyimpanan limbah yang menurut Undang-Undang ditangani oleh Batan, penyimpanan sementara menunggu jadwal proses selanjutnya, *dismantling* atau membongkar wadah/rumah tempat zat radioaktif, pengolahan limbah dengan menggunakan berbagai teknik yang biasa disebut dengan proses immobilisasi

limbah, dan yang terakhir adalah penyimpanan lestari terhadap limbah yang telah diimobilisasi. Untuk itu perlu dipahami beberapa hal sebagai berikut:

1. Penyimpanan limbah radioaktif sebenarnya tidak semudah limbah non-radioaktif. Di dalam penanganan limbah non-radioaktif, yang utama adalah agar limbah tersebut jangan sampai lepas ke lingkungan, terutama akibat terjadinya pelindian (*leachate*). Sementara untuk limbah radioaktif, selain faktor keamanan seperti yang disyaratkan oleh limbah non-radioaktif, faktor lain yang harus diperhatikan adalah bahaya radiasinya. Untuk itu, penyimpanan limbah radioaktif yang dimaksud adalah bukan sekedar menyimpan dalam pengertian kita sehari-hari apabila menyimpan barang bekas di dalam gudang, tetapi penyimpanan yang dimaksud adalah dalam arti teknis. Adapun tahapan-tahapan penyimpanan limbah radioaktif tersebut secara garis besar adalah sebagai berikut:

- A. Pihak PPR dengan peralatan yang dimilikinya akan memeriksa bahan radioaktif tersebut yang meliputi ukuran atau dimensinya, jenis radionuklida, $t_{1/2}$, tingkat radiasi yang dipancarkan, dan jenis radiasinya.
- B. Dari data tersebut kemudian dievaluasi untuk tindak lanjut pengolahannya. Pengolahan yang dimaksud biasanya mencakup tahapan memasukkan limbah tersebut ke dalam drum *Carbon steel* ukuran 100 liter.

Apabila radiasi yang dipancarkan masih tinggi, biasanya akan ditambah dengan *shielding* timbal dengan ukuran tertentu sehingga paparan radiasinya telah berada dalam batas aman untuk diolah lebih lanjut. Limbah radioaktif yang berada dalam drum 100 liter tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *shell* drum ukuran 200 liter. *Shell* drum yang dimaksud terbuat dari drum 200 liter yang berisi semen konkrit yang dibentuk sedemikian rupa dengan perbandingan semen tertentu sehingga memenuhi syarat teknis antara lain kuat tekan, uji lindi, dan sebagainya. Dari pengerjaan tersebut diharapkan limbah tersebut telah "aman" terhadap manusia dan lingkungan sekitarnya, yang dalam istilah teknis disebut proses immobilisasi limbah.

- C. Setelah proses immobilisasi selesai, kemudian limbah tersebut ditempatkan dalam suatu ruangan khusus limbah yang memiliki sistem *off-gas* dan penyaring udara.
- D. Selanjutnya PPR akan memonitor limbah tersebut secara berkala untuk memastikan limbah tersebut masih "aman".
- E. Khusus untuk zat radioaktif yang memiliki $t_{1/2}$ relatif lama, misalnya kobal-60 milik PT.KS, yaitu sekitar 5 tahun, mempunyai aktivitas 50 milicurie, apabila disimpan selama 5 tahun aktivitasnya masih tersisa sebesar 25

milicurie. Kemudian disimpan lagi selama lima tahun berikutnya, aktivitasnya masih ada yaitu sebesar 12,5 milicurie, demikian seterusnya. Dengan demikian, untuk jangka waktu yang lama sekalipun aktivitasnya tidak akan pernah mencapai nol, kecuali hanya mendekati nol. Seandainya limbah tersebut disimpan untuk jangka waktu 20 tahun maka aktivitasnya masih tersisa sebesar 3,125 milicurie. Selama jangka waktu tersebut dan dengan kondisi lingkungan udara di Indonesia dengan tingkat humiditi yang relatif tinggi akan menyebabkan wadah limbah tersebut mudah mengalami proses korosi. Apabila hal ini terjadi, maka selanjutnya akan dilakukan proses immobilisasi ulang. Tentu hal ini akan memerlukan tenaga dan biaya lagi. Proses ini akan bisa berulang-ulang dilakukan apabila $t_{1/2}$ -nya besar, misalnya cesium-137 dengan waktu paroh sekitar 30,17 tahun.

- F. Apabila seluruh aktivitas yaitu mulai dari identifikasi limbah, proses immobilisasi limbah, mobilisasi peralatan dan sarana pendukung lainnya, serta biaya monitoring secara berkala, apalagi jika limbah tersebut memiliki $t_{1/2}$ yang relatif lama, maka biaya penyimpanan yang dimaksud di atas akan menghasilkan angka jutaan rupiah.

2. Biaya penyimpanan limbah yang dimaksud secara perkiraan kasar memang akan menghasilkan nilai jutaan rupiah, namun jika dibandingkan dengan aset industri pengguna bahan radioaktif tersebut, misalnya PT. KS, nilai tersebut tidak ada artinya. Namun apabila dikaji lebih jauh lagi, industri-industri besar termasuk PT. KS, tentunya pihak manajemen pasti telah memasukkan biaya penyimpanan/pengolahan limbahnya baik limbah non-radioaktif maupun limbah radioaktif ke dalam biaya produksi (*internal cost*) yang selanjutnya akan ditanggung oleh konsumen.

Jika melihat contoh kasus PT. KS, yang menurut Manajer Keselamatan Kerja, Kesehatan, dan Lingkungan Hidup PT. KS yang dimuat di salah satu media cetak, menyatakan "kami sudah menyimpan sesuai dengan rekomendasi Bapeten". Namun apabila dilakukan perhitungan, biaya penyimpan yang harus mereka keluarkan mungkin akan lebih banyak jika dibandingkan apabila dikirim ke Batan. Bisa dibayangkan mereka akan menyiapkan tempat khusus yang sesuai dengan persyaratan penyimpanan limbah radioaktif. Selain hal tersebut mereka juga harus mengurus izin penyimpanan tersebut yang secara berkala akan terus diperbaharui. Tentu saja kesemuanya ini pasti akan memerlukan tenaga, waktu, dan dana. Seandainya ketika zat radioaktif tersebut sudah tidak digunakan lagi dan langsung dikirim ke Batan, maka seluruh zat radioaktif tersebut sudah menjadi tanggungjawab Batan, dan

pihak KS tidak perlu "repot-repot" mengurus limbahnya dengan menyiapkan segala keperluan seperti tersebut di atas.

Khusus kepada Bapeten, sebaiknya setiap melakukan inspeksi, dan menemukan adanya zat radioaktif yang sudah tidak digunakan lagi, sebaiknya menyarankan untuk segera mengirimkannya ke Batan, bukan malah menyarankan untuk menyimpan limbah tersebut di lokasi pabrik. Hal ini sangat perlu untuk menghindari persepsi seolah-olah Bapeten ingin mencari peluang memperbanyak tempat yang ingin diinspeksi. Padahal sampai akhir tahun 1999 saja mereka telah mengeluarkan izin pemanfaatan zat radioaktif sebanyak 1307 buah. Hal ini berarti sangat banyak tempat-tempat yang harus diinspeksi dan itu tersebar di seluruh Indonesia.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, besarnya biaya penyimpanan limbah radioaktif telah diuraikan secara garis besar. Namun secara mendetail, tentu saja pihak Batan yang menguasainya. Untuk itu pihak Batan dihimbau agar mengajukan penawaran penyimpanan limbah kepada pemilik limbah radioaktif semurah mungkin, namun jangan sampai meninggalkan aspek keselamatan terhadap dampak radiasinya bagi pekerja sendiri apalagi bagi lingkungan sekitar. Biaya penyimpanan ini akan menjadi murah apalagi jika dikaitkan dengan misi Batan yang *non-profit oriented*.

Dari seluruh uraian di atas tersebut serta filosofi penanganan limbah radioaktif yang ada saat ini, masalah limbah radioaktif tersebut akan sangat sulit terpecahkan. Untuk

itu disarankan adanya suatu perubahan paradigma di dalam memandang limbah radioaktif tersebut. Perubahan paradigma yang dimaksud adalah dengan menggunakan konsep minimisasi limbah. Dalam konsep minimisasi limbah tersebut, limbah yang dimaksud harus dianggap sebagai bahan baku. Dengan kata lain harus dilakukan upaya pemanfaatan limbah baik itu melalui proses penggunaan kembali (*reuse*), daur ulang (*recycle*), atau perolehan kembali (*recovery*) tergantung kondisi dan peruntukan kembali limbah tersebut. Selain hal tersebut ada lagi upaya yang mungkin dapat dilakukan yaitu pertukaran limbah (*waste exchange*) seperti yang telah diuraikan pada Buletin Limbah terbitan sebelumnya. Dengan demikian diharapkan limbah yang ditimbulkan oleh salah satu pabrik, mungkin masih bisa digunakan oleh pabrik yang lain. Hal tersebut dapat dilaksanakan apabila ada wadahnya. Untuk saat ini sebagai wadah yang dimaksud bisa dilaksanakan oleh Batan. Batan yang dalam tugas utamanya adalah melakukan penelitian dan pengembangan (Litbang) di bidang nuklir, sudah seharusnya memandang limbah radioaktif yang mereka terima dari pihak industri tersebut untuk dapat digunakan kembali oleh industri yang lain atau untuk keperluan lain, daripada memandangnya sebagai limbah yang kemudian dilakukan proses immobilisasi dan selanjutnya disimpan di dalam gudang. Hal ini dimungkinkan karena pihak Batan telah memiliki data tentang berbagai aktivitas zat radioaktif serta penggunaan bahan tersebut sebelumnya, dan hal ini telah didukung

oleh fasilitas dan SDM yang memadai yang dimilikinya. Bisa saja limbah yang dari industri "A" misalnya sudah tidak dapat digunakan lagi karena aktivitasnya telah menurun, namun bagi industri lainnya, mungkin masih dapat digunakan, baik dengan perlakuan beberapa modifikasi terhadap bahan tersebut agar bisa digunakan atau mungkin tanpa modifikasi sedikitpun. Jika hal ini dilakukan, maka pihak Batan akan mendapat keuntungan ganda yaitu keuntungan dari memasarkan/menjual "limbah" yang sudah dimodifikasi tersebut, tersedianya bahan baku yang seharusnya dibeli namun malah dibayar oleh penghasil limbah, dan yang tak kalah pentingnya adalah meningkatkan kreativitas pegawai Batan sendiri terutama untuk dapat memenuhi kebutuhan pasar. Jika upaya minimisasi limbah seperti yang disarankan di atas dilaksanakan, maka biaya penyimpanan limbah radioaktif di Batan mungkin masih dapat dikurangi lagi dari yang sudah ada saat ini.

Secara keseluruhan pelaksanaan program tersebut akan menghasilkan manfaat sebagai berikut:

1. Penggunaan sumberdaya alam akan lebih efektif dan efisien.
2. Mencegah atau mengurangi terbentuknya limbah dan bahan pencemar lainnya.
3. Mencegah atau mengurangi berpindahnya bahan pencemar antar media.
4. Mengurangi terjadinya risiko kesehatan manusia dan lingkungan.
5. Mengurangi biaya pentaatan hukum.
6. Mengurangi atau terhindar dari biaya pembersihan lingkungan.

Namun yang utama dari seluruh uraian tersebut di atas adalah apakah ada keinginan yang kuat dari tingkat pimpinan atau pengambil keputusan untuk melak-sanakan program minimisasi limbah tersebut.

Jika hal ini tidak ada maka kasus hilangnya bahan radioaktif milik PT. KS mungkin akan terulang kembali pada perusahaan lain.

Semoga bahan radioaktif semakin terasa manfaatnya bagi kita semua, demikian juga dengan industri nuklir semakin maju dan berwawasan lingkungan.



Gambar 1. Logo Tanda Bahan Radioaktif

---000000---