

KARAKTERISTIK BACAAN DOSIMETER OSL (OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE) KOMERSIAL TERHADAP RADIASI GAMMA MENGGUNAKAN MICROSTAR READER

B. Y. Eko Budi Jumpeno

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi - BATAN  
ekojumpeno@yahoo.com

ABSTRAK

Karakteristik Bacaan Dosimeter Osl (Optically Stimulated Luminescence) Komersial Terhadap Radiasi Gamma Menggunakan *Microstar Reader*. Telah dilakukan evaluasi dosis pada dosimeter OSL komersial *InLight XA* yang tidak *diannealing* dan tidak mendapat paparan radiasi, uji linieritas dosimeter OSL, dan evaluasi dosis pada dosimeter OSL yang sudah mendapat paparan radiasi. Hasil pembacaan ulang pada dosimeter yang tidak mendapat paparan radiasi setelah disimpan sekitar 3 minggu menunjukkan perubahan dosis berkisar -0,2 s.d. 0,22 mSv. Hasil bacaan ulang yang lebih rendah setelah penyimpanan kemungkinan disebabkan oleh faktor variasi pembacaan yang nilainya  $\pm 10\%$ . Uji linieritas dosimeter OSL komersial *InLight XA* menunjukkan linieritas dengan faktor korelasi sebesar 0,9999. Sementara itu, hasil pembacaan ulang pada dosimeter OSL yang sudah mendapat paparan radiasi dan dikoreksi dengan kontrol setelah disimpan lebih dari 6 bulan menunjukkan adanya penurunan dosis 1,18 s.d. 18 % dan kenaikan dosis 2,5 s.d. 13,46%. Penurunan dan kenaikan hasil bacaan kemungkinan disebabkan oleh faktor pemudaran (*fading*) dan faktor variasi pembacaan.

Kata kunci : karakteristik, dosimeter, OSL, gamma

ABSTRACT

Reading Characteristic Of Commercial Osl (Optically Stimulated Luminescence) Dosemeter To Gamma Radiation By Using *Microstar Reader*. Dose has been evaluated on a commercial OSL *InLight XA* dosimeters which are not being annealed and do not get exposure to radiation. Linearity testing and dose evaluation on the OSL dosimeters that have got exposure to radiation also have been carried out. Re-reading results after being saved about 3 weeks on the dosimeter that does not get radiation exposure showed changes ranging from -0.2 sd 0.22 mSv. The result of repeated readings lower after storage may be caused by variations in reading factor whose value is  $\pm 10\%$ . OSL dosimeters commercial *InLight XA* test shows linearity with correlation factor of 0.9999. Meanwhile, the results of re-reading after more than 6 months at the OSL dosimeters that have got exposure to radiation and corrected with control showed a decrease in dose of 1.18 sd 18% and an increase in dose of 2.5 s.d. 13.46%. The decrease and increase of the reading may be caused by fading factors and the variation in reading factor.

Keywords: characteristic, dosemeter, OSL, gamma

## PENDAHULUAN

Dosimeter OSL (optically stimulated luminescence) atau OSLD merupakan alat ukur radiasi yang menggunakan induksi optis untuk melepaskan elektron yang terperangkap dalam material dosimeter. Material dosimeter OSL yang banyak digunakan adalah  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ . Besarnya sinyal OSL yang dilepaskan oleh dosimeter setelah diinduksi dengan laser atau cahaya akan sebanding dengan muatan elektron yang terperangkap di dalam material (*hole*) [1].

Dosimeter OSL menjadi pilihan untuk pemantauan dosis personal karena kelebihanya dibandingkan dengan dosimeter pemantau dosis personal sejenis terutama pada evaluasi dosis *in situ* dan pembacaan ulang. Pemantauan dosis personal dengan dosimeter OSL memiliki ketelitian tinggi sampai di bawah  $1 \mu\text{Gy}$  [2]. Dosimeter OSL hanya mengemisikan kurang dari 0,4% sinyal OSL sehingga dapat dilakukan pembacaan ulang (*re-reading*) sebagaimana dosimeter film [3]. Pembacaan dosis pada dosimeter OSL tidak memerlukan pemanasan dan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) sehingga dapat dilakukan evaluasi dosis secara *in situ* dengan menggunakan peralatan pembaca dosimeter OSL portabel (*portable OSLD reader*). Karena dosimeter OSL tidak memerlukan pemanasan ketika melakukan evaluasi dosis maka penurunan efisiensi luminesensi akibat pemanasan yang tinggi dapat dihindari. Ketika dosimeter OSL digunakan kembali

untuk memantau penerimaan dosis, tidak diperlukan *annealing* sebagaimana harus dilakukan pada TLD (*thermoluminescence dosemeter*). Kelebihan dosimeter OSL lainnya adalah memiliki tingkat pemudaran (*fading*) kurang dari 5% dalam 1 tahun [4].

Pada tahun 2009, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi BATAN sebagai salah satu penyedia layanan pemantauan dosis personal melayani sekitar 14 ribu evaluasi dosis personal menggunakan TLD (*thermoluminescence dosemeter*) yang meliputi TLD Harshaw dan TLD BARC. Pemanfaatan dosimeter OSL sebagai alat pemantau dosis personal di Indonesia belum ada. Ke depan BATAN akan memanfaatkan teknologi OSL untuk melakukan pemantauan dosis personal khususnya dalam kegiatan tanggap darurat nuklir. Dua alasan dimanfaatkannya teknologi ini adalah karena pertama, dapat dioperasikan secara *in situ* dan kedua, biaya pengoperasiannya relatif murah dibandingkan dengan biaya pengoperasian TLD.

Dalam tulisan ini akan disampaikan beberapa karakteristik bacaan dosimeter OSL komersial yang meliputi bacaan dosimeter OSL yang tidak *di-*annealing** sebelum mendapat penyinaran dalam selang waktu tertentu, karakteristik linieritas bacaan dosimeter OSL hasil pengujian, dan bacaan dosimeter OSL setelah mendapatkan penyinaran dalam selang waktu tertentu.

Jenis dosimeter OSL komersial yang digunakan adalah AhO<sub>3</sub>:C buatan Landauer tipe *InLight* XA yang digunakan untuk pemantauan dosis pekerja radiasi. Pembacaan dilakukan dengan menggunakan *MicroStar OSLD Reader* jenis portabel.

#### Dosimeter Osl Komersial

Dosimeter OSL komersial *InLight* XA dari Landauer terbuat dari aluminium oksida CAhO<sub>3</sub>) kemurnian tinggi yang dilebur pada suhu tinggi, kemudian dikristalkan untuk mendapatkan dopan dan kekosongan oksigen. Kristal AhO<sub>3</sub>:C yang terbentuk memiliki struktur unik yang mampu menjebak elektron akibat paparan radiasi pengion [5]. Dosis yang terekam dosimeter OSL dievaluasi dengan *OSLD reader* dengan menggunakan cahaya hijau sehingga berpendar. Kuantitas cahaya biru yang diemisikan setelah stimulasi mengindikasikan tingkat dosis radiasi.

Dosimeter OSL Landauer tipe *InLight* XA digunakan untuk memantau dosis personal yang berasal dari paparan gamma maupun beta. Lencana OSL *InLight* terdiri dari 4 elemen yang terbuat dari AhO<sub>3</sub>. Hasil evaluasi dosis ditampilkan dalam bentuk besaran HP(10) atau *deep dose*, HP(0,07) atau *shallow dose*, HP(0,3) atau *lens dose* untuk paparan foton dan *beta dose* untuk paparan beta.

Tidak dipelukannya pemanasan dan gas nitrogen pada evaluasi dosimeter OSL mampu memenuhi kebutuhan untuk

aplikasi *in situ* ketika terjadi tanggap darurat nuklir. Evaluasi berulang pada dosimeter OSL tidak menimbulkan penurunan sensitivitas yang signifikan karena tidak adanya pemanasan. Kondisi ini memberikan keuntungan karena dosimeter OSL dapat dibaca ulang sebagaimana dosimeter film tanpa ada penurunan hasil bacaan secara signifikan. Kelebihan ini sangat menguntungkan apabila dilakukan verifikasi besar dosis hasil bacaan dosimeter OSL terutama ketika terjadi kedaruratan nuklir/radiasi.

Sebelum digunakan kembali, TLD (*thermoluminescence dosemeter*) di-annealing dengan cara dipanaskan di dalam oven pada suhu tertentu. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan sinyal TL (*thermoluminescence*) yang tersisa pada saat proses pembacaan. Pada dosimeter OSL, proses *annealing* dilakukan ketika dibaca pada *OSLD reader* yang dilengkapi perangkat *annealing*. Apabila perangkat *annealing* tidak tersedia, elemen dosimeter OSL dikeluarkan dari *holder-nya* dan dijemur dibawah sinar matahari atau cahaya lampu neon.

#### BESARAN HP(JO)

Besaran HP(Jo) atau *deep dose* adalah dosis seluruh tubuh yang diterima dari paparan eksternal pada kedalaman 1 cm. Paparan eksternal berasal dari sinar-X, sinar gamma dan partikel neutron. Dosis HP(10) ditujukan pada semua organ internal kecuali kulit dan lensa mata. HP(10) biasanya dihitung dari bacaan film badge atau TLD/OSLD

badge. Dosis untuk kulit dikenal dengan  $HP(0,07)$  atau *shallow dose*. Dosis ini diterima oleh seluruh tubuh pada kedalaman 70  $\mu$ m yang pada umumnya berasal dari radiasi yang daya tembusnya rendah misalnya negatron, positron dan foton energi rendah. *Shallow dose* biasanya dibagi menjadi 2 yaitu *whole body dose* yang dihitung dari film TLD/OSLD badge dan *extremities dose* yang dihitung dari dosimeter cincin. Sementara itu, dosis pada lensa mata dikenal dengan  $HP(0,3)$  atau *lens dose*. Dosis ini diterima oleh mata dimana lensa berada pada kedalaman 3 mm. Besaran  $HP(0,3)$  biasanya dihitung dari film TLD/OSLD badge.

#### BATASAN DAN PERALATAN

Karakteristik bacaan dosimeter OSL dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, dosis, jenis dan energi radiasi. Dalam tulisan ini, uraian karakteristik dosimeter OSL dibatasi pada besaran  $HP(10)$  untuk radiasi gamma.

Dosimeter OSL yang digunakan adalah dosimeter komersial buatan Landauer tipe *InLight XA* dengan perangkat pembaca *MicroStar OSLD Reader* jenis portabel. Sedangkan sumber radiasi yang digunakan untuk penyinaran terhadap dosimeter OSL adalah Cs-137.

#### EVALUASI TANGGAPAN DOSIMETER OSL

##### 1. Tanggapan Dosimeter OSL Sebelum Diberikan Paparan Radiasi

Delapan belas (18) dosimeter OSL tipe *InLight XA* yang tidak *diannealing* dan belum dipapari radiasi disiapkan, kemudian dievaluasi dosisnya dengan menggunakan *Microstar OSLD portable reader*. Setelah dievaluasi, dosimeter OSL disimpan di lokasi yang sama dan jauh dari medan radiasi selama beberapa hari, kemudian dibaca kembali dan hasilnya dianalisis.



Gambar 1. Lencana dosimeter OSL dan *Microstar OSLD Portable Reader* yang tidak dilengkapi perangkat *annealing*



Gambar 2. Kontainer sumber Cs-137 untuk penyinaran dosimeter OSL

2. Uji Linieritas Tanggapan Dosimeter OSL Terhadap Dosis

Sepuluh (10) dosimeter OSL *InLight XA* yang tersedia dibagi menjadi 3 kelompok masing-masing 3 dosimeter dan 1 dosimeter OSL sebagai kontrol. Tiga buah dosimeter OSL kelompok 1 dipapari dosis 0,5 mSy, 3 buah dosimeter OSL kelompok 2 dipapari dosis 5 mSy, dan 3 buah dosimeter OSL kelompok 3 dipapari dosis 10 mSY. Radiasi yang digunakan adalah radiasi gamma yang

digunakan sebagai kontrol. Semua dosimeter OSL kemudian dievaluasi menggunakan *Microstar OSLD reader* dan hasilnya dianalisis.

3. Tanggapan Dosimeter OSL Setelah Diberikan Paparan Radiasi

Sepuluh (10) dosimeter OSL *InLight XA* yang sudah disinari radiasi gamma dan dievaluasi menggunakan *Microstar OSLD portable reader* pada Butir 2 disimpan di lokasi yang sama dan jauh dari medan radiasi selama

Tabel 1. Evaluasi dosis pada dosimeter OSL yang tidak *diannealing* tanpa diberikan paparan radiasi

No.	Kode Dosimeter OSL	Hasil Evaluasi Hp(10) (mSv)		
		19-Jul-10	04-Agust-10	12-Agust-10
1	XAO0264094K	0,70	0,78	0,77
2	XAO0254570M	0,85	0,85	0,84
3	XAO0168382G	0,76	0,77	0,85
4	XAO0113690S	0,70	0,76	0,82
5	XAO0540214T	0,78	0,71	0,66
6	XAO0269233J	0,61	0,71	0,68
7	XAO0318106S	0,79	0,74	0,89
8	XAO0361229F	0,75	0,83	0,85
9	XAO0187371G	0,79	0,71	0,77
10	XAO0094670E	0,65	0,81	0,76
11	XAO024131N	0,69	0,74	0,71
12	XAO03465694	0,67	0,74	0,78
13	XAO02209994	0,63	0,77	0,85
14	XAO0311326T	0,96	0,84	0,90
15	XAO0678736Y	0,75	0,77	0,78
16	XAO0254300X	0,84	0,81	0,64
17	XAO0052685D	0,79	0,84	0,78
18	XAO05821205	0,79	0,78	0,88

berasal dari sumber Cs-137. Sebuah dosimeter OSL

beberapa bulan. Kemudian dibaca kembali dan hasilnya dianalisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi tanggapan dosimeter OSL yang *diannealing* sebelum mendapatkan paparan radiasi dapat dilihat pada Tabell dan Gambar 3.

Secara umum dosimeter OSL *Inlight* XA yang tidak *diannealing* dan tidak mendapatkan paparan radiasi, setelah dievaluasi, kemudian disimpan di lokasi yang sama dan jauh dari medan radiasi selama beberapa hari serta dibaca kembali mestinya akan memberikan respon nilai dosis yang lebih tinggi untuk waktu penyimpanan yang lebih lama, karena adanya paparan radiasi latar.

dosisnya lebih rendah untuk penyimpanan yang lebih lama.

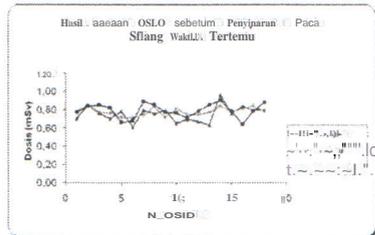
Menurut Matoba<sup>(1)</sup> (Landauer), pembacaan dosimeter OSL memiliki variasi pembacaan dengan tingkat kesalahan  $\pm 10\%$ . Dosimeter OSL yang belum disinari, kemudian dibaca menggunakan OSLO reader dan ternyata hasil bacaan menunjukkan nilai dosis yang relatif tinggi maka koreksi dosis akibat variasi pembacaan juga relatif tinggi dengan deviasi  $\pm 10\%$ . Hasil bacaan dosis yang lebih rendah untuk waktu penyimpanan yang

Tabel 2. Hasil uji linieritas dosimeter OSL terhadap paparan radiasi menggunakan sumber Cs-137

No.	Kode Dosimeter OSL	Rata-rata Hasil Evaluasi Hp(10) (mSv)	Nilai Acuan Hp(10) (mSv)	Deviasi Thd. Nilai Acuan (mSv)	Prosen Nilai Deviasi Thd. Nilai Acuan
1	XA003472520	0,46	0,50	-0,04	-7,78%
2	XA002766374				
3	XA00294849T				
4	XA00321117U	5,20	5,00	0,20	4,02%
5	XA003465975				
6	XA00347998U				
7	XA00279623A	10,61	10,00	0,61	6,09%
8	XA003478746				
9	XAOO062209J				

Ternyata pada penyimpanan sekitar 2 minggu terjadi perubahan dosis berkisar antara -0,12 s.d. 0,16 mSv, sedangkan pada penyimpanan sekitar 3 minggu terlihat ada perubahan dosis berkisar antara -0,2 s.d. 0,22 mSv. Terlihat adanya respon dosimeter OSL yang

lebih lama pada dosimeter yang tidak *di-annealing* kemungkinan disebabkan juga oleh faktor variasi pembacaan dosis. Untuk mengurangi kesalahan akibat pembacaan, maka sangat disarankan agar sebelum mendapat paparan radiasi, dosimeter OSL



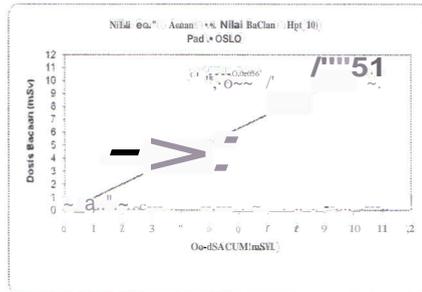
Gambar 3. Kurva tanggapan dosimeter OSL yang tidak *diannealing* sebelum penyinaran

perlu *di-annealing*. Proses *annealing* akan menurunkan nilai bacaan dosis sehingga bacaan dosimeter menunjukkan nilai 0,05 mSv.

Hasil uji linieritas tanggapan dosis pada penyinaran menggunakan sumber radiasi Cs-137 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

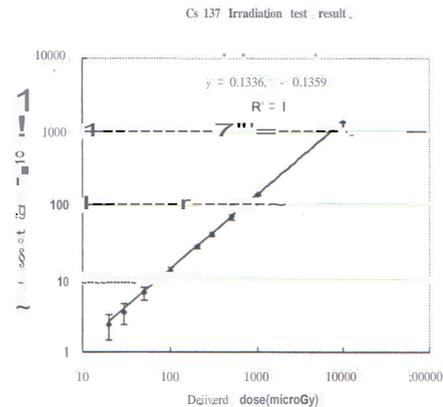
Kurva hubungan antara nilai dosis bacaan dosimeter OSL terhadap dosis acuan pada penyinaran menggunakan sumber Cs-137 menggambarkan tingkat linieritas dengan faktor korelasi 0,9999. Hal itu menunjukkan bahwa hasil bacaan dosis tidak berbeda dengan nilai dosis sesungguhnya yang terekam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hubungan antara dosis yang terbaca dengan dosis sesungguhnya pada dosimeter OSL adalah linier.

Pengujian linieritas hubungan dosis hasil evaluasi



Gambar 4. Linieritas hubungan dosis hasil evaluasi terhadap dosis acuan

terhadap dosis acuan pada dosimeter OSL tipe *InLight XA* yang dilakukan Kobayashi<sup>77</sup> menunjukkan hasil yang tidak berbeda. Kurva linieritas hasil pengujian Kobayashi memiliki faktor korelasi sama dengan 1.



Gambar 5. Pengujian linieritas hubungan dosis hasil evaluasi terhadap dosis acuan oleh Kobayashi<sup>77</sup>.

Hasil evaluasi dosimeter OSL yang sudah mendapatkan penyinaran dari sumber Cs-137 dapat dilihat pada Tabel 3.

Dosimeter OSL yang sudah mendapat paparan radiasi dan dievaluasi kemudian disimpan lebih dari 6 bulan dan dievaluasi kembali, setelah dikoreksi dengan kontrol ternyata menunjukkan pengurangan/penambahan penerimaan dosis sebesar -0,43 s.d. 0,66 mSv atau -18 s.d. 13,48 %.

Hasil evaluasi dosis pada Tabel , memperlihatkan adanya

pengurangan dosis dalam kisaran 0,06 s.d. 0,43 mSv atau 1,18 s.d. 18 % pada 5 dosimeter OSL yang dievaluasi. Sedangkan pada 4 dosimeter lainnya menunjukkan adanya penambahan dosis dalam kisaran 0,01 s.d. 0,66 mSv atau 2,5 s.d. 13,46%. Pengurangan/penambahan dosis ini kemungkinan disebabkan oleh faktor pemudaran (*fading*) dan faktor variasi pembacaan dosis.

Tabel 3. Hasil evaluasi dosimeter OSL yang sudah diberikan paparan radiasi

No.	Kode Dosimeter OSL	Hasil Evaluasi Hp(10) (mSv)		Penambahan/Pengurangan Dosis (mSv)	Penambahan/Pengurangan Dosis (%)
		IS-Jun-2010	OS-Jan-2011		
1	XA003472520	0,50	0,41	-0,09	-18,00
2	XA002766374	0,52	0,59	0,07	13,46
3	XA00294849T	0,37	0,38	0,01	2,70
4	XA00321117U	5,35	5,08	-0,27	-5,05
5	XA003465975	5,16	5,59	0,43	8,33
6	XA00347998U	5,09	5,03	-0,06	-1,18
7	XA00279623A	10,84	11,50	0,66	6,09
8	XA003478746	10,68	10,25	-0,43	-4,03
9	XAO062209J	10,30	10,05	-0,25	-2,43

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil evaluasi dosis pada dosimeter yang tidak *di-annealing* dan belum menerima paparan radiasi menunjukkan bahwa karakteristik bacaan dosimeter OSL komersial tipe *Inlight XA* terhadap radiasi gamma setelah disimpan selama 3 minggu mengalami penurunan dan kenaikan dosis yang kemungkinan disebabkan oleh faktor variasi pembacaan dosis dengan tingkat kesalahan  $\pm 10\%$ . Untuk mengurangi kesalahan pembacaan yang disebabkan oleh variasi pembacaan dosis maka dosimeter yang akan digunakan harus *di-annealing* sampai menunjukkan nilai 0,05 mSv. Uji linieritas tanggapan dosis radiasi gamma pada dosimeter OSL menunjukkan tingkat linieritas dengan faktor korelasi mendekati 1. Nilai ini mengandung arti bahwa hubungan antara dosis hasil evaluasi dan dosis acuan adalah linier. Sementara itu, evaluasi tanggapan dosis pada dosimeter OSL yang telah terpapar radiasi gamma dan dibaca kembali setelah disimpan selama lebih dari 6 bulan menunjukkan adanya penurunan/penambahan dosis yang mungkin disebabkan oleh faktor pemudaran (*fading*) dan faktor variasi pembacaan dosis.

Ke depan, pengukuran tanggapan dosis pada dosimeter OSL komersial tipe *InLight XA* yang belum dan sudah *diannealing* perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi pembacaan dosis.

Kajian untuk mengetahui pengaruh pemudaran (*fading*) dan variasi pembacaan dosis terhadap hasil pengukuran tanggapan dosis pada dosimeter OSL yang sudah disinari dengan radiasi gamma juga perlu dilakukan.

#### DAFTAR ACUAN

- [1] Justus, B.L, et.al, *Optically Stimulated Luminescence Radiation Dosimetry Using Doped Silica Glass*, Naval Research Laboratory, Washington, Amerika Serikat (1997)
- [2] Markey, B.G, Colyot, L.E, & McKeever, S.W.S, *Time-Resolved Optically Stimulated Luminescence from  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$* , Radiation Measurement (1995)
- [3] Ford, R.M & Hanify, R.D, *A Dekstop OSL System for On-site Dosimeter Processing*, Landauer Inc, Glenwood, IL 60425, Amerika Serikat
- [4] Pradhan, A.S, Lee, J.I, Kim J.L, *Recent Development of Optically Stimulated Luminescence Material and Techniques for Radiation Dosimetry and Clinical Application*, Journal Medical Physics (2008)