

PRARANCANGAN PEMANTAUAN RADIASI DAN KONTAMINASI UDARA DI RUANG KERJA KOMPAKSI DI PTLR

Cerdas Tarigan¹

¹Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir

ABSTRAK

PRA RANCANGAN PEMANTAUAN RADIASI DAN KONTAMINASI UDARA DI RUANG KOMPAKSI DI PTLR. Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif (PTLR) merupakan instalasi pengolahan limbah radioaktif yang berasal dari berbagai instalasi pengguna iptek nuklir. Desain PTLR telah dirancang sesuai dengan standar keselamatan, sehingga tidak akan menimbulkan dampak negatif terhadap ruangan daerah kerja maupun lingkungan. Walaupun demikian perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui seberapa besar paparan radiasi dan kontaminasi di udara di ruangan kerja sebelum tercemar ke pekerja. Dalam hal ini akan dilakukan prarancangan peralatan di daerah ruang kompaksi. Pengukuran kontaminasi menggunakan pompa pengisap, yang dihubungkan melalui pipa paralon menggunakan filter sedangkan untuk mengukur paparan radiasi menggunakan dosimetri termoluminisens. Tujuan penelitian ini untuk melakukan prarancangan peralatan pengukur radiasi untuk mengetahui paparan radiasi dan kontaminasi udara di ruangan kerja kompaksi untuk menunjang keselamatan pekerja di PTLR.

Kata kunci : pra-rancangan, pemantauan radiasi, PTLR

ABSTRACT

A PRE DESIGN OF MONITORING FOR RADIATION AND AIR CONTAMINATION IN COMPACTION ROOM OF RWI. The Radioactive Waste Installation (RWI) is a center for processing of radioactive waste coming from various installation applying nuclear science and technology. The RWI has been designed as according to safety standard, so that it will not generate negative impact to the working area and also to the environment. However some measurement should be conducted to know how big of radiation dose and contamination on the air in working area before exposure to the worker. In this case, we will conduct equipments pre design in working area of compaction. Measurement of the contamination uses vacuum pump connected through pipeline using filter while to measure the exposure of radiation uses thermoluminescence dosimeter. The aim of this research is to have pre design the equipments of radiation counter to know exposure of radiation and contamination air in working area compaction to support safety of worker in installation of PTLR..

Keyword : pre-design, monitoring radiation, PTLR

1. PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif merupakan pusat pengolahan limbah radioaktif yang berasal dari berbagai instalasi yang menimbulkan limbah radioaktif yaitu meliputi pengolahan limbah radioaktif cair, padat dan gas. Pengolahan limbah radioaktif cair dilakukan dengan reduksi volume dengan evaporasi dan sementasi. Reduksi volume limbah padat yang bisa dilakukan dengan kompaksi dan insenerasi. Imobilisasi limbah hasil kompaksi dan abu

insenerasi dilakukan dengan cara sementasi. Pengolahan limbah radioaktif padat yang tidak bisa dibakar dilakukan dengan cara kompaksi, drum 100 liter yang berisi limbah padat dikompaksi dalam drum 200 liter.

Semua peralatan dan proses pengolahan limbah radioaktif di desain sedemikian rupa sehingga mampu mengolah limbah radioaktif sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Demikian pula gedung proses didesain sedemikian rupa, di samping dibuat tahan terhadap guncangan dan juga memenuhi ketentuan keselamatan

radiasi dan relatif mudah didekontaminasi. Ruangan proses, laboratorium dan semua daerah kerja dilengkapi dengan ventilasi, sehingga jumlah pergantian udara memenuhi syarat dan menjamin kesegaran bagi para pekerja. Dengan dasar inilah diharapkan resiko paparan radiasi dan kontaminasi sangat kecil pada setiap daerah kerja dan lingkungan. Udara dan gas buang dari sistem ventilasi/ sistem gas buang yang dilepas dari PTLR ke lingkungan melalui cerobong ventilasi diharapkan sudah benar benar bersih karena telah melewati penyaringan menggunakan filter yang berefisiensi tinggi.

Diharapkan bahwa dengan adanya kegiatan di PTLR diperkirakan dampak negatif sangat kecil terhadap daerah kerja dan lingkungan. Namun demikian pemantauan secara rutin pada daerah kerja perlu dilakukan. Pemantauan dilakukan di daerah ruangan kerja kompaksi limbah padat di PTLR. Besarnya radiasi dan kontaminasi di daerah ini disebabkan adanya unsur radionuklida pemancar α , β dan γ yang ditimbulkan akibat kegiatan proses pengepresan/ kompaksi limbah padat yang kemungkinan terlepas ke udara dan kemudian terhisap oleh pekerja dan juga bisa langsung terpapari radiasi eksternal ke pekerja..

Pada ruang tersebut sebenarnya telah ditempatkan peralatan proteksi radiasi, yang digunakan untuk mengetahui kondisi proses dan peralatan yang ditempatkan pada tempat-tempat tertentu yang rawan saja. Sedangkan maksud dari pemantauan disini adalah untuk mengetahui tingkat radiasi dan kontaminasi daerah kerja di samping untuk mengetahui kondisi proses sehingga dengan demikian bisa diperkirakan pula tingkat paparan radiasi pada setiap daerah kerja. Tujuan penelitian ini untuk melakukan prarancangan peralatan pengukur radiasi untuk mengetahui besarnya paparan radiasi dan kontaminasi udara di ruang kerja kompaksi untuk

menunjang keselamatan pekerja di PTLR.

2. TEORI

2.1. Paparan eksternal

Paparan eksternal adalah paparan yang berasal dari sumber radioaktif yang terletak di luar tubuh manusia, apabila seluruh tubuh manusia terkena radiasi dinamakan paparan seluruh tubuh, tetapi apabila hanya sebagian dinamakan paparan radiasi lokal. Partikel α tidak merupakan bahaya paparan eksternal karena daya tembus partikel ini sangat pendek, tetapi jika partikel ini masuk ke dalam tubuh akan menyebabkan kerusakan pada organ karena partikel α merupakan bahaya internal. Partikel β dapat bersifat bahaya eksternal dan ini tergantung dari energi partikel β tersebut. Jika energi partikel $\beta > 70$ keV dapat menembus lapisan kulit luar dan menembus jaringan hidup. Ancaman bahaya internal dari partikel β tidak sebesar partikel α , karena spesifik ionisasi beta relatif kecil dari α . Radiasi γ / x ditimbulkan oleh beberapa unsur bermuatan atau photon, merupakan bahaya paparan eksternal. Radiasi ini mempunyai paparan jarak yang relatif besar dalam materi maupun dalam udara. Karena radiasi ini menembus semua materi, maka kerusakan yang ditimbulkan dapat mengenai seluruh tubuh. Neutron juga merupakan bahaya eksternal yang harus ditanggulangi. Karena neutron tidak bermuatan maka ia dapat menjelajahi udara dan materi, karena neutron menembus semua materi sebelum berinteraksi, kerusakan dalam jaringan tubuh organisme terjadi relatif luas dan semakin tinggi energinya semakin luas kerusakannya.

2.2. Kontaminasi

Sewaktu melakukan proses kompaksi kemungkinan debu radioaktif/ partikulat berterbangan di dalam ruangan pada daerah kerja sehingga dapat menyebabkan kontaminasi internal bagi para pekerjanya.

Masuknya radionuklida ke dalam tubuh manusia bisa melalui pernafasan, makanan, minuman maupun melalui luka. Kemungkinan besar yang terjadi pada daerah kerja adalah kontaminasi internal akibat radionuklida masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan. Untuk perhitungan dosis radiasi yang diserap oleh tubuh harus diketahui berapa jumlah volume udara yang disedot, kecepatan pernafasan manusia dan konsentrasi maksimum yang diijinkan (KMI) untuk radionuklida dalam udara tersebut.

3. TATA KERJA

3.1. Metode pengukuran paparan radiasi

Metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur paparan radiasi disini cukup sederhana. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan dosimetri thin layer dosimetri (TLD) yang diletakkan pada daerah kerja kompaksi, pada ketinggian $\approx 1,5$ m, pada 6 buah titik lokasi dapat dilihat pada Gambar 1 (lihat lampiran). Pengamatan didasarkan penyerapan laju dosis serap pada dosimetri TLD akibat irradiasi yang diterima dalam jangka waktu 1 bulan. Selanjutnya untuk proses pembacaan dan mengetahui besarnya laju dosis serap dosimetri TLD dapat dilakukan di Bidang Keselamatan Lingkungan PTLR.

3.2. Metode pengukuran aktivitas udara.

Pengukuran dilakukan pada daerah ruang kerja kompaksi pada 6 buah titik atau lokasi dapat dilihat pada Gambar 1. Kertas filter ini diletakkan pada ketinggian $\pm (1,4-1,6)$ m (setinggi alat pernafasan manusia). Kecepatan pengambilan udara setara dengan kecepatan pernafasan manusia, selama periode 7 hari, udara yang terakumulasi sebesar ± 300 m³. Sebelum dilakukan pencacahan filter dидiamkan ± 48 jam untuk menghilangkan pengaruh dari radon dan thoron. Selanjutnya filter

dicacah dengan alat spektrometri α , β dan γ .

3.3. Perhitungan

- Kontaminasi udara

Kontaminasi partikulat udara diukur dengan mencacah kertas filter, yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Kontaminasi udara (Bq/m³) =

$$Cc \times \frac{100}{Ec} \times \frac{1}{V}$$

dimana :

Cc = laju cacah bersih (cps)

Ec = efisiensi alat (%)

V = volume udara yang disedot (m³)

- Dosis TLD

Perhitungan dosis perorangan dengan perangkat lunak TLD dilakukan sebagai berikut :

1. Elemen dosimetri termoluminisens (TLD) yang dibaca oleh TLD reader akan menghasilkan bacaan dalam satuan nano coulomb (nC) atau mikro coulomb (μ C).

2. Dengan menggunakan perangkat lunak WinREMS maka hasil pembacaan TLD tersebut akan dikonversi menjadi satuan dosis dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D = \frac{\{(B \times ECC) - (Bo \times ECCo)\}}{RCF}$$

dimana :

D = Dosis perorangan

B = Bacaan elemen TLD dari kartu TLD yang digunakan (nC).

ECC = Faktor koreksi elemen TLD yang digunakan.

Bo = Bacaan elemen TLD dari TLD blanko (nC).

ECCo = Faktor koreksi elemen TLD dari TLD blanko.

RCF = Faktor Kalibrasi (Reader Calibration Factor) (nC/mSv atau nC/mrem).

3. D = Dosis perorangan yang diperoleh oleh TLD pelanggan (mSv)

4. Jika harga D kurang (-) maka hasil uji atau dosis yang diterima pelanggan dinyatakan ttd (tidak terdeteksi).

5. Jika harga D lebih kecil dari Batas Deteksi Menurun (BDM) maka hasil uji atau hasil perhitungan dosis dinyatakan ttd.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada umumnya limbah yang di padatkan di ruang kompaksi adalah limbah padat yang berasal dari instalasi BATAN atau instansi luar. Limbah padat termampatkan proses reduksi volumenya dilakukan dengan cara kompaksi. PTLR mempunyai 1 unit kompaktor dengan kekuatan 600 kN, meja getar dan perangkat sementasi. Limbah padat dalam drum 100 L dimasukkan dalam drum 200 L saat kompaksi. Dengan kuat tekan 600 kN kompaktor PTLR mampu mereduksi 4-5 drum 100 L dalam drum 200 L. Setelah pengisian batu koral, hasil kompaksi selanjutnya disementasi dalam drum 200 L dan selanjutnya dikirim ke penyimpanan sementara.

Pada pemrosesan limbah padat tersebut kemungkinan pekerja langsung terpapar radiasi γ atau menerima paparan eksternal karena sebagian besar limbah padat umumnya mempunyai aktivitas γ yang tinggi. Selain itu kemungkinan juga sewaktu pemrosesan/ pengepresan terlepas keluar debu radioaktif yang bisa langsung terhirup oleh pekerja atau menerima kontaminasi internal dari udara. Pada proses perencanaan prarancangan pemantauan paparan radiasi dan kontaminasi di ruang kompaksi perlu dilakukan persiapan awal prarancangan yaitu sistem harus mengikuti skema alur kegiatan agar setiap butir kegiatan dikerjakan dengan baik, tahapan kegiatan prarancangan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data dan informasi

- a. Memberikan kerangka pikir tentang rencana kegiatan yang akan dilakukan yaitu perlu meningkatkan keselamatan pekerja radiasi di daerah ruang kerja instalasi pengolahan limbah padat di ruangan kerja kompaksi di PTLR.
- b. Menyusun rencana kegiatan yang meliputi tahapan-tahapan tertentu, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana sesuai dengan waktu yang direncanakan. Rencana kegiatan antara lain persiapan alat, bahan, sarana penunjang dan lain lain. Dengan berpedoman pada rencana kegiatan, pelaksanaan kegiatan dapat dikontrol dan dievaluasi sehingga target pencapaian dapat dipertahankan sesuai dengan rencana.
- c. Mengumpulkan data sekunder dan primer antara lain data data yang telah tersedia antara lain kondisi ruangan, jumlah pekerja, lamanya bekerja, data laju dosis di ruangan kompaksi pada kondisi tidak operasi, data pada saat operasi atau data-data yg telah diukur sebelumnya yg dapat diperoleh dari Bidang atau Sub Bidang terkait sebagai referensi.

2. Analisis data dan informasi

- a. Memberikan cara pelaksanaan analisis untuk mendapatkan data dan informasi yang akurat perlu ditentukan cara pelaksanaan analisis data yang akan dilakukan. Cara analisis data yang dilakukan adalah untuk mengetahui mungkin tidaknya prarancangan dilakukan ditinjau dari segi pemasangan alat ataupun modifikasi.
- b. Melaksanakan pengelompokan data yaitu setelah data dikumpulkan baik berupa data primer maupun sekunder, perlu dilakukan pengelompokannya agar di dalam penggunaannya dapat dimanfaatkan dengan tepat. Data yang dikumpulkan, baik berupa data primer maupun sekunder dikelompokkan menjadi dua kelompok yang meliputi kelompok data prarancangan fisik dan

kelompok data prarancangan keselamatan.

- c. Melaksanakan analisis data, tujuan pelaksanaan analisis data perancangan ini adalah untuk mendapatkan data yang akurat agar pelaksanaan kegiatan perancangan mengenai sasaran yang diinginkan.

5. KESIMPULAN

Masalah keselamatan adalah merupakan masalah yang harus mendapatkan perhatian, maka pemantauan radiasi dan kontaminasi secara rutin perlu dilakukan Hal ini disamping untuk mengetahui tingkat paparan radiasi dan kontaminasi daerah kerja, juga bertujuan untuk mengetahui kondisi proses yang ada di PTLR misalnya keandalan dari sistem ventilasi, kemampuan sistem filtrasi gas buang, deteksi kebocoran sistem pemipaan off-gas dan sebagainya.

Dari hasil perencanaan prarancangan peralatan paparan radiasi dan kontaminasi di udara di ruangan kerja kompaksi ini diperoleh suatu prarancangan peralatan pemantauan yang terpadu untuk menunjang keselamatan pekerja di PTLR. Disamping itu untuk mencegah terjadinya resiko paparan radiasi dan kontaminasi pada setiap daerah kerja, khususnya pada zone 3 yaitu daerah kerja kompaksi disarankan para pekerja diwajibkan mematuhi aturan keselamatan kerja yaitu dengan memakai pakaian laboratorium atau jas lab, peralatan kerja seperti masker, sarung tangan, kaca mata pelindung, topi, sepatu, shielding, disamping itu membatasi waktu kerja sesuai peraturan yang telah ditetapkan.

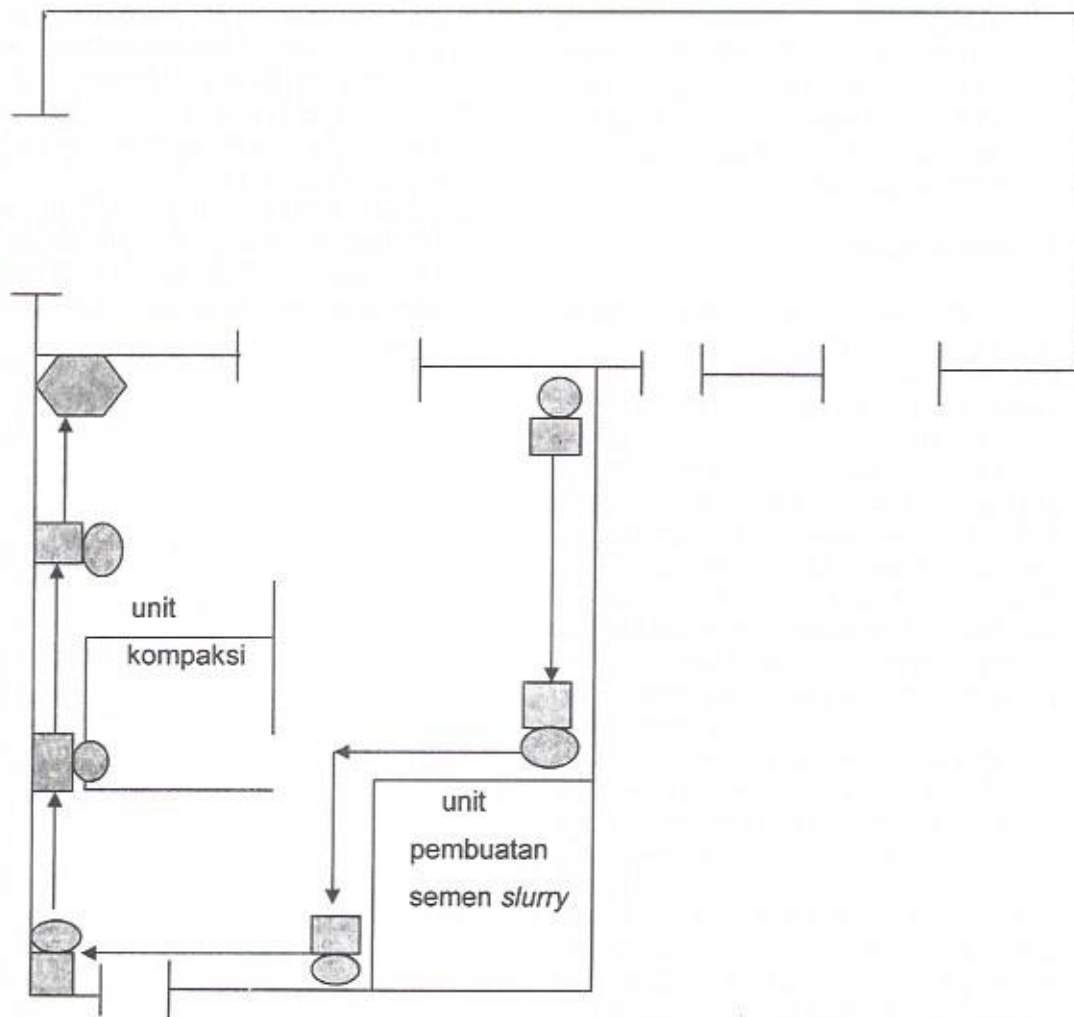
6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. PROFESSEUR M. BERGER. Manuel de Radioprotection Pratique. INSTN- Saclay.
- [2]. JEAN HAMARD, Professeur de INSTN-Cadarache. Notions




Elementaires Dihygiene Atomique. France

- [3]. Institute National de Recherche et de Securite. La Securite dans Emploi des Radionucleides en Sources non Scellees. France
- [4]. G.TOURRET, Professeur de INSTN, Cadarache "La Protection Contre la Contamination. France
- [5]. [ALAN MARTIN and SAMUEL A. HARBISON. 1986. "An Introduction to Radiation Protection". third ed., Chapman and Hall Ltd., New York, USA.

7. LAMPIRAN



Keterangan Gambar :

1. TLD = 
2. Filter = 
3. Pompa pengisap = 

Gambar 1. Lokasi penempatan alat ukur radiasi dan kontaminasi di ruangan proses kompaksi limbah padat di PTLR