

# EVALUASI PENGENDALIAN KESELAMATAN RADIASI DAN NON RADIASI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF TAHUN 2004 -2008

**L. Kwin Pudjiastuti, Arie Budianti, M.Cecep Cepi Hikmat**  
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN

## ABSTRAK

EVALUASI PENGENDALIAN KESELAMATAN RADIASI DAN NON RADIASI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH RADIOATIF TAHUN 2004-2008. Pengendalian keselamatan radiasi dan non radiasi dalam pengolahan limbah radioaktif di PTLR selama tahun 2004-2008 perlu dilakukan evaluasi. Tujuan evaluasi pemantauan adalah untuk dapat memperkirakan penerimaan dosis pada pekerja, masyarakat dan lingkungan, serta memberikan perlindungan kepada pekerja dan meyakinkan kepada pekerja agar dapat bekerja dengan aman dan terkendali. Pengendalian dilakukan dengan pemantauan terhadap potensi bahaya radiasi yang meliputi pemantauan laju dosis dan kontaminasi baik udara maupun permukaan secara rutin dan pada saat proses, serta pemantauan dosis kumulatif di daerah kerja. Pengendalian non radiasi dilakukan dengan melakukan pemantauan terhadap kondisi lingkungan, penerangan, serta akses personel.. Hasil pemantauan diperoleh data laju dosis daerah kerja antara 0,15  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  - 0,64  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  dan rata-rata 0,23  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ , Laju dosis tertinggi di *Interim Storage* (IS) rata-rata sebesar 4,65  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  atau sebesar 6,20 % dari nilai batas, kontaminasi permukaan *gross  $\alpha$*  berkisar antara 0-0,0191 Bq/cm<sup>2</sup> atau rata-rata 0,0038 Bq/cm<sup>2</sup>, sedangkan tingkat kontaminasi *gross  $\beta/\gamma$*  berkisar antara 0 - 0,0913 Bq/cm<sup>2</sup> atau rata-rata 0,0409 Bq/cm<sup>2</sup>, kontaminasi udara 0 – 0,0105 Bq/m<sup>3</sup> atau 0 – 0,86 % untuk *gross  $\alpha$*  dan antara 0 – 0,0032 Bq/m<sup>3</sup> atau 0 – 0,28 % untuk *gross  $\beta/\gamma$* , dosis kumulatif antara 0,21 – 2,02 mSv/tahun. Hasil pemantauan masih jauh dibawah nilai batas yang telah ditentukan.

## ABSTRACT

*EVALUATION OF RADIATION AND NON RADIATION SAFETY ON RADIOACTIVE WASTE TREATMENT PERIOD 2004-2008. Control of radiation and non radiation safety on radioactive waste treatment has been done during 2004-2008. The aim of this activities are to estimate radiation dose in worker, society and the environment, also to give the protection for the worker and convince the worker to work peaceful. This activities to do with measurement dose-rate, airborne contamination, surface contamination routine and during process, also measurement of cumulative dose in the working area.. Non radiation control to do with control environment situation, enlightenment also aces personal. The results of these activities for dose-rate were between 0.15  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  – 0.64  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  and average is 0.23  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ . Dose rate higher in Interim storage is 4,65  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  average or 6.20% from limited dose. Surface contamination gross  $\alpha$  were 0-0.0191 Bq/cm<sup>2</sup>, or average were 0,0038 Bq/cm<sup>2</sup> and 0 – 0.0913 Bq/cm<sup>2</sup> or average were 0,0409 Bq/cm<sup>2</sup> for gross  $\beta/\gamma$ . Airborne contamination were 0 – 1.05E-02 Bq/m<sup>3</sup> or 0 – 0,86 % for gross  $\alpha$  and 0 ~ 0.32E-02 Bq/m<sup>3</sup> or 0 – 0,28 % for gross  $\beta/\gamma$ . The cumulative-dose is 0.21 – 2.02 mSv/year. The results of working area control are under limitation dose for the worker.*

## PENDAHULUAN

Sesuai dengan Undang-undang No 10 tahun 1997, Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif (IPLR) merupakan satu-satunya fasilitas yang dimiliki oleh badan pelaksana di Indonesia, sehingga sumber daya dan pengelolaannya perlu diperhatikan dan ditingkatkan. [1]

Limbah radioaktif yang dioleh di IPLR berasal dari instalasi – instalasi penelitian yang ada di BATAN dan dari instansi luar seperti industri dan rumah sakit yang mempergunakan bahan radioaktif sebagai salah satu kegiatannya.

Keselamatan harus menjadi prioritas utama pada seluruh tahap kegiatan, dan menjadi pertimbangan utama baik secara organisasi maupun perorangan. Pengolahan limbah radioaktif mempunyai potensi bahaya radiasi maupun non radiasi bagi manusia maupun lingkungan hidup sehingga perlu dilakukan pengelolaan yang benar agar tidak membahayakan baik bagi pekerja maupun masyarakat dan lingkungan. Program pengendalian daerah kerja merupakan upaya untuk mewujudkan keselamatan dalam pengelolaan limbah radioaktif yang dilaksanakan secara periodik dan terus menerus. Program ini sesuai dengan keputusan Kepala Batan Nomor 392/KA/XI/2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja BATAN dilaksanakan oleh Sub Bidang Pengendalian Daerah Kerja Bidang Keselamatan dan Lingkungan Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.2]

Pengendalian daerah kerja juga sebagai upaya untuk memenuhi peraturan yang telah dikeluarkan dalam melindungi keselamatan dan kehatian pekerja dari potensi bahaya radiasi dan non radiasi yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang “Keselamatan Radiasi dan Keamanan Sumber Radioaktif ” dan Keputusan Kepala BAPETEN No. 01/Ka-BAPETEN/V-99 tentang “Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi 3,4]

Pada dasarnya limbah yang diolah di PTLR adalah limbah dengan aktivitas rendah dan sedang, namun tidak tertutup kemungkinan limbah radioaktif dengan aktivitas tinggi seperti sumber bekas. Potensi bahaya kontaminasi dapat terjadi pada proses kompaksi, immobilisasi, *laundry* maupun *dismantling/ kondisioning* limbah radioaktif.

Potensi bahaya radiasi eksterna yang relatif tinggi diterima pada saat proses *dismantling/ kondisioning* limbah sumber bekas seperti Ra-226, Cs-137 maupun Co-60, sedangkan pada proses *laundry*, evaporasi maupun kompaksi potensi bahaya radiasi relatif rendah.

## TATA KERJA

### Bahan dan alat

Dalam pemantauan daerah kerja peralatan yang digunakan adalah alat ukur radiasi dan kontaminasi, alat cuplik udara, alat cacah kontamiansi, alat pelindung diri dan peralatan pendukung lainnya. Sedangkan bahan yang dipergunakan meliputi bahan dekontaminasi, kertas saring dan bahan pendukung lainnya.

### Metode :

#### 1. Pemantauan keselamatan radiasi

Kegiatan ini dilakukan dengan cara pemantauan laju dosis secara rutin satu bulan sekali dan pada saat proses dengan menggunakan radiameter FAG tipe FH40F2. Alat ini mempunyai rentang pengukuran 0,01  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  – 9,99  $\text{mSv}/\text{jam}$  yang dilakukan kalibrasi secara berkala satu tahun sekali dan memiliki faktor kalibrasi sebesar 1,01. 5]

#### 2. Pemantauan tingkat kontaminasi udara daerah kerja

Kegiatan ini dilakukan dengan metode pencuplikan udara daerah kerja menggunakan alat hisap APA-14. Udara daerah kerja dihisap sehingga partikel-partikel aktif dapat tertangkap dalam kertas saring pada volume udara tertentu. Kertas saring selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan alat cacah portabel model GSM-10S dengan detektor untuk  $\alpha$  maupun untuk  $\beta/\gamma$  atau menggunakan alat *Low background  $\alpha/\beta$  spectrometry* sehingga diperoleh besarnya tingkat kontaminasi pada udara daerah kerja.

3. Pemantauan tingkat kontaminasi permukaan daerah kerja

Kegiatan ini dilakukan dengan metode uji usap (*smear test*) menggunakan kertas usap *whatman*. Uji usap dilakukan pada permukaan lantai/ alat dengan luas  $\pm 100 \text{ cm}^2$ . Pemantauan dilaksanakan secara rutin setiap tiga bulan dan pada saat proses. Kontaminan yang terambil oleh kertas usap dilakukan analisis untuk menentukan besarnya aktivitas kontaminasi permukaan daerah kerja.

4. Pemantauan dosis kumulatif

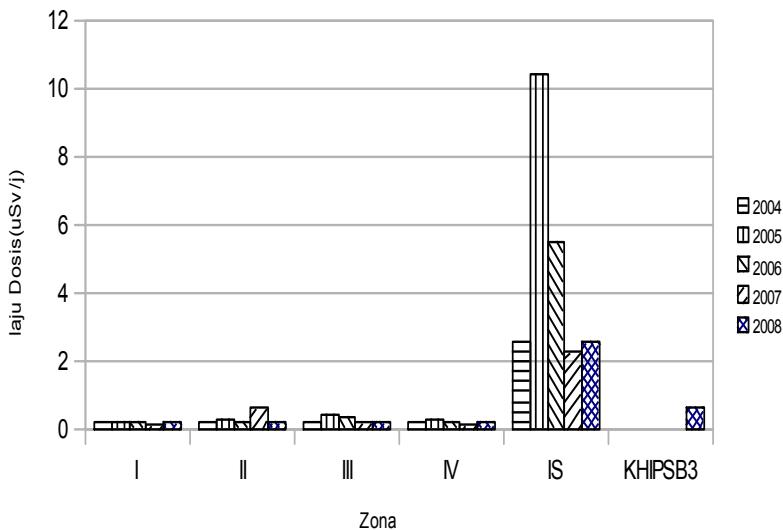
Kegiatan ini dilakukan dengan periode tiga bulan sekali dengan menggunakan TLD jenis BG-7001. TLD jenis ini sama jenisnya dengan yang digunakan oleh pekerja yang dapat menangkap radiasi pemancar  $\beta$  dan  $\gamma$ . Pemrosesan dosis kumulatif dilakukan oleh sub Bidang Pengendalian Personil menggunakan alat TLD Reader Model 6600.

5. Pemantauan non radiasi

Pemantauan meliputi kedisiplinan pekerja dalam penggunaan alat pelindung diri, kebersihan ruang, ketersediaan alat pemadam api ringan, penataan bahan kimia dan penerangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

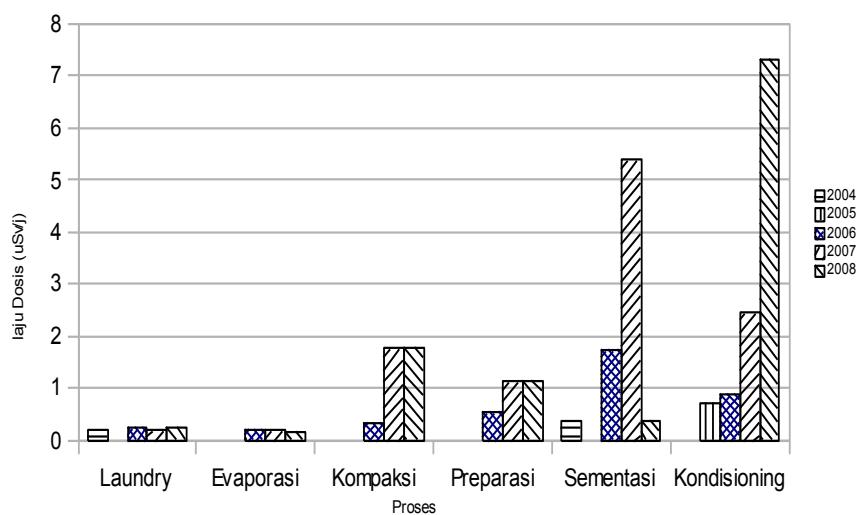
Hasil pemantauan laju dosis pada tahun 2004-2008, berdasarkan zona daerah kerja radiasi ditampilkan dalam **Gambar 1**. Dari batasan yang ditetapkan untuk masing-masing zona radiasi, maka laju dosis di daerah kerja selama pemantauan rutin masih jauh dibawah batas yang telah ditetapkan.



**Gambar 1.** Kurva pemantauan Laju Dosis Daerah Kerja tahun 2004 – 2008

Pemantauan laju dosis daerah kerja di IPLR pada zone I, II, III dan IV relatif sangat kecil yaitu terkecil 0,15  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ , tertinggi 0,64  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  dan rata-rata 0,23  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  setara dengan laju dosis latar. Laju dosis tertinggi terukur di *Interim Storage* (IS) rata-rata sebesar 4,65  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  atau sebesar 6,20 % dari nilai batas di IS yang ditetapkan yaitu 75  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ . Pengukuran laju dosis di KH-IPSB3 dilakukan mulai tahun 2008, dari hasil pengukuran laju dosis lebih tinggi dibandingkan dengan zona IV di IPLR, meskipun belum ada kegiatan penyimpanan bahan bakar bekas, hal ini karena letak KH-IPSB3 berada diantara RSG-GAS, RMI, PRR dan PT. BATAN Teknologi, yang memiliki laju dosis latar lingkungan lebih tinggi dibandingkan dengan di IPLR.[6]

Pemantauan laju dosis daerah kerja saat proses pengolahan limbah radioaktif tahun 2004 - 2008 meliputi proses laundry pakaian kerja, sementasi limbah resin, immobilisasi limbah hasil dekomisioning pabrik pemurnian asam fosfat, relatif kecil dibandingkan dengan batasan pada zona III yaitu sebesar antara 0,19 – 1,77  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  atau antara 0,76 % - 7,08 % dari batasan yang ditetapkan.

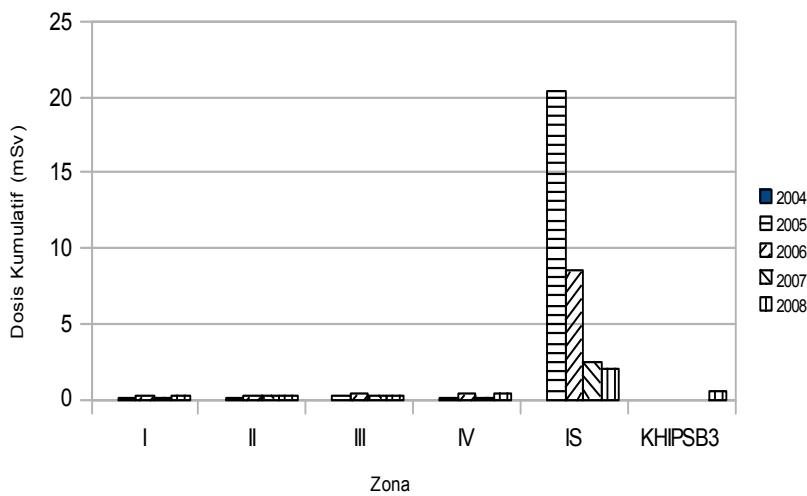


**Gambar 2.** Pemantauan laju dosis saat proses pengolahan limbah tahun 2004 – 2008

Pemantauan pada proses kondisioning limbah radium lebih tinggi dibandingkan dengan proses lainnya yaitu sebesar 7,31  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  atau sama dengan 29,24 % dari nilai batasan untuk zona III. Oleh karena itu proses kondisioning dilakukan pada ruang khusus.

Dosis kumulatif dipantau dengan menggunakan TLD yang dipasang pada setiap ruang daerah kerja selama tahun 2004 - 2008 ditampilkan pada **Gambar 2**. Gambar Kurve Pemantauan Dosis Kumulatif tahun 2004 -2008 memberikan gambaran yang simetris dengan pemantauan laju dosis pada daerah kerja yang sama. Hal ini berarti pemantauan laju dosis dapat digunakan sebagai perkiraan awal penerimaan dosis pekerja di daerah radiasi.

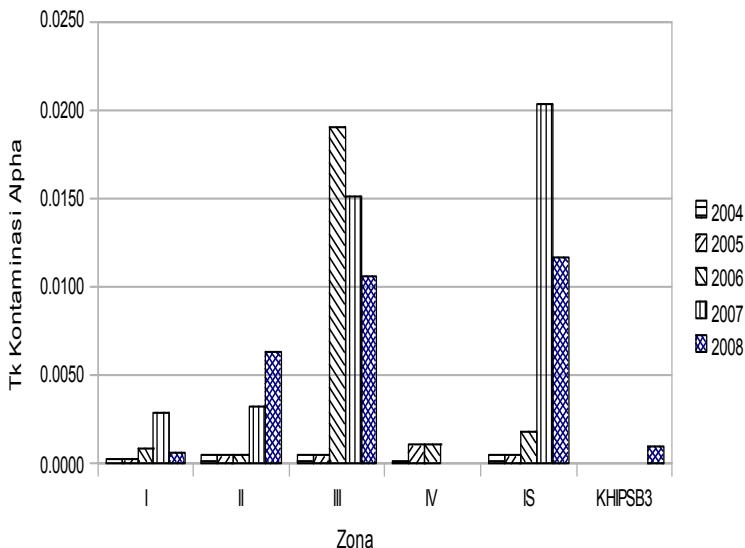
Dosis kumulatif selama tahun 2004 tidak dilakukan pemantauan karena alat pembaca TLD Reader mengalami kerusakan sehingga data hanya tahun 2005 – 2008



**Gambar 3.** Kurva Pemantauan Dosis Kumulatif daerah kerja Tahun 2005 - 2008

Dosis kumulatif zona I s/d IV relatif kecil, daerah kerja IS memiliki potensi penerimaan dosis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona yang lain, Pada tahun 2005 dosis kumulatif merupakan dosis tertinggi selama 5 tahun, karena pada tahun tersebut banyak limbah dari instansi luar yang belum dilakukan pemrosesan, yaitu sebesar  $20,46 \mu\text{Sv}/\text{jam}$  atau sebesar 27,28% dari laju dosis yang ditetapkan, sedangkan pada daerah kerja lainnya relatif rendah. Daerah Kerja IS hanya dibuka saat penyimpanan limbah dan preparasi limbah sebelum diolah, sehingga akses pekerja ke IS terbatas.

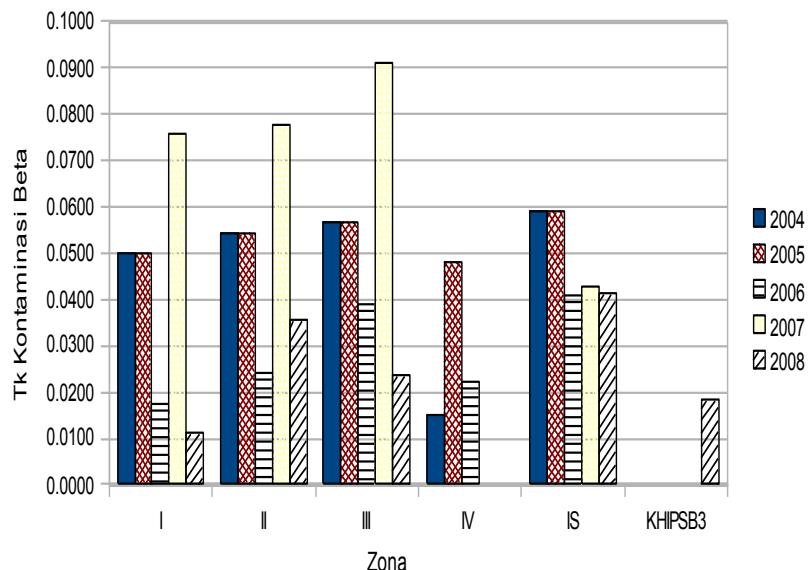
Dari **Gambar 1** dan **Gambar 3** tersebut diatas terlihat bahwa pengukuran laju dosis daerah kerja dan dosis kumulatif memiliki kurva yang simetris sehingga pengukuran laju dosis dapat digunakan sebagai perkiraan awal penerimaan dosis oleh pekerja.



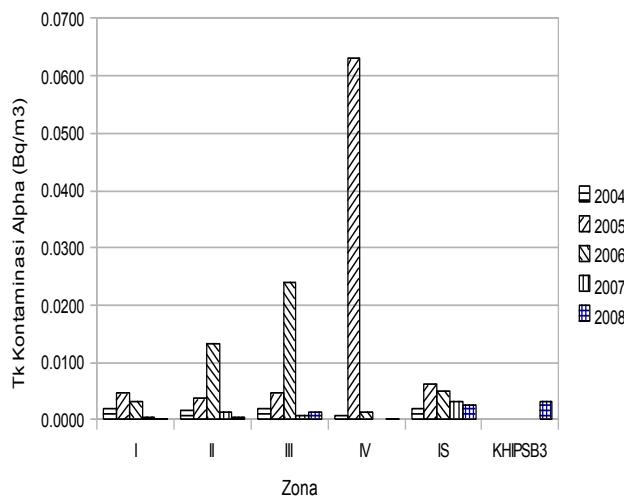
**Gambar 4.** Kurva tingkat kontaminasi gross  $\alpha$  permukaan daerah kerja tahun 2004-2008

Hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan daerah kerja di IPLR dan KH-IPSB3 untuk tingkat kontaminasi gross  $\alpha$  dan  $\beta/\gamma$  ditunjukkan pada gambar 3 dan 4 sebagai berikut.

Pemantauan tingkat kontaminasi KH-IPSB3 baru dilakukan mulai tahun 2008, karena KH-IPSB3 diterimakan dari PRG ke PTLR pada tahun 2006 dan pengukuran dilakukan setelah dilakukan revitalisasi.



**Gambar 5.** Kurva tingkat kontaminasi gross  $\beta/\gamma$  Permukaan daerah kerja tahun 2004 – 2008



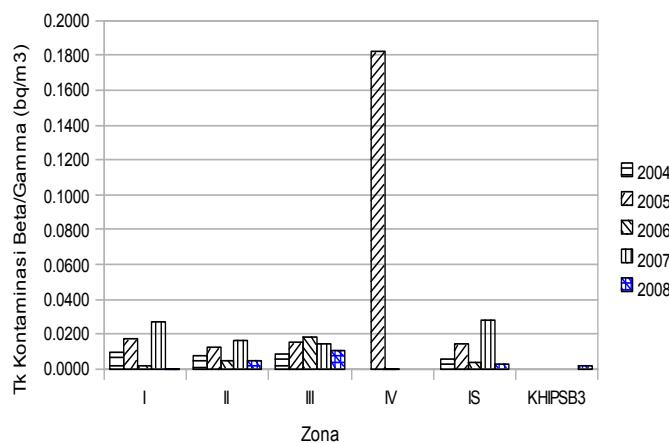
**Gambar 6.** Kurva pemantauan tingkat kontaminasi udara gross  $\alpha$  daerah kerja tahun 2004 - 2008

Dari gambar kurva diatas, tingkat kontaminasi gross  $\alpha$  daerah kerja relatif lebih kecil dari pada tingkat kontaminasi gross  $\beta/\gamma$  di daerah kerja, namun batasan tingkat kontaminasi gross  $\beta/\gamma$  diambil 10 kali dari batasan tingkat kontaminasi gross  $\alpha$ .

Untuk tingkat kontaminasi gross  $\alpha$  berkisar antara 0-0,0191 Bq/cm<sup>2</sup> atau rata-rata 0,0038 Bq/cm<sup>2</sup>, sedangkan tingkat kontaminasi gross  $\beta/\gamma$  berkisar antara 0 – 0,0913 Bq/cm<sup>2</sup> atau rata-rata 0,0409 Bq/cm<sup>2</sup>. Zona IV tidak diketemukan adanya kontaminasi, karena daerah ini sangat terbatas untuk akses pekerja.

Tingkat kontaminasi tertinggi untuk gross  $\alpha$  yaitu di Zona IV yaitu ruang kompaksi serta ruang sell limbah olahan pada tahun 2005, demikian juga dengan tingkat kontaminasi gross  $\beta/\gamma$ . Tingkat kontaminasi ini masih jauh dibawah batasan yang diijinkan yaitu antara 0 – 0,02 Bq/m<sup>3</sup> untuk gross  $\alpha$  dan antara 0 – 0,0900 Bq/m<sup>3</sup> untuk gross  $\beta/\gamma$ .

Pengukuran tingkat kontaminasi udara daerah kerja di IPLR dan KH-IPSB3 gross  $\alpha$  dan  $\beta/\gamma$  ditunjukkan dalam Gambar 6 dan **Gambar 7**. sebagai berikut:



**Gambar 7.** Kurva pemantauan tingkat kontaminasi udara gross  $\beta/\gamma$  daerah kerja tahun 2008

Tingkat kontaminasi rata-rata untuk pemancar  $\alpha$  yaitu sebesar 0,0038 Bq/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk gross  $\beta/\gamma$  sebesar 0,0409 Bq/m<sup>3</sup>.

Pengendalian kontaminasi udara dilakukan dengan memberikan sistem supply udara di instalasi yang optimal, sehingga udara dalam ruang proses terhisap dan tergantikan dengan udara yang bersih secara terus menerus.

Selain pengendalian keselamatan pekerja terhadap radiasi juga dilakukan pengendalian keselamatan terhadap potensi bahaya non radiasi. Potensi bahaya non radiasi dapat berupa, heat stress karena sirkulasi udara yang tidak baik, tumpahan bahan kimia, kecelakaan mekanik dan elektrik serta kebakaran. Pengendalian dilakukan dengan melakukan pemantauan kondisi APAR, penerangan, kebersihan dan perilaku pekerja terhadap keselamatan.

Secara periodik setiap tahun dilakukan pemberian ketrampilan kepada pekerja tentang cara-cara penanganan jika terjadi kedaruratan karena keselamatan adalah tanggung jawab setiap pekerja sehingga pekerja harus bisa mengambil tindakan segera dalam keadaan darurat untuk menyelamatkan diri sendiri dan orang lain. Pembekalan dilakukan dengan pelatihan kedaruratan radiasi dan non radiasi yang berupa penanganan limbah B3, pertolongan pertama pada korban dan berbagai cara pemadaman api jika terjadi kebakaran.

## KESIMPULAN

Dari hasil pemantauan daerah kerja IPLR dan KH-IPSB3 selama tahun 2004 - 2008 dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemantauan daerah kerja berjalan sesuai

dengan yang direncanakan, hasil pemantauan laju dosis, tingkat kontaminasi udara dan permukaan serta dosis kumulatif masih jauh dibawah nilai batas yang telah ditetapkan sehingga keselamatan kerja aman dan terkendali.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Undang Undang No. 10 Tahun 1997 tentang “Ketenaganukliran”.
2. Keputusan Kepala Batan Nomor 392/KA/XI/2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja BATAN.
3. Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang “Keselamatan radiasi dan keamanan sumber radioaktif ”.
4. Keputusan Kepala BAPETEN No. 01/Ka-BAPETEN/V-99 tentang “Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi”.
5. Keputusan Kepala BAPETEN No. 04/Ka-BAPETEN/V-99, tentang “Ketentuan Keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif”.
6. Dokumen No. PLR/7/PeDK/II/001/ 01/2006, tentang “Prosedur Pemantauan Daerah Kerja”
7. BKL - PTLR, “Laporan Pemantauan Lingkungan” tahun 2008