

UNCERTAINTY MEASUREMENT IN DENSITOMETER
KETIDAKPASTIAN DALAM PENGUKURAN DENSITOMETER
By: Sarizah Mohamed Nor¹, Siti Sara Deraman¹, Wan Hazlinda Ismail¹,
Muhammad Jamal Md. Isa dan Abd. Aziz Mhd. Ramli
Medical Physics Group,
Radiation Safety and Health Division,
Malaysian Nuclear Agency, Bangi,
43800 Kajang, Selangor.

ABSTRACT

A study was carried out to determine the uncertainty of the Medical Physics Group Standard Densitometer which is used to measure the Optical Density (OD) of radiographic film in Sensitometer reproducibility test. A NIST "Photographic Film Step Tablet" is used as Standard Reference Material (Standard Strip). It consists of 23 different optical density ranging from 0.072 to 4.024. While a Fluke Digital Densitometer is used as the standard Densitometer with 3 mm aperture. The Standard Strip OD was measured weekly to evaluate the output consistency of the Densitometer. The uncertainty calculation of the Densitometer includes the consistency and accuracy of the unit and the uncertainty of the Standard Strip. From the test results, in 2010 the unit consistency shows a maximum variation of not more than ± 0.03 with combined uncertainty of not more than 0.07 ($k=2$), while in the year 2011 it increased to ± 0.16 with combined uncertainty not more than 0.32 ($k=2$). The increased in uncertainty was due to the lamp malfunction of the Densitometer unit. However the maximum Std. Error between both years was not more than 1.6%. As a conclusion, the Densitometer has a consistence output reading however the uncertainty of the output is influence by the light source (lamp).

Keywords: Uncertainty, Optical Density, Densitometer, Standard Strip, Consistency.

ABSTRAK

Suatu kajian telah dilakukan oleh Kumpulan Fizik Perubatan untuk menentukan ketidakpastian alat Densitometer yang digunakan untuk mengukur ketumpatan optik atau "Optical Density" (OD) filem radiografi dalam ujian keberkesanan alat Sensitometer. Seterusnya NIST "Film Fotografi Langkah Tablet" digunakan sebagai "Standard Reference Material" (Standard Strip) dimana ia terdiri daripada 23 ketumpatan optik yang berbeza julat daripada 0.072 hingga 4.024. Alat "Fluke Digital Densitometer" digunakan sebagai standard Densitometer dengan 3 mm aperture. Manakala pengukuran "Standard Strip" OD dibuat secara berkala pada setiap minggu untuk menilai konsistensi keluaran daripada alat tersebut. Faktor ketidakpastian alat Densitometer termasuklah konsistensi ketepatan alat dan ketidakpastian "Standard Strip". Hasil daripada ujian yang dilakukan pada tahun 2010 konsistensi alat ini menunjukkan variasi maksimum kurang daripada ± 0.03 dengan kombinasi ketidakpastian tidak melebihi 0.07 ($k = 2$). Seterusnya pada tahun 2011 meningkat kepada ± 0.16 dengan kombinasi ketidakpastian tidak melebihi 0.32 ($k = 2$). Peningkatan ketidakpastian ini disebabkan oleh kerosakan lampu alat Densitometer. Walaubagaimanapun "Std Error" yang maksimum diantara kedua-dua tahun itu tidak

melebihi 1.6%. Sebagai kesimpulan, alat Densitometer mempunyai keluaran yang konsisten dimana ketidakpastian keluaran alat ini sangat dipengaruhi oleh sumber cahaya (lampu).

Kata kunci: Ketidakpastian, Ketumpatan Optik, Densitometer, Standard Strip, Konsisten.

1. PENGENALAN

Densitometer adalah sebuah peralatan saintifik yang direka untuk mengukur ketumpatan optik atau "Optical Density" (OD) filem radiografi dalam ujian keberkesanan alat Sensitometer. Ia menggunakan teknik penghantaran dimana cahaya disebarkan melalui bahan yang diukur dan sel fotoelektrik pula membaca cahaya ketika melalui objek. Hasil ujian filem radiografi pula diproses dengan menggunakan alat Film Processor yang berkeupayaan menghasilkan keputusan tentukan "reproducibility" keluaran cahaya dari alat yang diuji. Seterusnya NIST "Film Fotografi Langkah Tablet" digunakan sebagai "Standard Reference Material (SRM 1008)" atau "Standard Strip" yang mempunyai 23 Langkah (Step) ketumpatan optik yang berbeza daripada julat 0.072 hingga 4.024. Pengukuran alat Densitometer sesuai dibuat pada suhu persekitaran 10 °C hingga 40 °C dan maksimum kelembapan relatif 90% . Alat "Fluke Digital Densitometer" pula digunakan sebagai standard Densitometer dengan 3 mm aperture. Manakala pengukuran "Standard Strip" ketumpatan optik dibuat secara berkala pada setiap minggu daripada tahun 2010 sehingga kini untuk menilai konsistensi keluaran daripada alat tersebut.





2. OBJEKTIF:

Menentukan ketidakpastian alat Densitometer yang digunakan untuk mengukur ketumpatan optik filem radiografi dalam ujian keberkesanan alat Sensitometer secara berkala untuk menilai konsistensi ketepatan alat dan ketidakpastian "Standard Strip".

3. PERALATAN DAN KAEDAH:

- 1) Alat "Fluke Digital Densitometer Model " 07-424-220 Nuclear Associates digunakan sebagai standard Densitometer dengan 3 mm aperture.
- 2) NIST "Film Fotografi Langkah Tablet" digunakan sebagai "Standard Reference Material (SRM 1008)" atau "Standard Strip".
- 3) Alat Digital Barometer digunakan untuk memantau suhu persekitaran daripada 10 °C hingga 40 °C dengan maksimum kelembapan relatif 90% semasa pengukuran Densitometer dilakukan.

Gambar Peralatan Yang Digunakan Dalam Pengukuran OD

<p>1. Fluke Digital Densitometer</p> 	<p>2. Photographic Film Step Tablet</p> 
<p>4. Cara Pengukuran OD yang betul</p> 	<p>4. Cara memegang Nist Yang Betul</p> 

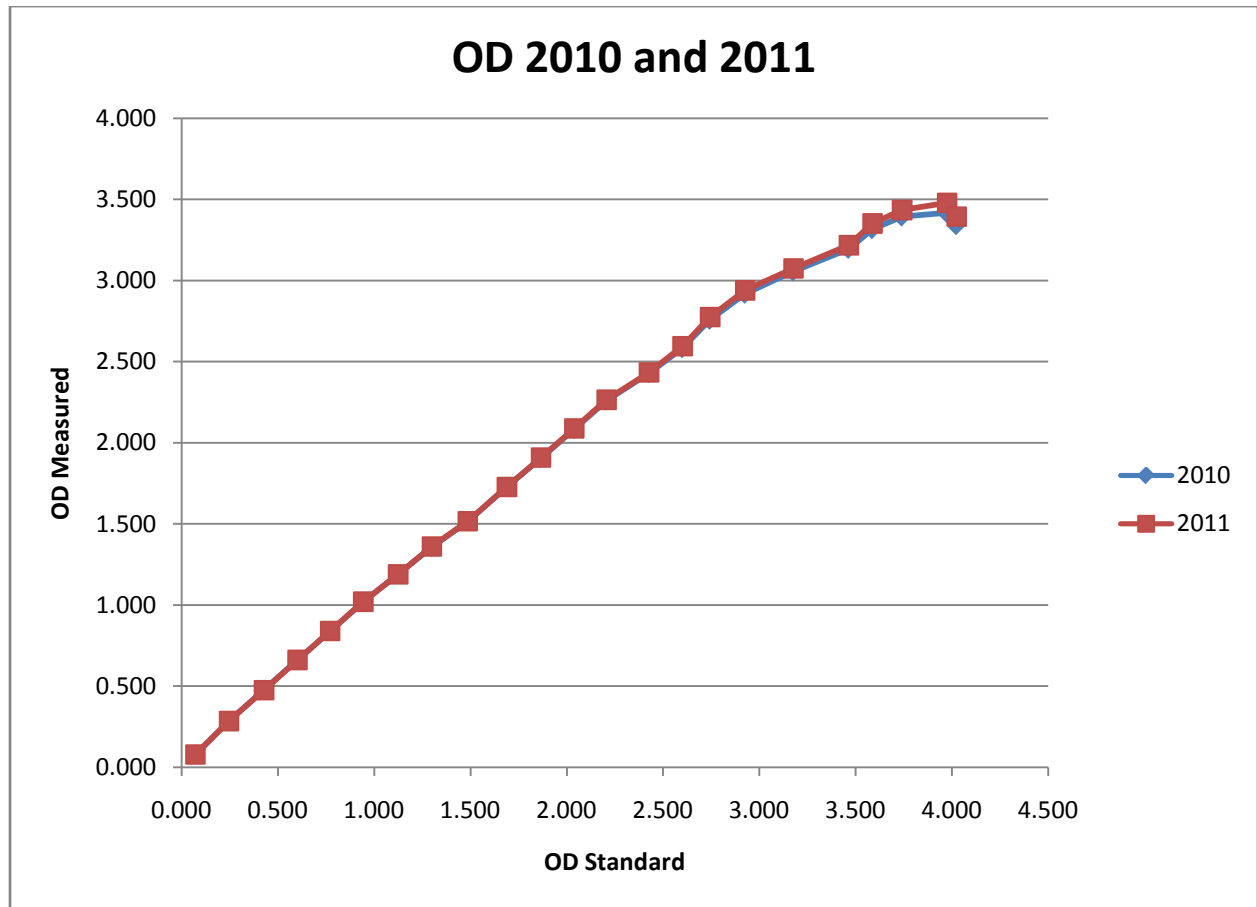
5. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN:

Seterusnya Jadual dan Graf Perbandingan Pungutan Data Kajian Pengukuran Ketumpatan Optik alat Densitometer diambil sebanyak 3 kali pada setiap minggu secara berkala pada tahun 2010 dan 2011. Kemudian bacaan purata ketumpatan optik diperolehi daripada Step No. 1 hingga Step No. 23 pada julat yang berbeza diantara 0.072 hingga 4.024 untuk menilai konsistensi keluaran daripada alat tersebut dimana ianya boleh dijadikan bahan rujukan apabila pengulangan tentukan berikutnya dilakukan.

Jadual Perbandingan Pengukuran OD tahun 2010 dan 2011

STEP NO.	OD Standard Reference	Average OD		Std error (%)
		2010	2011	
1	0.072	0.080 ± 0.00	0.080 ± 0.00	0.00
2	0.246	0.288 ± 0.00	0.286 ± 0.01	-0.73
3	0.428	0.479 ± 0.00	0.476 ± 0.00	-0.63
4	0.602	0.663 ± 0.00	0.662 ± 0.00	-0.10
5	0.771	0.840 ± 0.00	0.840 ± 0.00	0.00
6	0.943	1.020 ± 0.00	1.021 ± 0.00	0.12
7	1.124	1.190 ± 0.00	1.190 ± 0.00	0.00
8	1.300	1.360 ± 0.00	1.361 ± 0.00	0.06
9	1.486	1.516 ± 0.00	1.517 ± 0.00	0.08
10	1.689	1.730 ± 0.00	1.728 ± 0.00	-1.10
11	1.866	1.905 ± 0.00	1.909 ± 0.00	0.24
12	2.039	2.085 ± 0.00	2.089 ± 0.00	0.17
13	2.207	2.261 ± 0.00	2.265 ± 0.01	0.18
14	2.427	2.430 ± 0.00	2.434 ± 0.01	0.18
15	2.601	2.584 ± 0.00	2.595 ± 0.01	0.44
16	2.744	2.759 ± 0.00	2.775 ± 0.01	0.55
17	2.926	2.919 ± 0.00	2.939 ± 0.02	0.66
18	3.177	3.057 ± 0.01	3.074 ± 0.03	0.56
19	3.464	3.196 ± 0.01	3.217 ± 0.04	0.66
20	3.587	3.317 ± 0.00	3.351 ± 0.05	1.03
21	3.741	3.395 ± 0.01	3.434 ± 0.07	1.15
22	3.974	3.418 ± 0.01	3.478 ± 0.10	1.74
23	4.024	3.342 ± 0.03	3.394 ± 0.16	1.55

Graf Perbandingan Pengukuran OD Tahun 2010 dan 2011



Jadual perbandingan dan Graf menunjukkan ketidakpastian pengukuran ketumpatan optik alat Densitometer dalam tahun 2010 dengan Empat # 37 lampu berfungsi. Dengan merujuk kepada Step No. 1 hingga Step No. 22, konsistensi alat ini menunjukkan variasi ± 0.01 seterusnya pada Step No.23 variasi maksimum kurang daripada ± 0.03 dengan kombinasi ketidakpastian tidak melebihi 0.07 ($k = 2$).

Pada tahun 2011 pula bacaan pada Step No. 1 hingga Step No. 17, konsistensi alat ini menunjukkan variasi ± 0.02 manakala pada Step No. 18 hingga Step No. 23 meningkat daripada ± 0.03 kepada ± 0.16 dengan kombinasi ketidakpastian tidak melebihi 0.32 ($k = 2$).

Peningkatan ketidakpastian berpunca daripada kerosakan lampu alat Densitometer dimana hanya Satu # 37 lampu sahaja berfungsi. Walaubagaimanapun "Std Error" yang maksimum diantara kedua-dua tahun itu tidak melebihi 1.6%.

6. KESIMPULAN:

Sebagai kesimpulan, alat Densitometer mempunyai keluaran yang konsisten pada tahun 2010 dengan Empat # 37 lampu berfungsi. Manakala pada tahun 2011 pula peningkatan ketidakpastian keluarannya sangat ketara kerana hanya satu daripada Empat # 37 lampu sahaja berfungsi. Faktor peningkatan ketidakpastian pengukuran ketumpatan optik keluaran alat Densitometer berpunca daripada kerosakan lampu atau dipengaruhi oleh sumber cahaya.

7. RUJUKAN:

1. Operators Manual Fluke Biomedical Nuclear Associates 07-440 Digital Densitometer II with RS-232C Interface.
2. National Institute of Standard & Technology Certificate of Analysis Standard Reference Material 1008 Photographic Film Step Tablet.
3. Buku Log Pengukuran Digital Densitometer Fluke Biomedical 07-424-220 Nuclear Associates.
4. Standard of Procedures Densitometer