

PENGUJIAN PROGRAM PENGELOLAAN TLD DI RSG-GAS UNTUK MENINGKATKAN REALIBILITAS DATA

Sunarningsih, Suryawati S., Yus Rusdian A.

ABSTRAK

PENGUJIAN PROGRAM PENGELOLAAN TLD DI RSG-GAS UNTUK MENINGKATKAN REALIBILITAS DATA. Pengujian program pengelolaan TLD di RSG-GAS telah dilakukan untuk mendapatkan keyakinan pembacaan TLD dan diharapkan dapat menyempurnakan program pengelolaan TLD di RSG-GAS. Evaluasi ketelitian pembacaan TLD dilakukan dengan cara melakukan uji linearitas dengan sumber standar Am-241/Be yang telah diketahui aktivitas, dan alat Surveymeter. Hasil uji linearitas untuk TLD yang dibacakan PTPLR maupun PSPKR menunjukkan tidak didapatkan garis linearitas. Garis linearitas tidak didapat karena untuk pemaparan dosis 0,1 mSv - 1,0 mSv. Dengan demikian sistem TLD dari PTPLR ataupun PSPKR tidak dapat membedakan pemaparan dosis 0,1 mSv - 1,0 mSv. Disimpulkan bahwa pelaporan dosis personil PRSG untuk rentang dosis tersebut diragukan ketelitiannya. Hal ini dapat menjadi masukan PTPLR, sehingga diharapkan ada peningkatan dalam pengolahan data TLD personil, dan juga dapat menyempurnakan program pengelolaan TLD di RSG-GAS.

ABSTRACT

TESTING OF TLD MANAGEMENT AT CENTER FOR MULTIPURPOSE REACTOR (RSG-GAS) FOR IMPROVING THE REALIBILITY. Testing of TLD management at Center for Multipurpose Reactor have been done to improve the reliability of dose report and the TLD management. The linearity test at the expected dose personil range, 0,1 mSv - 1,0 mSv, have been done. It is concluded that both TLD system of PTPLR and PSPKR are not reliable for low level dose range of 0,1 mSv - 1,0 mSv. Hence, the dose reporting system of PTPLR should be improved and reevaluated.

PENDAHULUAN

Pengujian program pengelolaan TLD di RSG-GAS dimaksudkan untuk meningkatkan reabilitas data dosis TLD personil PRSG. Data dosis dipantau dengan menggunakan TLD badge milik PTPLR dan dibaca setiap akhir perioda waktu pemakaian / penggunaan yang lamanya 3 sampai 4 bulan. Hasil pembacaan dosis setiap periodanya dikirim ke PRSG (BKK). Dari data yang selama ini dipantau, diperoleh beberapa hal yang kurang bisa dimengerti. Contohnya, ada beberapa TLD personil yang tidak digunakan di daerah radiasi (disimpan di rak penyimpanan), pembacaan hasil dosisnya tidak jauh berbeda dengan yang digunakan secara aktif di daerah radiasi (misal personil shift, BKI). Dengan adanya hal tersebut perlu dibuat atau adanya

metoda untuk mengetahui ketelitian pembacaan dosis TLD.

Dalam laporan ini dibahas mengenai cara / metoda untuk mengetahui ketelitian pembacaan TLD badge, yaitu dilakukan uji linearitas, dengan sumber standar Am-241/Be yang telah diketahui aktivitas dan menggunakan alat surveymeter. TLD badge yang digunakan adalah milik PTPLR yang dibacakan oleh PTPLR dan milik PRSG yang dibacakan oleh PSPKR, kemudian membandingkannya dengan hasil dosis personil pada perioda yang sama.

TEORI

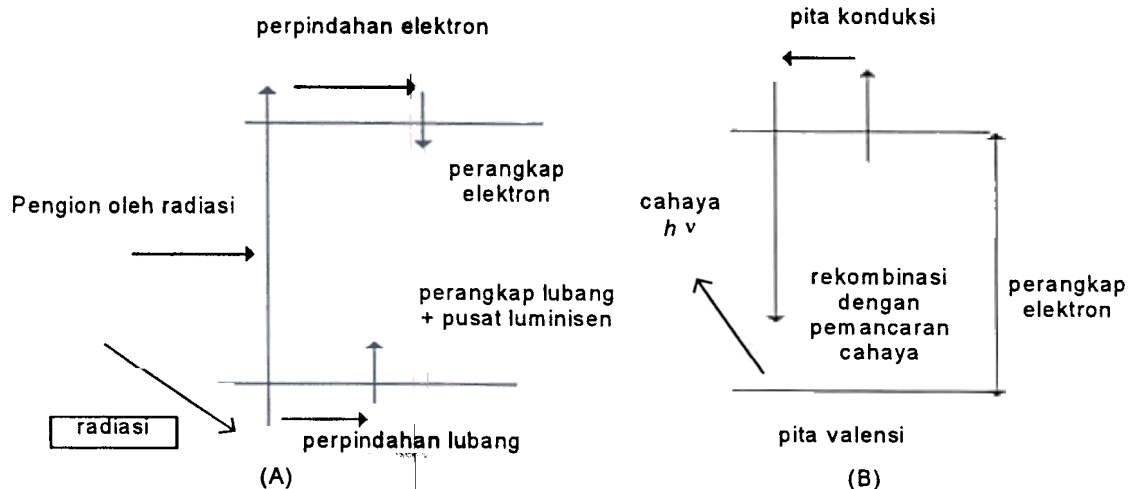
Telah diketahui adanya banyak kristal semi penghantar atau isolator^o yang dapat memancarkan cahaya ketika dipanaskan jika sebelumnya bahan itu mendapat penyinaran

radiasi pengion. Perkembangan pemakaian bahan termoluminis (bahan TLD) sebagai dosimeter berlangsung sangat cepat dan cenderung menggantikan dosimeter film. Peranan (TLD) sebagai dosimeter perorangan dalam melaksanakan proteksi radiasi didasari oleh ciri sebagai berikut :

1. Bahan TL atau disebut juga fosfor TL umumnya berbentuk kristal padat mudah dibentuk menjadi keping (*chip*), pita, silinder, atau serbuk halus, mempunyai sifat setara dengan jaringan biologi manusia dan umumnya mempunyai tanggapan yang tidak bergantung pada sudut masuk radiasi. Selain daripada itu sistem dosimeter TL juga mencatat dosis akumulatif.
2. Bacaan tanggapan bahan TL hampir tidak bergantung pada laju dosis hingga pada batas $10^9 \text{ Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ dan sebanding dengan dosis hingga pada beberapa sievert.
3. Dalam beberapa bahan TL, pengurangan data pada suhu ruangan sangat kecil, terutama sesudah pemanasan, pasca penyinaran, sehingga bahan ini dapat digunakan untuk mengukur dosis selama jangka waktu cukup lama hingga satu tahun.
4. Karena bentuknya yang kecil dan ringan, dosimeter jenis ini dapat digunakan tanpa mengganggu pemakai, mudah untuk dikirim melalui pos dan selain daripada itu dapat dibaca dengan cepat serta dapat digunakan kembali setelah mengalami perlakuan pembersihan pasca pemakaian.
5. Cara pembacaannya dapat dengan mudah dihubungkan dengan komputer yang telah menyimpan faktor kalibrasi setiap dosimeter.

Prinsip kerja dosimeter jenis TL lebih mudah dijelaskan melalui model pita energi. Model ini memperlihatkan keadaan energi yang diperbolehkan atau yang tidak diperbolehkan untuk diisi oleh elektron. Kulit terluar atom biasanya disebut pita valensi. Di antara pita valensi tingkat tertinggi dengan pita konduksi tingkat terbawah terdapat celah pita yang tidak diijinkan untuk diisi oleh elektron. Pada bahan isolator, lebar celah energi ini lebih besar daripada 1 eV sehingga pada suhu ruangan tidak memungkinkan terjadi perpindahan elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Gambar 1 menunjukkan keadaan model pita energi. Pada Gambar 1-A diperlihatkan keadaan ketika bahan TL memperoleh penyinaran radiasi pengion. Dalam keadaan normal tidak terdapat elektron dalam pita konduksi. Pada waktu penyinaran elektron dalam pita valensi, karena mendapat tambahan energi dari radiasi pengion naik ke tingkat energi yang lebih tinggi ke pita konduksi. Ketika dalam pita konduksi elektron tidak terikat pada atomnya (elektron konduksi), namun ia mempunyai peluang untuk tertangkap dalam perangkap elektron yang berada dalam celah pita energi. Elektron yang terperangkap dalam perangkap elektron ini akan tetap berada di situ selama tidak ada energi yang ditambahkan, yang cukup untuk melepaskan elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi. Misalnya pada suhu ruangan yang tidak terlalu tinggi, atau energi setara dengan suhu itu tidak akan cukup untuk membebaskan elektron dari perangkap, sehingga elektron tetap berada dalam perangkap elektron. Kemampuan perangkap elektron untuk tetap menahan elektron pada suhu ruangan sangat menentukan kestabilan dosimeter. Ketidakmampuan perangkap untuk tetap menahan elektron pada suhu ruangan disebut

bocor perangkap. Bocor perangkap makin besar jika suhu ruangan makin tinggi. Pada Gambar



Gambar 1. Diagram tingkat energi proses termoluminisen.

Ketika ingin dibaca, dosimeter dipanaskan dalam alat baca termoluminis.. Sebagai akibat penambahan energi panas, elektron dalam perangkap tereksitasi naik ke tingkat energi yang lebih tinggi, misalnya sampai ke pita konduksi. Sebagian elektron dalam pita konduksi mempunyai peluang untuk terperangkap kembali, namun sebagian akan turun ke tingkat energi yang lebih rendah, misalnya bergabung dengan pusat luminis, sehingga terjadi pemancaran foton cahaya kasat mata. Cahaya kasat mata ini ditangkap oleh tabung pengganda elektron yang akhirnya menghasilkan keluaran dalam bentuk jumlah muatan listrik.

TATA KERJA

Peralatan yang digunakan

TLD personil PRSG milik PTPLR

TLD PRSG

- Surveymeter Gamma

Surveymeter Neutron

1.(B) diperlihatkan diagram tingkat energi pada keadaan pembacaan dosimeter.

- Sumber radiasi Am-241 / Be

Uji linearitas

Dilakukan uji linearitas dari TLD personil PRSG dan dibacakan oleh PTPLR, dan juga TLD yang dibacakan oleh PSPKR setelah pemberian dosis antara 0,1 mSv - 1,0 mSv. Pemberian tingkat dosis seperti tersebut adalah dengan pertimbangan bahwa dalam pelaporan dosis personil RSG secara rutin biasanya besar dosis berkisar dalam rentang tersebut.

Cara pengukuran

4 (empat) buah TLD personil PRSG dan 4 TLD milik PRSG diiradiasi dengan menggunakan sumber standar Am-241 / Be dan alat ukur Surveymeter untuk diketahui laju dosisnya. 4 TLD tersebut diiradiasi dengan lama / waktu yang berbeda, sehingga jumlah dosis yang diterima ke 4 TLD tersebut berbeda. Kemudian 4 TLD personil PRSG dibacakan oleh PTPLR dan 4 TLD PRSG dibacakan oleh PSPKR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji linearitas

1. TLD personil PRSG yang dibacakan PTPLR (back ground tempat pencacahan 0,001 mSv/jam)
2. TLD milik PRSG yang dibacakan PSPKR (back groun tempat pencacahan 0,001 mSv/jam)

Grafik hasil pembacaan TLD oleh PTPLR dan oleh PSPKR dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

3. Contoh 4 TLD personil PRSG yang tidak aktif digunakan di daerah radiasi (disimpan di rak penyimpanan) perioda Agustus - Nopember 1997.

Tabel 1. Hasil pembacaan uji linearitas oleh PTPLR.

No.TLD	Bacaan Surveymeter (mSv)	Hasil DEK (mSv)	Pembacaan DEST (mSv)
1	0,1	0,27	0,26
2	0,25	0,2	0,2
3	0,5	0,34	0,23
4	1,0	0,21	0,18

Tabel 2 : Hasil pembacaan uji linearitas oleh PSPKR

No. TLD	Bacaan Surveymeter (mSv)	Bacaan PSPKR (nano coulomb)
1	0,1	0,57
2	0,25	0,47
3	0,5	0,5
4	1,0	0,54

Tabel 3. TLD personil yang tidak aktif digunakan di daerah radiasi.

No. TLD	Hasil pembacaan PTPLR DEK (mSv)	Hasil pembacaan PTPLR DEST (mSv)
1	0,29	0,27
2	0,27	0,27
3	0,3	0,3
4	0,29	0,29

Penentuan Lower Limit Detection

Untuk menentukan nilai lower limit detection digunakan TLD personil yang tidak aktif digunakan di daerah kerja radiasi. Hasil perhitungan disajikan dibawah ini :

Rata-rata : DEK = 0,2875 mSV - 0,29 mSv (X)

Lower Limit Detection (LLD)

$$\begin{aligned}
 &= X + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{4}} \\
 &= 0,29 + 0,02 \text{ mSv} \\
 &= 0,31 \text{ mSv}
 \end{aligned}$$

$$DEST = 0,2825 \text{ mSv} \approx 0,283 \text{ mSv (X)}$$

$$\text{Lower Limit Detection (LLD)} = X + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{4}}$$

$$= 0,283 + 0,02 \text{ mSv}$$

$$= 0,303 \text{ mSv}$$

Dengan menganggap TLD personil PRSG yang tidak digunakan di daerah radiasi (disimpan di rak penyimpanan) sebagai blangko (latar), 20 contoh untuk TLD personil yang aktif digunakan

di daerah kerja radiasi (periode Agustus - Nopember 1997) dievaluasi. Hasil pembacaan dosis PTPLR dan cara/metoda penulisan/pelaporan yang diusulkan PRSG (BKK), dengan mengurangi hasil dosis personil yang aktif (X) dengan Lower Limit Detection (LLD) adalah sebagai berikut :

$$X - LLD \leq 0 \text{ ----- TTD (tak terdeteksi)}$$

$$X - LLD \geq 0 \text{ ----- Terdeteksi (ada)}$$

Tabel 4. Contoh metoda penulisan/pelaporan dosis yang diusulkan PRSG.

No. TLD	Hasil bacaan dosis oleh PTPLR		Metoda penulisan yang diusulkan PRSG	
	DEK (mSv)	DEST (mSv)	DEK (mSv)	DEST (mSv)
1	0,26	0,26	ttd	ttd
2	0,27	0,17	ttd	ttd
3	0,31	0,31	ttd	ttd
4	0,31	0,26	ttd	ttd
5	0,25	0,25	ttd	ttd
6	0,38	0,38	0,07	0,07
7	0,26	0,21	ttd	ttd
8	0,46	0,46	0,15	0,15
9	0,38	0,38	0,07	0,07
10	0,34	0,27	0,03	ttd
11	0,51	0,22	0,2	ttd
12	0,47	0,47	0,16	0,16
13	0,45	0,45	0,14	0,14
14	0,31	0,26	ttd	ttd
15	0,28	0,28	ttd	ttd
16	0,22	0,21	ttd	ttd
17	0,26	0,22	ttd	ttd
18	0,22	0,19	ttd	ttd
19	0,18	0,18	ttd	ttd
20	0,2	0,2	ttd	ttd

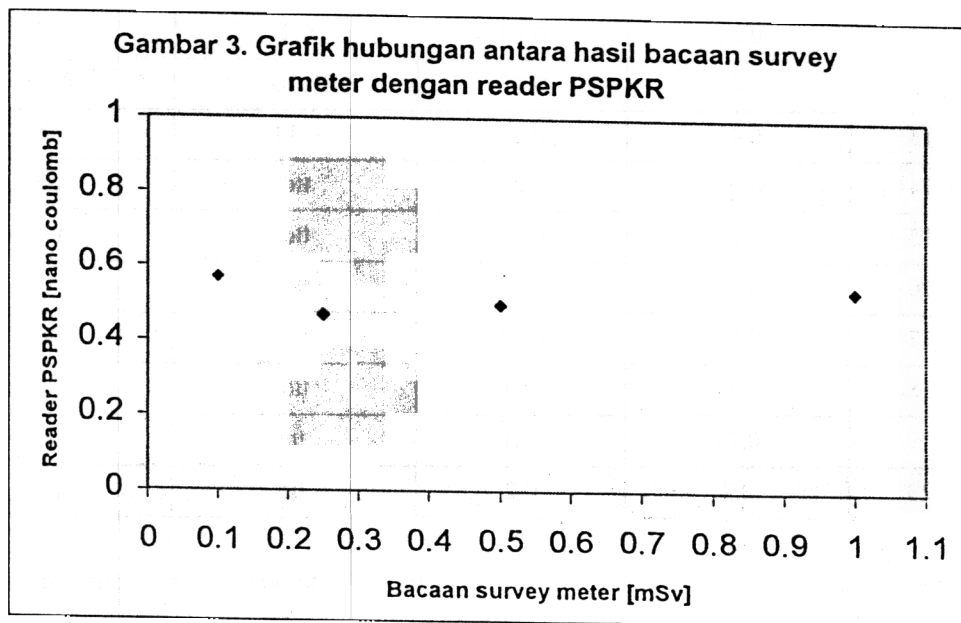
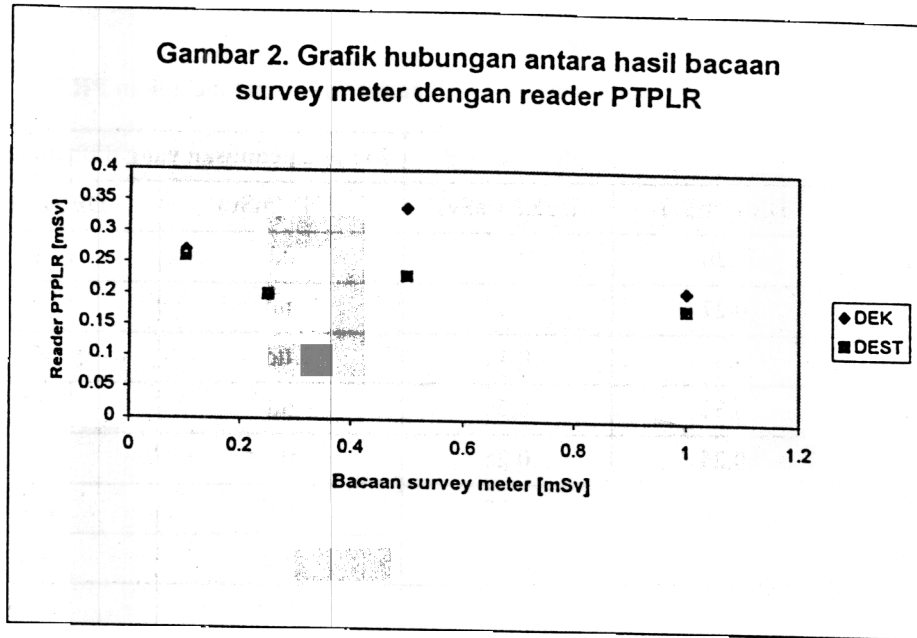
PEMBAHASAN

Dari Tabel 1 dan 2 serta Gambar 2 dan 3, hasil pembacaan TLD oleh PTPLR ataupun oleh

PSPKR terlihat jelas tidak didapat garis linearitas. Garis linearitas tidak didapatkan, karena pada pemaparan 0,1 mSv - 1,0 mSv sistem

pembacaan TLD PSPKR ataupun PTPLR tidak dapat membedakan hasil dosisnya. Pengambilan pemaparan 0,1 mSv - 1,0 mSv untuk uji linearitas, didasarkan pada pemantauan dosis personil PRSG selama ini oleh PTPLR, yang rata-rata hasilnya antara 10 mRem (0,1 mSv) sampai dengan 100 mRem (1,0 mSv). Dengan

demikian pelaporan dosis personil PRSG selama ini, untuk rentang dosis tersebut diragukan ketelitiannya. Hal ini diharapkan dapat menjadi masukan PTPLR sehingga ada peningkatan dalam pengolahan data TLD personil untuk yang akan datang, dan juga dapat menyempurnakan prgram pengelolaan TLD di RSG-GAS.



KESIMPULAN

Hasil uji linearitas yang telah dilakukan untuk TLD yang dibacakan oleh PTPLR ataupun PSPKR tidak didapat garis linearitas. Garis linearitas tidak didapat, karena pada pemaparan 0,1 mSv sampai dengan 1,0 mSv, alat baca TLD PTPLR ataupun PSPKR tidak dapat membedakan. Dengan demikian pelaporan dosis personil PRSG oleh PTPLR untuk rentang dosis tersebut diragukan ketelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Laporan hasil Pembacaan TLD personil PRSG oleh PTPLR periode Agustus-Nopember 1997.
2. SUWARNO WIRYOSIMIN, "Mengenal Asas Proteksi Radiasi", Penerbit ITB Bandung, (1995).
SOEKARNO, dkk., "Prosedur Pengelolaan TLD di RSG-GAS", (1992).
Konsultasi pribadi dengan beberapa pihak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan ataupun dalam pembuatan laporan penelitian ini, sehingga bisa terselesaikan tepat pada waktunya dengan tidak ada hambatan yang berarti.

LEMBAR TANYA JAWAB

Penanya : Ir. Yusi Eko Yulianto.

Pertanyaan : Bagaimana cara menentukan cacah latar untuk TLD yang ditentukan di OB dan di dalam gedung RSG yang nyata-nyata berbeda ?.

Jawab : Cacah latar di sini ditentukan dengan cara menggunakan TLD personil yang disimpan di rak penyimpanan / tidak terkontaminasi, tetapi ada radiasi alam. Untuk TLD yang digunakan di daerah radiasi (di dalam gedung reaktor), hasil pembacaan dosis TLD dikurangi dosis TLD yang disimpan di rak penyimpanan.

Penanya : Dr. Yus Rusdian Akhmad

Pertanyaan : Pada Tabel 4, apa yang dimaksud dengan cacah tak terdeteksi, dan cacah minus (-) ?.

Jawab : Cacah tak terdeteksi artinya : dosis yang diperoleh masih pada batas rentang rata-rata cacah latar ditambah faktor deviasi, sedang cacah minus (-) adalah dosis yang diperoleh personil di bawah batas rentang rata-rata cacah latar ditambah faktor deviasi.

Penanya : Ir. Alfahari Mardi, M. Sc.

Pertanyaan : Pada Tabel 4, PTPLR hasilnya plus (+), BKK PRSG hasilnya minus (td); padahal ada angkanya, apakah penulisan itu hanya rekayasa ?.

Jawab : PTPLR hasilnya plus, karena TLD yang tidak dipakai di daerah radiasi tidak dianggap sebagai TLD *background*, sedangkan BKK PRSG, TLD yang tidak dipakai di daerah radiasi (disimpan), disamakan dengan TLD *background*, dosis = 0, maka hasil dosis TLD yang dipakai di daerah radiasi, angkanya dikurangi dengan dosis TLD *background*.