

**KESAN TEMPOH PENYIMPANAN TERHADAP BACAAN DOSIMETER *OPTICALLY
STIMULATED LUMINESCENCE (OSLD)***

***THE EFFECT OF STORAGE PERIOD ON THE OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE
DOSIMETER (OSLD) READING***

John Konsoh Sangau¹, Mohamad Rizal Abdullah¹ & Mafuzah Abdul Majid²

Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)

Bangi, 43000 Kajang, Selangor, MALAYSIA

¹Makmal Standard Dosimetri Sekunder, Bahagian Keselamatan dan Kesihatan Sinaran

²Kumpulan Aplikasi Penyurih Alam Sekitar, Bahagian Teknologi Sisa dan Alam Sekitar

ABSTRAK

Optically Stimulated Luminescence Dosimeter (OSLD) jenis *InLight (XA)* mulai diperkenalkan di Malaysia pada tahun 2011. Empat tahun kemudian ianya telah menjadi alat pemantauan dos peribadi utama bagi 18,000 pekerja sinaran di Malaysia. Kertas kerja ini dihasilkan bertujuan untuk mengkaji kesan tempoh penyimpanan terhadap bacaan OSLD. Dalam kajian ini sebanyak 15 unit dosimeter OSL telah digunakan dimana 3 unit digunakan sebagai kawalan manakala yang selebihnya disinarkan terhadap 4 dos sinaran gama yang berbeza iaitu 0.1 mSv, 0.5 mSv, 5.0 mSv dan 10.0 mSv menggunakan punca Cs-137. Bagi setiap dos sinaran, sebanyak 3 unit dosimeter OSL telah disinarkan. Bacaan dosimeter diambil menggunakan alat pembaca *Landauer – InLight Auto 200 Reader* (No. siri: Model: Auto 200; No. Siri: 10720081) dan bacaan direkodkan setiap bulan selama tempoh 16 bulan mulai pada 19 Feb 2014 hingga 5 Jun 2015. Keputusan yang diperolehi menunjukkan bahawa tempoh penyimpanan boleh menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap bacaan dosimeter OSL. Bagi dosimeter kawalan, nilai bacaan didapati meningkat dengan purata 0.11 mSv setiap bulan. Manakala bagi dosimeter yang disinarkan, didapati bacaan adalah menurun namun kadar penurunan adalah bergantung kepada nilai dos dedahan yang diberikan.

Kata Kunci: *Optically Stimulated Luminescence Dosimeter (OSLD)*, dosimeter *InLight*, dos peribadi, tempoh penyimpanan.

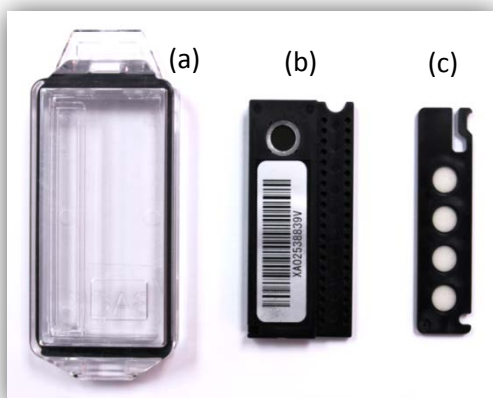
PENGENALAN

Penggunaan alat pemantauan dos peribadi merupakan salah satu keperluan penting dalam bidang pekerjaan yang melibatkan pengendalian atau penggunaan sinaran mengion. Alat pemantauan dos peribadi digunakan untuk mengukur dan merekodkan dos sinaran terkumpul yang diterima oleh seseorang pekerja sinaran semasa menjalankan tugas [1]. Terdapat pelbagai jenis alat pemantauan dos peribadi yang terdapat di pasaran termasuklah *Optically Stimulated Luminescence Dosimeter (OSLD)*. OSLD mulai diperkenalkan di Malaysia pada tahun 2011 dan pada tahun 2015 ianya telah menjadi dosimeter utama bagi 18,000 orang pekerja sinaran di

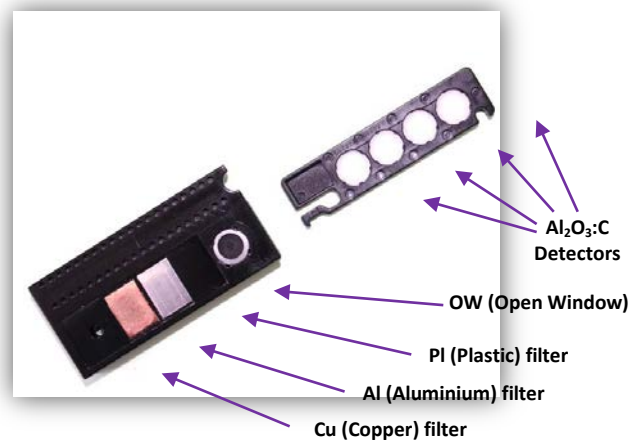
seluruh negara. Dosimeter ini telah dibangunkan oleh syarikat Landauer USA dengan kerjasama syarikat Panasonic Jepun [2].

Dosimeter OSL yang digunakan dalam kajian ini adalah jenis *InLight* (XA) dan ianya direka untuk tujuan pemantauan dos seluruh tubuh [3]. Dosimeter ini terdiri daripada pemegang (*holder*), sarung (*case*) dan pengesan (*detector*) seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Pengesan dalam dosimeter *InLight* adalah terdiri daripada empat elemen *optically stimulated luminescence* (OSL) setara tisu yang diperbuat daripada kristal Aluminium Oksida didopkan karbon ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$). Elemen-elemen ini diapit diantara dua lapisan poliester dengan ketebalan keseluruhan iaitu 0.3 mm. Sarung dosimeter *InLight* pula adalah terdiri daripada dua bahagian iaitu permukaan hadapan dan belakang. Setiap bahagian mengandungi tiga jenis penapis iaitu plastik, aluminium dan tembaga dan satu tettingkap terbuka yang berbeza ketebalan seperti ditunjukkan dalam Rajah 2 dan Jadual 1. Apabila Kristal $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ didedahkan kepada sinaran mengion, elektron-elektron akan teruja dan bergerak daripada jalur valensi ke jalur konduksi seterusnya menghasilkan pasangan elektron-lohong. Kristal yang didopkan dengan karbon mempunyai bilangan kecacatan yang banyak dan ianya berfungsi untuk memerangkap elektron dan lohong yang terhasil. Menggunakan cahaya dengan jarak gelombang ≈ 540 nm akan menyebabkan pasangan elektron-lohong yang terperangkap di dalam Kristal $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ teruja dan bergabung semula diikuti dengan pemancaran cahaya yang berjarak gelombang ≈ 420 nm. Keamatan cahaya yang terhasil adalah berkadar terus dengan dos terserap di dalam kristal Aluminium Oksida.

OSLD dibekalkan kepada pengguna pada setiap bulan bagi tujuan pemantauan dos peribadi. Dosimeter ini akan digunakan dalam tempoh sebulan sebelum dikembalikan semula ke SSDL bagi tujuan penganalisan dos. Walau bagaimanapun, terdapat pengguna yang gagal mengembalikan OS LD dalam tempoh yang ditetapkan malahan ada yang menyimpannya sehingga lebih daripada 12 bulan. Berdasarkan kepada kajian yang dijalankan terhadap pengguna dosimeter filem sebelum ini, didapati lebih 40% daripada filem dikembalikan selepas tempoh 3 bulan [1]. Oleh itu, kajian ini penting bagi mengetahui kesan tempoh penyimpanan terhadap bacaan OS LD. Maklumat tentang corak perubahan bacaan OS LD apabila disimpan dalam tempoh tertentu adalah penting bagi memperbaiki ketepatan keputusan penganalisan yang dijalankan.



Rajah 1. Komponen OS LD jenis *InLight*: (a) pemegang (*holder*), (b) sarung (*case*) dan (c) pengesan (*detector*)sarung (*case*) OS LD jenis *InLight*



Rajah 2. Kedudukan penapis pada sarung (*case*) OS LD jenis *InLight*

Jadual 1. Ketebalan penapis OSLD jenis *InLight*

Jenis penapis	Ketebalan bahagian hadapan (mg/cm^2)	Ketebalan bahagian belakang (mg/cm^2)
Tetingkap Terbuka (OW)	29	134
Plastik (PI)	275	283
Aluminium (Al)	375	383
Tembaga (Cu)	545	553

KAEDAH

Kajian ini dijalankan selama 16 bulan bermula pada 19 Feb 2014 sehingga 5 Jun 2015. Sebanyak 15 unit OSLD telah digunakan dimana 3 unit digunakan sebagai kawalan manakala yang selebihnya disinarkan terhadap 4 dos sinaran gama yang berbeza iaitu 0.1 mSv, 0.5 mSv, 5.0 mSv dan 10.0 mSv menggunakan punca Cs-137. Sebelum penyinaran, kesemua 15 unit OSLD telah disepuhlindap dengan menggunakan mesin *InLight 50 A* (#No. siri: 144200887) (Rajah 3). Bagi setiap dos, sebanyak 3 unit OSLD telah disinarkan. Set-up penyinaran yang dijalankan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Selepas penyinaran, bacaan setiap OSLD diambil menggunakan alat pembaca *Landauer – InLight Auto 200 Reader* (No. siri: 10720081) (Rajah 5). Seterusnya kesemua OSLD disimpan di dalam laci meja yang ditempatkan di bilik 32109 dengan suhu sekitar $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan sekitar 50 % – 60 %. Bacaan OSLD diambil setiap bulan selama tempoh 16 bulan bermula dari 19 Feb 2014 hingga 5 Jun 2015.



Rajah 3. Mesin sepuhlindap OSLD
(Model: Inlight 50 A ; No. Siri: 14420087)



Rajah 4. Set-up penyinaran OSLD menggunakan punca gama Cs-137



Rajah 5. Mesin pembaca OSLD
(Model: Auto 200; No. Siri: 10720081)

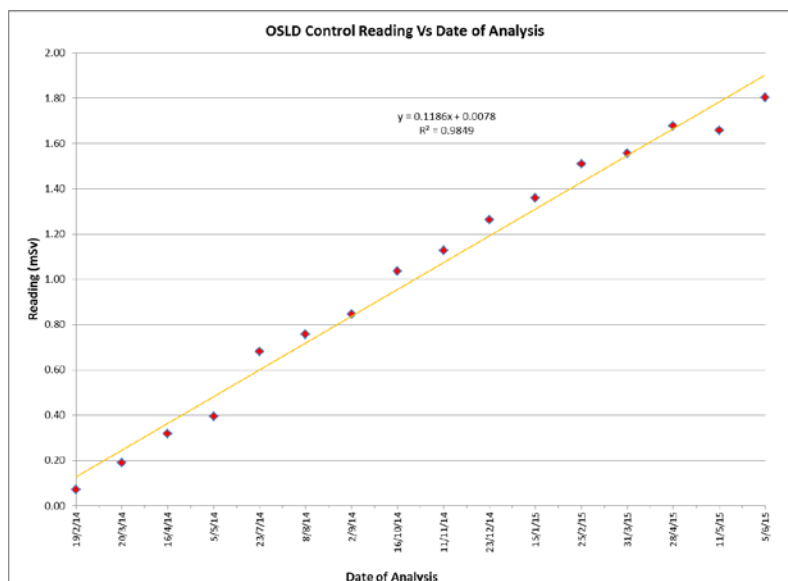
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Nilai bacaan OSLD yang digunakan dalam menganalisa keputusan kajian ini adalah nilai purata bacaan tiga unit OSLD kawalan dan nilai purata bacaan bersih tiga unit OSLD bagi setiap dos penyinaran yang ditetapkan. Purata bacaan bersih OSLD dikira mengikut tarikh dibaca dan diperolehi dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Purata bacaan bersih OSLD} = \text{Purata bacaan mentah OSLD} - \text{Purata bacaan OSLD kawalan}$$

Keputusan yang diperolehi untuk tempoh 16 bulan menunjukkan peningkatan bacaan purata OSLD kawalan secara linear seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Bacaan purata OSLD kawalan meningkat daripada 0.07 mSv menjadi 1.80 mSv. Kadar peningkatan ditunjukkan oleh nilai kecerunan graf iaitu $k = 0.1185$. Peningkatan nilai bacaan purata OSLD kawalan dalam tempoh 16 bulan adalah sebanyak 2,471% berbanding bacaan awal atau peningkatan sebanyak 0.12 mSv sebulan. Bagi OSLD yang disinarkan pula, didapati bacaan bersih menurun secara linear dengan kadar yang berbeza-beza dan ianya bergantung kepada nilai dos dedahan yang diberikan. Kadar penurunan bacaan bersih diberikan oleh nilai kecerunan graf masing-masing seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Graf perubahan bacaan bersih bagi dos dedahan 0.1 mSv, 0.5 mSv, 5.0 mSv dan 10.0 mSv masing-masing ditunjukkan dalam Rajah 6, Rajah 7, Rajah 8 dan Rajah 9. Peratus perubahan bacaan bersih yang tertinggi dalam tempoh 16 bulan ditunjukkan oleh OSLD yang disinarkan dengan dos 0.1 mSv iaitu sebanyak 92 % manakala peratus perubahan bacaan bersih yang terendah ditunjukkan oleh OSLD yang disinarkan dengan 10 mSv iaitu sebanyak 28 %.

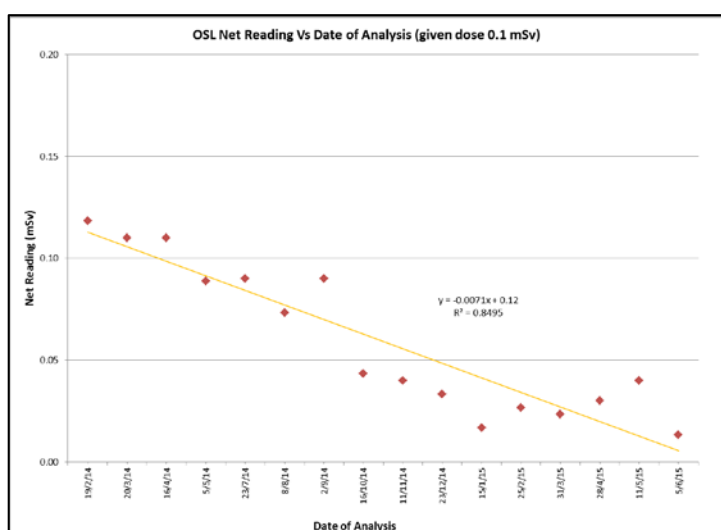
Hasil kajian ini menunjukkan bahawa peningkatan bacaan OSLD kawalan dan penurunan bacaan OSLD yang disinarkan dalam tempoh tertentu boleh dianggarkan menerusi nilai kecerunan graf linear Bacaan OSLD (mSv) vs Tempoh Penyimpanan (bulan) yang diplotkan.



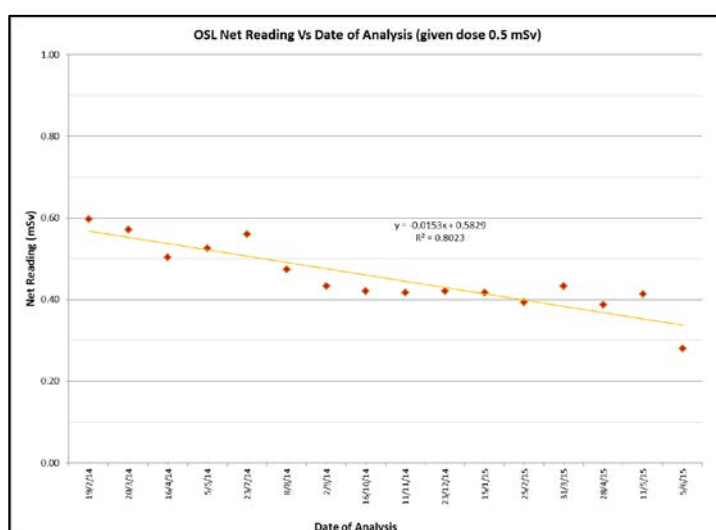
Rajah 5. Graf perubahan bacaan OSLD kawalan

Jadual 2. Peratus penurunan bacaan bersih purata OSLD

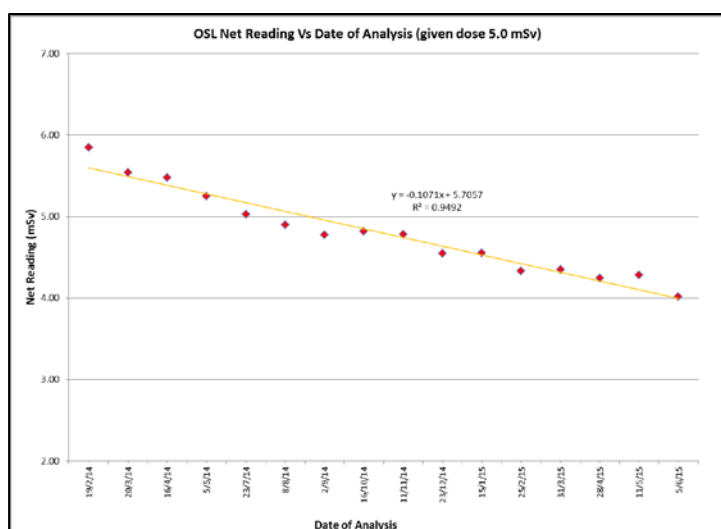
Dos diberi (mSv)	Bacaan bersih purata (mSv) pada 19/2/2014 (bulan pertama)	Bacaan bersih purata (mSv) pada 5/6/2015 (bulan ke-16)	Kadar perubahan bacaan (kecerunan graf = k)	Peratus perubahan bacaan bersih dalam tempoh 16 bulan, (%)
Kawalan	0.07	1.80	0.1186	+ 2,471
0.1	0.12	0.01	- 0.0071	- 92
0.5	0.60	0.28	- 0.0153	- 53
5.0	5.85	4.02	- 0.1071	- 31
10.0	11.76	8.49	- 0.1918	- 28



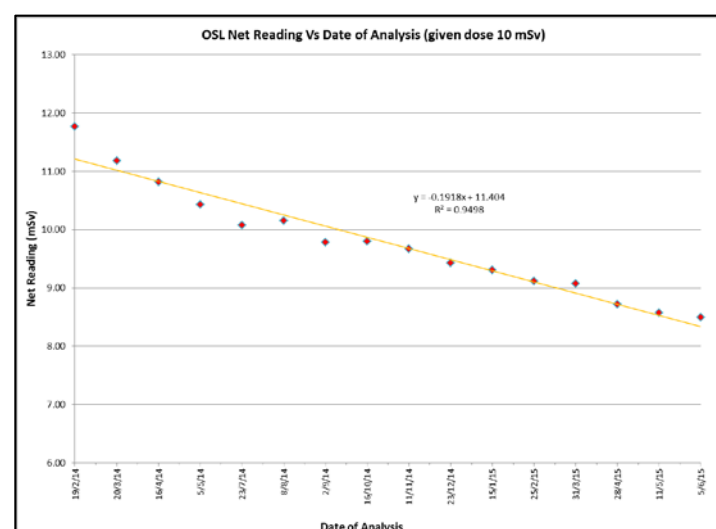
Rajah 6. Graf perubahan bacaan bersih purata OSLD (dos dedahan 0.1 mSv)



Rajah 7. Graf perubahan bacaan bersih purata OSLD (dos dedahan 0.5 mSv)



Rajah 8. Graf perubahan bacaan bersih purata OSLD (dos dedahan 5.0 mSv)



Rajah 9. Graf perubahan bacaan bersih purata OSLD (dos dedahan 10 mSv)

KESIMPULAN

Tempoh penyimpanan boleh mempengaruhi nilai bacaan OSLD. Bagi OSLD kawalan, tempoh penyimpanan akan menyebabkan peningkatan nilai bacaan dan sebaliknya bagi OSLD yang disinarakan. Kesan tempoh penyimpanan perlu diberi perhatian khususnya dalam penganalisan OSLD yang disimpan dalam tempoh yang panjang kerana ianya mampu memberikan kesan yang signifikan terutamanya bagi OSLD yang menerima dos rendah (i.e. kurang daripada 0.5 mSv).

KAJIAN DI MASA HADAPAN

Kajian akan menumpukan kepada kesan perubahan suhu dan kelembapan terhadap bacaan OSLD yang disimpan dalam tempoh tertentu. Kajian ini penting memandangkan OSLD digunakan di pelbagai negara yang mempunyai iklim yang berbeza-beza.

RUJUKAN

1. E.B. Podgorsak; Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students; ISBN: 92-0-107304-6; Chapter 4 (pg. 101); IAEA, Vienna, 2005.
2. John Konsoh Sangau et al.; Kajian Terhadap Filem Rosak Yang Dikembalikan Untuk Dianalisa Di SSDL; Nuclear Technical Convensyen, Bangi, 2011.
3. C.A. Perks, G. Le Roy and B. Prugnaud; Introduction of the InLight Monitoring Service; Oxford University Press, 2007.
4. www.landauer.co.uk/whole-body.html; Dirujuk pada 5 Oktober 2016.