

**Kajian Tentang Kepatuhan Pengguna Untuk Mengembalikan
Filem Dan TLD Bagi Penilaian Dos Di SSDL**

*Study on the user compliance of returning the film and TLD
for dose evaluation in SSDL*

J.K. Sangau & T. Kadni

Makmal Standard Dosimetri Sekunder, Agensi Nuklear Malaysia
Bangi, 43000 Kajang, Selangor, Malaysia
John_Konsoh@nuclearmalaysia.gov.my

ABSTRAK

Pemantauan dos sinaran peribadi dan kawasan merupakan salah satu keperluan mandatori yang termaktub di dalam Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984 (Akta 304). Pemantauan dos sinaran peribadi adalah penting bagi memastikan bahawa setiap pekerja sinaran mematuhi had dos tahunan yang telah ditetapkan iaitu 20 mSv setahun manakala pemantauan dos sinaran kawasan pula perlu bagi membolehkan pelaksanaan kawalan yang sewajarnya terhadap kawasan-kawasan yang dikenalpasti kawasan kawalan. Makmal Standard Dosimetri Sekunder (SSDL), membekalkan dua jenis dosimeter iaitu lencana filem dan dosimeter thermopendarcahaya (TLD) bagi tujuan pemantauan ini. Dosimeter yang dibekalkan perlu dikembalikan semula ke SSDL bagi tujuan penganalisaan dos dalam tempoh selewat-lewatnya dua bulan dari tarikh pembekalan. Tujuan kertas kerja ini adalah untuk melihat sejauh mana kepatuhan pengguna mengembalikan dosimeter berkaitan ke SSDL dalam jangka masa yang ditetapkan. Statistik data yang diperolehi daripada sistem eSSDL menunjukkan bahawa bagi lencana filem yang dibekal pada tahun 2011 dan 2012, purata pengembalian dalam tempoh dua bulan selepas penghantaran adalah masing-masing 42% dan 46%. Purata keseluruhan pengembalian lencana filem yang dibekal pada tahun 2011 dan 2012 adalah masing-masing 94% dan 91%. Statistik bagi TLD yang dibekalkan pada tahun 2012 (Februari hingga Disember) pula menunjukkan bahawa purata pengembalian dalam tempoh dua bulan selepas pembekalan adalah 54% manakala purata keseluruhan pengembalian TLD yang dihantar pada tahun 2012 adalah 78%.

Katakunci/keyword : Makmal Standard Dosimetri Sekunder, Lencana Filem, TLD, Dosimeter, Pekerja Sinaran

ABSTRACT

The personal and area dose monitoring is one of the mandatory requirements enshrined in the Atomic Energy Licensing Act 1984 (ACT 304). Personal dose monitoring is essential to ensure that each radiation workers comply with the annual radiation dose limits set of 20 mSv per year while the area dose monitoring is necessary to enable the implementation of appropriate controls on the identified controlled areas. Secondary Standard Dosimetry Laboratory (SSDL), provides two types of dosimeters namely film badge and thermoluminescent dosimeter (TLD) for the purpose of these monitoring. The film badges and TLDs that supplied by SSDL must be returned for dose evaluation at the latest within two months from the date of supply. This paper aims to examine the extent to which users comply the returning period of the film and TLD dosimeters for dose evaluation in SSDL. Statistics of data obtained from the eSSDL system indicated that the average of film badges returned within two month after supply in 2011 and 2012 is 42% and 46% respectively. The overall average return of film badges supplied in 2011 and 2012 is 94% and 91% respectively. Statistics of TLD in 2012 (February to December) indicated that the average of TLDs returned within two months after supply is 54% while the overall average return of TLDs supplied in 2012 is 78%.

PENGENALAN

Penggunaan dosimeter peribadi dan kawasan untuk tujuan pemantauan dos pekerja sinaran dan kawasan kerja merupakan satu keperluan mandatori yang termaktub di dalam Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984 (Akta 304). Pemantauan dos peribadi adalah penting bagi memastikan bahawa setiap pekerja sinaran mematuhi had dos tahunan yang ditetapkan iaitu 20 mSv setahun manakala pemantauan dos kawasan pula bagi membolehkan pelaksanaan kawalan yang sewajarnya terhadap kawasan kerja yang dikenalpasti sebagai kawasan kawalan [1].

Makmal Standard Dosimetri Sekunder (SSDL), membekalkan dua jenis dosimeter iaitu lencana filem dan dosimeter thermopendarcahaya (TLD) bagi tujuan pemantauan dos peribadi dan kawasan. Pada masa sekarang bilangan dosimeter yang dibekalkan setiap bulan adalah lebih kurang 17,000 dan 2,500 masing-masing bagi filem dan TLD. Pembekalan dosimeter dijalankan oleh SSDL pada setiap awal bulan dan pada bulan yang berikutnya, pengguna seharusnya mengembalikan semula dosimeter berkenaan ke SSDL bagi tujuan penilaian dos. Pihak SSDL seterusnya akan mengeluarkan laporan dos iaitu laporan yang merekodkan nilai dos bulanan dan dos terkumpul tahun semasa bagi seseorang pekerja sinaran atau sesebuah kawasan kerja yang terlibat dalam pemantauan dos. Laporan dos yang dikeluarkan adalah bergantung kepada bacaan yang direkodkan oleh setiap dosimeter yang dikembalikan oleh pengguna.

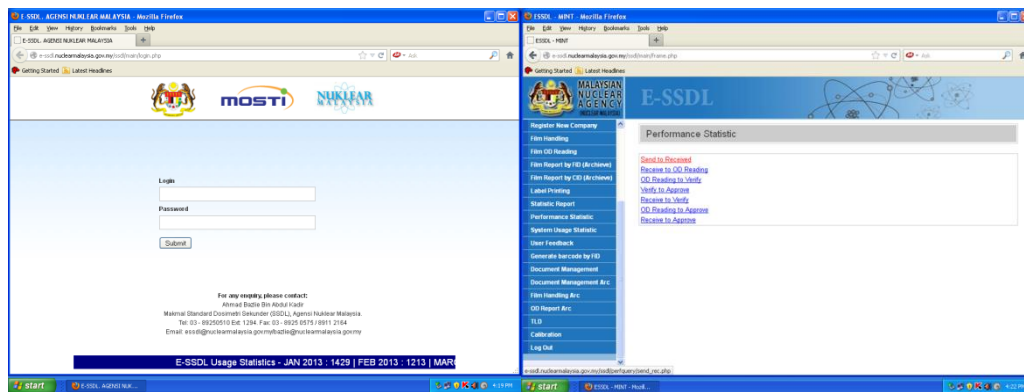
Bagi kedua-dua filem dan TLD, terdapat sedikit perbezaan dari segi kaedah pembekalan yang digunakan. Pembekalan bagi dosimeter filem dijalankan melalui penghantaran filem baru kepada pengguna pada setiap bulan. Filem baru perlu dibekalkan setiap bulan kerana dosimeter filem hanya boleh digunakan sekali sahaja. Dalam hal ini SSDL menyediakan lebih kurang 215,000 keping filem setiap tahun bagi menampung keperluan pengguna. Bagi TLD pula, SSDL menyediakan bilangan dosimeter yang terhad memandangkan ciri TLD yang boleh diguna semula selepas penganalisaan dos. SSDL menyediakan lebih kurang 5000 unit kad TLD dan 6000 unit chip TLD yang mana akan dibekalkan secara kitaran kepada pengguna. Ini bermakna para pengguna perlu mengembalikan semula dosimeter TLD untuk dianalisa pada setiap bulan bagi mengelakkan bekalan TLD daripada terputus.

Pengembalian dosimeter yang lewat (melebihi tempoh dua bulan daripada tarikh penghantaran) boleh mendatangkan implikasi kepada kedua-dua pihak SSDL dan juga pengguna. Implikasi di pihak SSDL adalah agak ketara bagi penggunaan dosimeter TLD dimana kelewatan pengembalian TLD boleh menyebabkan gangguan terhadap kelancaran pembekalan dosimeter kepada pengguna. Di pihak pengguna pula, kelewatan mengembalikan dosimeter bukan sahaja menyebabkan kelewatan pengeluaran laporan dos malahan mereka juga bakal berhadapan tindakan undang-undang jika pihak berkuasa AELB (Lembaga Perlesenan Tenaga Atom) atau MOH (Kementerian Kesihatan Malaysia) menjalankan pemeriksaan di premis mereka. Selain itu, penyimpanan dosimeter yang terlalu lama oleh pengguna dikhuatiri boleh menjejaskan ketepatan dos yang dianalisa. Ini adalah kerana dos yang direkodkan oleh dosimeter terutamanya lencana filem boleh dipengaruhi oleh faktor-faktor persekitaran seperti suhu dan kelembapan [2, 3]. Kajian ini dijalankan bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang corak pengembalian dosimeter filem dan TLD di kalangan pengguna dosimeter peribadi dan kawasan di Malaysia.

KAEDAH

Data berkaitan pembekalan dan penerimaan dosimeter (filem dan TLD) diperolehi menerusi sistem eSSDL [4] iaitu sistem komputer yang dibangunkan dan digunakan di SSDL bagi menguruskan perkhidmatan dosimeter peribadi dan kawasan. Sistem ini berupaya untuk merekod dan menyimpan secara automatik data-data yang diproses berserta tarikh dan masa sesuatu proses itu dijalankan. Sistem eSSDL digunakan dalam perkhidmatan lencana filem sejak pertengahan tahun 2008

manakala untuk perkhidmatan TLD pada awal tahun 2012. Paparan bagi sistem eSSDL yang digunakan ditunjukkan seperti dalam Rajah 1.



Rajah 1. Paparan sistem eSSDL yang digunakan dalam pengumpulan data kajian

Dalam kajian ini, data bagi filem diambil bermula dari tahun 2011 memandangkan aplikasi pemantauan statistik pembekalan dan penganalisaan filem di dalam sistem eSSDL hanya stabil digunakan pada penghujung tahun 2010. Data yang diperolehi untuk TLD pula adalah bermula dari bulan Febuari 2012 memandangkan data pada bulan Januari turut melibatkan data-data *dummy* yang digunakan dalam proses verifikasi sistem eSSDL. Bilangan dosimeter filem dan TLD yang dibekalkan pada tahun 2011 dan 2012 adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Pembekalan dosimeter bagi tahun 2011 dan 2012

Dosimeter	Kategori Pengguna	Tahun 2011	Tahun 2012
Filem	NDT	12341	12821
	Industri	89626	90250
	Perubatan	111974	101296
TLD ⁽¹⁾	NDT		-
	Industri ⁽²⁾	-	28247
	Perubatan		2715

⁽¹⁾Jumlah bekalan TLD adalah termasuk kad dan chip.

⁽²⁾Data pembekalan TLD bagi kategori pengguna Industri adalah termasuk TLD yang dibekalkan kepada pengguna-pengguna di Agensi Nuklear Malaysia.

Untuk tujuan kajian ini, data-data yang diperlukan daripada sistem eSSDL (diperolehi pada 15 Mac 2013) adalah bilangan dosimeter berserta kategori penggunaan, tarikh penghantaran kepada pengguna dan tarikh penerimaan semula dosimeter berkaitan di SSDL. Tempoh di antara tarikh penghantaran dosimeter kepada pengguna dan tarikh penerimaan semula dosimeter berkaitan di SSDL dianggap sebagai tempoh penyimpanan dosimeter oleh pengguna. Walau bagaimanapun, tempoh ini adalah merupakan satu anggaran kerana tempoh sebenar turut dipengaruhi oleh masa penghantaran yang dijalankan oleh syarikat courier atau Pos Malaysia.

Data-data yang diperolehi daripada sistem eSSDL telah dianalisa menggunakan perisian Microsoft Excel bagi mendapatkan maklumat-maklumat seperti berikut;

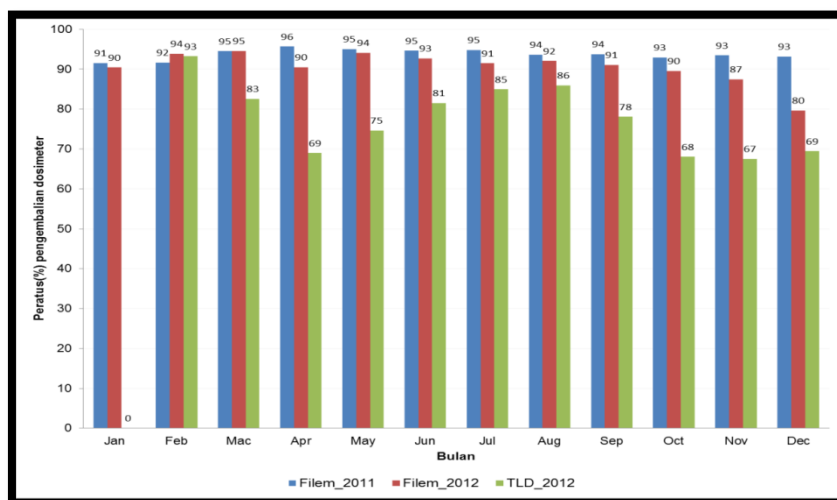
- a. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan bulan penghantaran. Data adalah berdasarkan kepada jumlah dosimeter yang diterima tanpa mengambil kira tempoh penyimpanan oleh pelanggan.

- b. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan kategori pengguna iaitu NDT, Industri dan Perubatan. Data adalah berdasarkan kepada jumlah dosimeter yang diterima tanpa mengambil kira tempoh penyimpanan oleh pelanggan.
- c. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan tempoh penyimpanan (T) oleh pengguna iaitu $T \leq 2$ bulan, $2 \text{ bulan} < T \leq 6$ bulan, $6 \text{ bulan} < T \leq 12$ bulan, dan $12 \text{ bulan} < T$. Maklumat berkaitan dosimeter yang belum dikembalikan turut disertakan di dalam taburan ini. Pengiraan tempoh penyimpanan (T) oleh pengguna adalah bermula dari tarikh penghantaran sehingga tarikh dosimeter diterima semula untuk penganalisan di SSDL.

Nota: Keputusan penganalisan data yang dibuat di dalam kajian ini adalah turut dipengaruhi oleh tarikh pengambilan data daripada sistem eSSDL. Ini adalah kerana dosimeter (lencana filem dan TLD) yang dihantar bermula pada bulan April 2012 belum mencapai tempoh setahun semasa data diambil pada bulan Mac 2013 berbanding lencana filem yang dihantar pada tahun 2011.

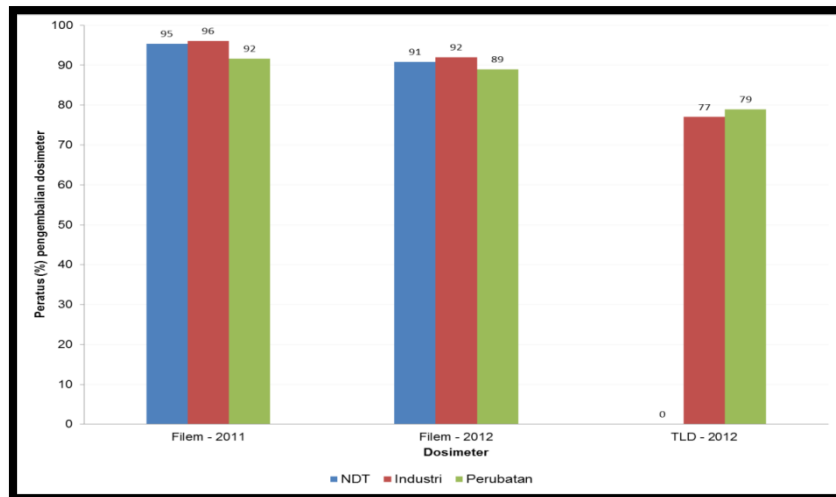
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

1. Berdasarkan kepada analisis data yang dijalankan, taburan pengembalian dosimeter berdasarkan bulan penghantaran dapat ditunjukkan seperti dalam Rajah 2. Keputusan ini menunjukkan bahawa pengembalian lencana filem yang dihantar pada tahun 2011 bertabur di antara 91% hingga 96% manakala bagi tahun 2012 bertabur di antara 80% hingga 95%. Secara keseluruhannya, purata pengembalian lencana filem yang dihantar pada tahun 2011 dan 2012 adalah masing-masing 94% dan 91%. Berbanding lencana filem, taburan pengembalian TLD adalah lebih rendah iaitu di antara 67% hingga 93% dengan purata pengembalian iaitu 78%.



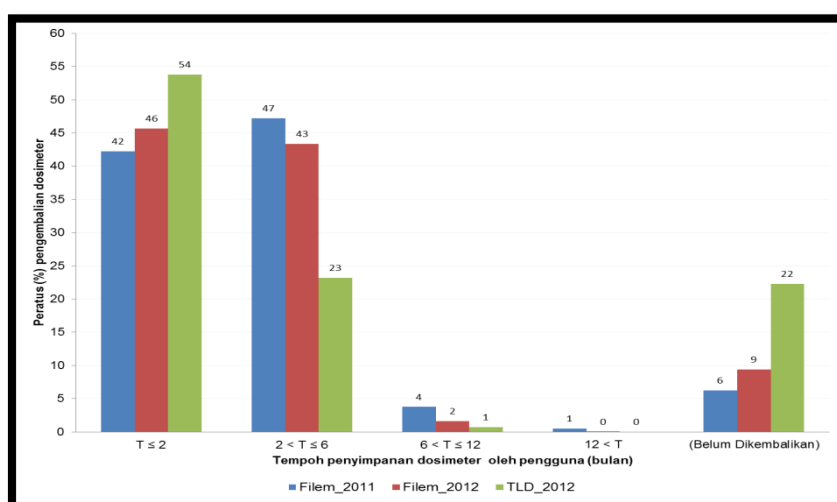
Rajah 2. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan bulan penghantaran

2. Keputusan pengembalian dosimeter berdasarkan kategori pengguna pula dapat ditunjukkan seperti dalam Rajah 3. Taburan ini menunjukkan bahawa peratusan pengembalian lencana filem oleh pengguna-pengguna dari bidang NDT, Industri dan Perubatan pada tahun 2011 adalah di antara 92% - 96% manakala tahun 2012 di antara 89% - 92%. Secara keseluruhannya, pengguna daripada bidang Industri menunjukkan peratusan pengembalian lencana filem yang tertinggi bagi kedua-dua tahun. Bagi pengguna TLD pula, peratusan pengembalian dosimeter daripada kedua-dua bidang Industri dan Perubatan adalah bertabur di antara 77% hingga 79% di mana pengguna daripada bidang perubatan menunjukkan peratusan pengembalian tertinggi.



Rajah 3. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan kategori pengguna

3. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan tempoh penyimpanan pengguna adalah ditunjukkan seperti dalam Rajah 4. Keputusan yang diperolehi menunjukkan bahawa pengguna TLD mencatatkan pengembalian tertinggi bagi tempoh penyimpanan $T \leq 2$ iaitu sebanyak 54%. Bagi lencana filem, peratusan pengembalian tahun 2011 dan 2012 untuk tempoh penyimpanan $T \leq 2$ bulan adalah masing-masing 42% dan 46%. Peratusan pengembalian dosimeter bagi tempoh penyimpanan 2 bulan $< T \leq 6$ bulan menunjukkan bahawa lencana filem yang dihantar pada tahun 2011 memberikan peratusan tertinggi iaitu 47% manakala TLD memberikan peratusan terendah iaitu 23%. Pengembalian dosimeter bagi tempoh penyimpanan 6 bulan $< T \leq 12$ bulan turut menunjukkan bahawa lencana filem yang dihantar pada tahun 2011 menunjukkan peratusan pengembalian tertinggi iaitu 4% diikuti filem yang dihantar 2012 iaitu 2% dan TLD dengan 1%. Bagi tempoh penyimpanan dosimeter 12 bulan $< T$, hanya lencana filem yang dihantar pada tahun 2011 merekodkan pengembalian iaitu sebanyak 1%. Dari segi jumlah dosimeter yang belum dikembalikan ke SSDL, TLD mencatatkan jumlah tertinggi iaitu 22% berbanding filem iaitu masing-masing 6% dan 9% bagi tahun 2011 dan 2012.



Rajah 4. Taburan pengembalian dosimeter berdasarkan tempoh penyimpanan oleh pengguna

CADANGAN PENAMBAHBAIKAN

Berdasarkan kepada keputusan kajian yang dijalankan, berikut adalah beberapa cadangan penambahbaikan terhadap data dalam sistem eSSDL dan juga kepatuhan pengguna terhadap tempoh pengembalian dosimeter untuk penilaian dos di SSDL.

- a. Pengasingan maklumat statistik pemantauan bagi kad dan chip TLD dalam sistem eSSDL

Pada masa sekarang, maklumat statistik pemantauan kad dan chip TLD tidak diasingkan dimana kedua-duanya dikategorikan sebagai TLD sahaja. Oleh itu, pengasingan maklumat statistik pemantauan membolehkan penganalisaan data yang lebih baik dan terperinci.

- b. Meningkatkan kekerapan pemantauan dan pemeriksaan oleh pihak berkuasa

Kepatuhan pengguna untuk mengembalikan dosimeter bagi tujuan penilaian dos di SSDL mengikut tempoh yang ditetapkan ($T \leq 2$ bulan) dijangka dapat dipertingkatkan melalui pemantauan dan pemeriksaan yang lebih kerap serta tindakan tegas daripada pihak berkuasa iaitu AELB dan MOH.

- c. Peranan dan tanggungjawab RPO (Pegawai Perlindungan Sinaran)

RPO di setiap syarikat/agensi perlu memainkan peranan dan tanggungjawab mereka bagi memastikan pematuhan terhadap tempoh pengembalian dosimeter untuk tujuan penilaian dos.

- d. Semakan semula terhadap terma dan syarat pembekalan dosimeter oleh SSDL

Pihak SSDL perlu menyemak semula terma dan syarat pembekalan dosimeter yang diguna pakai pada ketika ini. Sebagai contoh, dicadangkan supaya tindakan pemberhentian bekalan dimasukkan di dalam terma dan syarat tersebut jika pengguna gagal mengembalikan dosimeter sebanyak dua kali berturut-turut. Ini adalah penting terutama sekali bagi memastikan bekalan bagi dosimeter yang boleh diguna semula (*reusable dosimeter*) seperti TLD tidak mengalami masalah pembekalan.

KESIMPULAN

Hasil kajian ini telah dapat menunjukkan corak pengembalian lencana filem dan TLD oleh pengguna-pengguna di Malaysia. Pemantauan corak pengembalian dosimeter oleh pengguna adalah penting bagi memastikan tahap kepatuhan mereka terhadap tempoh yang ditetapkan. Tindakan pembetulan terhadap kelemahan yang menyebabkan ketidakpatuhan terhadap tempoh pengembalian dosimeter perlu dikenalpasti dan seharusnya diatasi melalui usaha dan komitmen daripada semua pihak seperti pihak berkuasa, SSDL dan juga pengguna. Hasil kajian ini boleh digunakan sebagai salah satu landasan penambahbaikan terhadap pematuhan dan pelaksanaan Akta 304 yang lebih berkesan. Selain itu, hasil kajian ini juga penting sebagai rujukan kepada SSDL dalam melaksanakan penggunaan dosimeter OSL (*Optically Stimulated Luminescent*) di Malaysia pada tahun 2015. Penyelesaian terhadap masalah ketidakpatuhan pengembalian dosimeter seperti yang ditunjukkan di dalam kajian ini dapat mengelakkan perkara yang sama daripada berulang dalam perkhidmatan OSL.

KAJIAN LANJUTAN

Bagi mendapatkan gambaran sebenar berkenaan kepatuhan pengguna terhadap tempoh pengembalian dosimeter, kajian ini perlu diulang semula dengan menggunakan data-data yang dikumpul untuk tempoh yang lebih lama. Sebagai contoh, data yang dikumpul untuk tempoh 5 tahun atau lebih dijangka dapat memberikan gambaran yang lebih baik berbanding dengan kajian yang dijalankan sekarang.

RUJUKAN

1. Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984, Peraturan-Peraturan Perlesenan Tenaga Atom (Perlindungan Sinaran Keselamatan Asas) 2010.
2. T. L. Johnson & F. H. Attix, Pilot Comparison of Two Thermoluminescent Dosimetry System With Film Badge in Routine Personnel Monitoring, www.irpa.net/irpa1/cdrom/vol.1/RI_73.PDF
3. John Konsoh Sangau et.al, Kajian Terhadap Filem Rosak Yang Dikembalikan Untuk Dianalisa Di SSDL, Nuclear Technical Conference, 2011
4. <http://e-ssdl.nuclearmalaysia.gov.my/ssdl/main/login.php>