

EVALUASI NILAI *DEVIATION INDEX* PADA PEMERIKSAAN RADIOGRAFI: PROPORSI OVEREXPOSURE DAN UNDEREXPOSURE MELEBIHI CITRA OPTIMAL

**Putu Irma Wulandari^{1*}, Putu Oky Agnesia², I Wayan Gede Ari Mahardika³,
NI Putu Meliani⁴, Ni Putu Amara Trisna Dinda⁵**

¹⁻⁵Akademi Teknik Radiodiagnositik dan Radioterapi Bali

*) Email korespondensi: irma@atro-bali.ac.id

Abstract: Evaluation of Deviation Index Values in Routine Radiographic Examinations: The proportion of overexposures and underexposures outweigh optimum exposures. In Computed Radiography (CR), radiographers can find out whether the exposure factors used for image acquisition are too low or too high through the Exposure Index (EI) value. Exposure index is an indicator of the amount of radiation exposure that reaches the detector during radiological examination. The purpose of this study is to determine the proportion of radiographs that are in the optimal exposure, overexposure, and underexposure ranges. Method: This descriptive quantitative study was conducted at a government-owned hospital, located in Klungkung, Bali. Deviation Index values for several routine radiographic examinations were retrospectively collected from October 2021 to March 2022, through Fuji Film CR system. A total of 3933 data from Thorax (1195), Abdomen (444), Upper Extremities (1319), and Lower Extremities (975) examinations were collected from the study hospital. Furthermore, the proportion of underexposure, optimal and overexposure in each examination was calculated and analyzed using Microsoft Excel. Results: The results showed that Deviation Index values fell outside the recommended limits, with the highest percentage of underexposure was recorded on Thorax examination (97.2%), and the highest overexposure showed on Abdomen examination (85.8%). Conclusion: Relatively high proportion of underexposure and overexposure in Thorax, Abdomen, Upper Extremity and Lower Extremity examinations revealed the needs for quality improvements through QA/QC programs so that the radiographic examinations can be optimized.

Keywords: Exposure Index, Deviation Index, Computed Radiography

Abstrak: Evaluasi Nilai *Deviation Index* pada Pemeriksaan Radiografi: Proporsi Overexposure dan Underexposure Melebihi Citra Optimal. Pada sistem Computed Radiografi (CR), radiografer dapat mengetahui apakah faktor ekposi yang digunakan untuk akuisisi gambar terlalu rendah atau terlalu tinggi melalui nilai Exposure Index. Exposure index merupakan indikator jumlah paparan radiasi yang sampai pada detector pada pemeriksaan radiologi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proporsi citra/radiograf yang berada pada rentang ekposi optimal, overexposure, maupun underexposure. Metode: Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif. Penelitian ini dilakukan pada salah satu rumah sakit milik pemerintah di daerah klungkung, Bali. Nilai DI untuk beberapa pemeriksaan dikumpulkan secara retrospective dari bulan Oktober 2021 hingga Maret 2022, melalui CR merk Fuji Film. Sebanyak 3933 data dari pemeriksaan Thorax (1195), Abdomen (444) dan Extremitas atas (1319) dan extremitas bawah (975) dikumpulkan dari penelitian ini. Selanjutnya, proporsi underexpose, optimal dan overexpose pada masing-masing pemeriksaan dihitung diolah dengan menggunakan Ms.Excel. Hasil: Hasil penelitian menunjukkan nilai *Deviation Index* berada diluar batas rekomendasi, dimana terjadi proporsi over exposure dan under exposure yang relatif tinggi, dengan persentase under

exposure tertinggi pada pemeriksaan Thorax (97.2%), dan overexposure tertinggi pada pemeriksaan Abdomen (85.8%). Kesimpulan: Dengan proporsi under exposure dan over exposure yang cukup tinggi pada pemeriksaan Thorax, Abdomen, Ekstremitas Atas, dan Ekstremitas Bawah diperlukan upaya perbaikan mutu pelayanan melalui program QA/QC sehingga dihasilkan radiograf yang bernilai diagnostic dengan dosis radiasi yang optimal.

Kata Kunci : *Exposure Index, Deviation Index, Computed Radiography*

PENDAHULUAN

Selama 10 dekade terakhir, penggunaan digital radiography system semakin meningkat di Indonesia terutama rumah sakit besar dan rumah sakit tipe A. Di bali sendiri, semakin banyak rumah sakit yang beralih dari screen-film system menjadi digital radiography baik itu *Computed Radiography (CR)* maupun *DDR (Direct Digital Radiography)*. Perkembangan ini tentunya atas pertimbangan hasil citra yang lebih optimal pada sistem digital serta ketersediaan menu *post-processing (editing, cropping, contrast adjustment, dll)* (Seeram, 2014). Penggunaan sistem digital juga memungkinkan alur pemeriksaan menjadi lebih cepat, dan memudahkan dalam *image transfer* maupun archiving.

Namun, dibalik berbagai fitur kemudahan dan kelebihan yang ditawarkan oleh sistem digital, terdapat potensi peningkatan dosis pasien yang mungkin tidak terdeteksi pada digital system. Bahkan telah dibuktikan pada penelitian sebelumnya bahwa terjadi fenomena "*exposure creep*", yaitu terminology yang digunakan untuk menggambarkan adanya peningkatan dosis secara bertahap pada penggunaan *digital radiography systems* (Gibson and Davidson, 2012). Hal ini terjadi karena radiografer tidak menyadari kemungkinan dosis berlebih yang diberikan kepada pasien selama pemeriksaan radiografi menggunakan digital system. Namun, saat ini semua sistem radiografi digital baik pada *Computed Radiography* maupun *Direct Digital Radiography* telah dilengkapi dengan *Exposure Index (EI)*.

Exposure Index (EI) merupakan parameter numerik yang digunakan pada sistem radiografi digital tentang banyaknya jumlah paparan yang diterima detektor ketika pemeriksaan

dilakukan. Perlu ditekankan bahwa EI bukan merupakan dosis yang diterima pasien, namun EI secara tidak langsung memberi informasi apakah sebuah citra over exposure, optimal, ataupun under exposure (Seibert and Morin, 2011a; Mothiram *et al.*, 2014b; Seeram, 2014; Seeram and Brennan, 2017). Dengan kata lain, EI dapat digunakan sebagai feedback bagi radiografer mengenai teknik yang digunakan dalam pemeriksaan, sehingga membantu radiografer dalam mengontrol dosis radiasi yang diberikan ke pasien.

Dalam penerapannya sebagai salah satu alat optimasi dalam pemeriksaan radiologi, perlu adanya ketelitian dalam memeriksa nilai EI yang dihasilkan dari dari CR maupun DR. Hal ini karena nilai EI dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tegangan tabung (kV), arus tabung (mAs), waktu pemrosesan CR, luas kolimasi, ukuran detector, serta keberadaan implan pasien (Baker, 2012; Mothiram *et al.*, 2013; Rochmayanti, Darmini and Jannah, 2018).

Meskipun setiap alat digital radiografi kini sudah dilengkapi dengan fitur *Exposure Index*, namun istilah dan metode perhitungan nilai *Exposure Index* dapat beragam di setiap alat. Sebagai contoh, di awal penerapan *Exposure Index*, fuji film menggunakan istilah S-value, Agfa menggunakan istilah IgM, Carestream menggunakan *Exposure Index*, dll. Selain perbedaan istilah, setiap vendor juga menggunakan mempunyai karakteristik yang berbeda dalam penetapan nilai *Exposure Index*, misalnya pada Fuji film, jika S-value semakin besar, maka dosis pada receptor makin rendah, sedangkan pada Carestream jika EI makin besar maka makin besar pula exposi pada detector (Mothiram *et al.*,

2013; Seeram, 2014; Seeram and Brennan, 2017). Hal ini tentu saja dapat menimbulkan kebingungan pada user, yang menjadi suatu tantangan tersendiri dalam implementasi *Exposure Index* sebagai alat optimasi pemeriksaan radiologi.

Untuk mengatasi permasalahan diatas, maka dikembangkanlah *Exposure Index* yang terstandarisasi oleh AAPM bekerja sama dengan IEC yang dikenal dengan istilah *standardized Exposure Index* IEC 62494-1. Dalam EI terstandar tersebut dikenal istilah *Exposure Index* (EI), *Targeted Exposure Index* (TEI) dan *Deviation Index* (DI). Sesuai dengan standar ini, seluruh vendor diharuskan menggunakan istilah yang seragam yaitu *Exposure Index* (EI). Dalam standar ini ditentukan pula bahwa *Deviation Index* (DI) optimal bernilai antara -1 sampai 1. Sedangkan $DI < -1$ dianggap *underexposed* dan $EI > 1$ *overexpose* (Shepard *et al.*, 2009; Seibert and Morin, 2011b; Seeram, 2014).

Untuk mengoptimalkan implementasi *Exposure Index* di lapangan, maka radiografer perlu memahami karakteristik *Exposure Index* yang ada pada alat yang dimiliki dan rentang nilai *Exposure Index* yang optimal. Selain itu, perlu diadakan evaluasi rutin mengenai nilai *Exposure Index* pada setiap pemeriksaan (Mothiram *et al.*, 2013). Dari hasil evaluasi ini akan diketahui persentase nilai *exposure* yang optimal maupun diluar batas toleransi, sehingga dapat membantu manajemen dalam menentukan program *quality assurance* yang tepat untuk mengoptimalkan pelayanan radiologi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai *Exposure Index* yang berada pada salah satu rumah sakit milik pemerintah di daerah klungkung, Bali. Penelitian ini dilakukan untuk menilai proporsi citra yang berada pada rentang *exposi optimal*, *underexposed*, maupun *overexposed* pada beberapa pemeriksaan radiografi rutin. Penelitian

ini merupakan salah satu bagian program *quality control* yang diharapkan dapat merefleksikan pelayanan radiologi di rumah sakit tersebut, terutama dalam pemeriksaan radiografi rutin.

METODE

Penelitian dilakukan pada salah satu rumah sakit milik pemerintah di daerah klungkung, Bali. Data diambil melalui *Computed Radiography* (CR) merk Fuji Film. Sistem pada CR Fuji Film yang beroperasi di rumah sakit ini telah menggunakan *Exposure Index* yang telah terstandarisasi AAPM dan IEC sehingga menggunakan istilah *Exposure Index* (EI), *Targeted Exposure Index* (TEI) dan *Deviation Index* (DI).

Nilai *Deviation Index* (DI) untuk beberapa pemeriksaan dikumpulkan secara *retrospective* dari rentang bulan Oktober 2021 hingga Maret 2022. Selain nilai DI, data lain yang dikumpulkan adalah nilai *Exposure Index* (EI) dan nilai *Targeted Exposure Index* (TEI), serta data penunjang seperti tanggal pemeriksaan, jenis pemeriksaan, serta jenis kelamin dan umur pasien. Hanya pemeriksaan pada pasien dewasa yang dimasukkan ke dalam penelitian ini. Untuk menjamin kerahasiaan data pasien, nama dan identitas pasien lainnya tidak dimasukkan kedalam penelitian ni. Pengumpulan data dilakukan secara manual dengan mencatat data yang tertera pada radiograf pasien satu per satu, karena *Picture Archiving and Communication Systems* (PACS) belum tersedia di rumah sakit tersebut saat pengumpulan data berlangsung.

Sebanyak 3933 data dari pemeriksaan Thorax (1195), Abdomen (444) dan Extremitas atas (1319) dan extremitas bawah (975) dikumpulkan dari penelitian ini. Nilai DI yang telah terkumpul selanjutnya dikategorikan sebagai berikut pada tabel 1. Selanjutnya, proporsi *underexpose*, *optimal* dan *overexpose* pada masing-masing pemeriksaan dihitung diolah dengan menggunakan Ms.Excel.

Tabel 1. Kategori Nilai *Deviation Index* (DI)

Kategori	Rentang DI
Underexpose	DI < -1
Optimal	-1 <DI <1
Overexpose	DI > 1

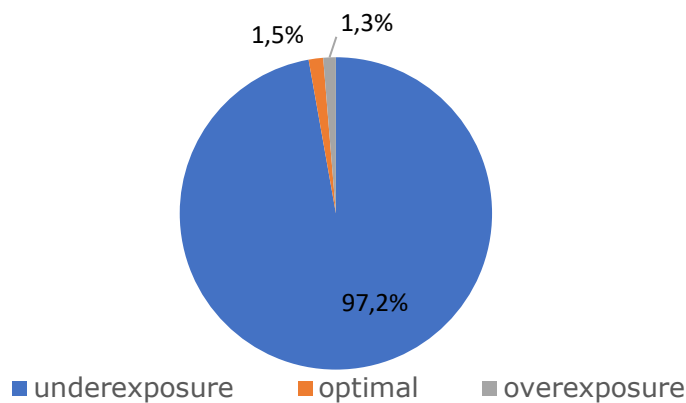
HASIL

Pada sistem radiografi digital, seperti Computed Radiografi, radiografer dapat mengetahui apakah factor exposi yang digunakan untuk akuisisi gambar terlalu rendah atau terlalu tinggi. Exposure index merupakan indicator jumlah paparan radiasi yang sampai pada detector pada pemeriksaan radiologi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proporsi citra/radiograf yang berada pada rentang exposi optimal,

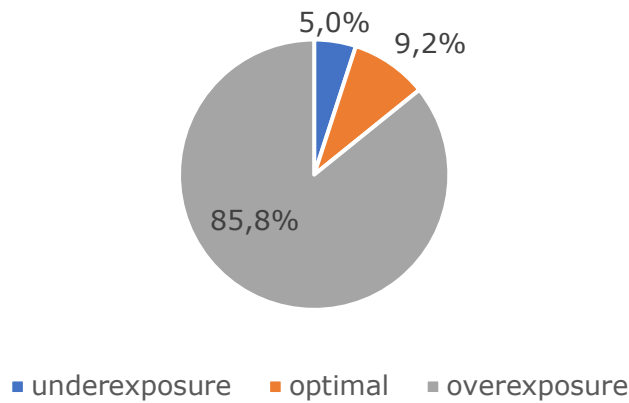
overexposure, maupun underexposure. Dari hasil survey selama bulan Oktober 2021 hingga Maret 2022 diperoleh data *Deviation Index* dan data penunjang dari 3933 pemeriksaan, yang terdiri dari 1195 pemeriksaan Thorax, 444 pemeriksaan Abdomen, 1319 pemeriksaan Extremitas Atas, dan 975 pemeriksaan Extremitas Bawah. Adapun proporsi nilai underexposure, optimal, dan overexposure dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persentase citra pada rentang optimal, underexposure, dan overexposure

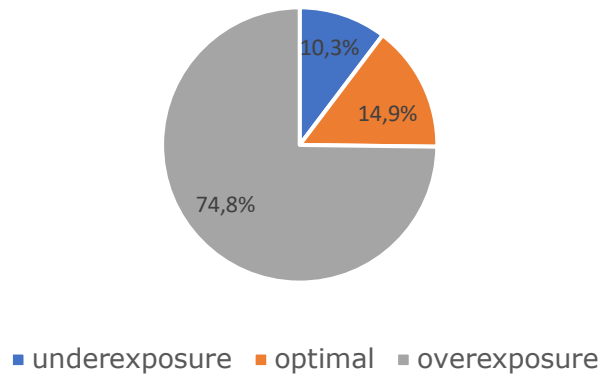
Pemeriksaan	n	DI Min	DI Max	Rata-rata DI	Under-exposure	Optimal	Over-exposure
Thorax	1195	-15,4	9,9	-8,4	97,2%	1,5%	1,3%
Abdomen	444	-5,5	11,6	4,09	5,0%	9,2%	85,8%
Ekstremitas Atas	1319	-12,3	14,1	1,9	10,3%	14,9%	74,8%
Ekstremitas Bawah	975	-11	9,1	3	6,3%	9,3%	84,4%
Total	3933						



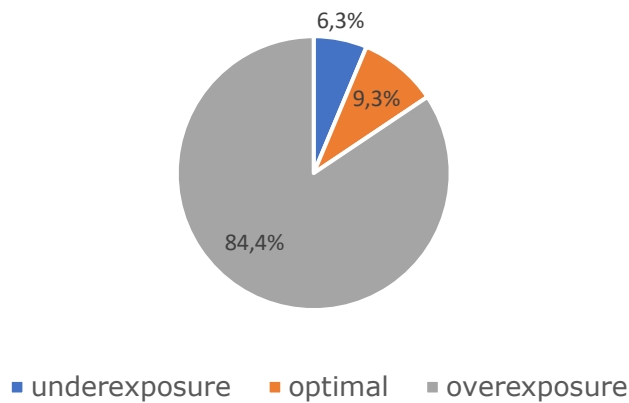
Gambar 1. Evaluasi Exposure pada Pemeriksaan Thorax



Gambar 2. Evaluasi Exposure pada Pemeriksaan Abdomen



Gambar 3. Evaluasi Exposure pada Pemeriksaan Ekstremitas Atas



Gambar 4. Evaluasi Exposure pada Pemeriksaan Ekstremitas Bawah

PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan nilai *Deviation Index* berada diluar batas rekomendasi, dimana terjadi proporsi over exposure dan under exposure yang relatif tinggi. Untuk kategori underexposure, proporsi underexposure

tertinggi terdapat pada pemeriksaan Thorax dengan persentase underexposure sebesar 97.2%.

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa dari hasil evaluasi *Deviation Index* pada pemeriksaan Thorax, hanya

1.5% dari seluruh pemeriksaan dianggap mempunyai nilai DI dengan kategori *exposi optimal*. Hal ini mendukung penelitian sebelumnya dimana terdapat kemungkinan bahwa standar target exposure atau settingan dari pabrik/vendor terlalu tinggi (Peters and Brennan, 2002; Mothiram *et al.*, 2013). Sehingga, meskipun radiograf masuk dalam kategori *underexposure*, khususnya pada pemeriksaan Thorax, namun pemeriksaan tidak diulang dan gambar tetap bisa dinilai oleh radiolog. Meski demikian, perlu adanya penelitian lanjutan terkait hal ini di rumah sakit tempat penelitian, karena studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa adanya perbedaan kualitas monitor antara operator console (yang dilihat oleh radiografer) dan monitor radiolog, sehingga gambaran *underexposure* yang mempunyai noise tinggi mungkin terlihat bagus di monitor radiografer, sehingga tidak dilakukan pengulangan. Perlu dikaji lebih lanjut apakah hal ini juga terjadi di RSUD Klungkung.

Hal di atas berbanding terbalik pada pemeriksaan selain Thorax, dimana ditemukan proporsi *overexposure* yang cukup tinggi pada pemeriksaan Abdomen (85.8%), Ekstremitas Bawah (84.4%), dan Ekstremitas Atas (74.8%). Persentase *overexposure* pada ketiga pemeriksaan diatas bahkan melebihi citra optimal. *Overexposure* berarti pasien menerima radiasi berlebih dari yang seharusnya. Hal ini tentu saja tidak dapat dibenarkan, mengingat paparan radiasi sinar-X menimbulkan potensi bahaya radiasi yang meliputi efek stokastik maupun deterministik.

Jika dilihat lebih detail pada tabel 2, rata-rata nilai *Deviation Index* untuk pemeriksaan Abdomen dan Ekstremitas Bawah bahkan mencapai 4.09 untuk Abdomen, dan 3.0 untuk ekstremitas bawah. Hal ini berarti *exposure* yang diterima oleh detector lebih dari 100% *exposure* yang ditargetkan (Moore *et al.*, 2012; Seeram, 2014). Dengan kata lain, hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata dosis radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan Abdomen dan Ekstremitas Bawah adalah 2x lipat lebih

banyak dari dosis yang seharusnya. Hal ini tentu saja tidak dapat ditoleransi dan menjadi catatan penting dalam penelitian ini.

Tidak dapat dipungkiri bahwa penggunaan *Computed Radiografi* dapat menimbulkan potensi "*dose creep*", sebagaimana yang disebutkan oleh penelitian sebelumnya (Gibson and Davidson, 2012), dimana dosis yang diberikan kepada pasien dapat meningkat secara bertahap seiring waktu karena *over exposure* akan tetap terlihat mempunyai kualitas gambar yang baik. Meski demikian, perlu ditegaskan bahwa tingginya insiden *overexposure* menjadi indikasi bahwa diperlukan upaya perbaikan mutu pelayanan (Mothiram *et al.*, 2013) melalui program QA/QC dengan cara mengevaluasi teknik pemeriksaan, faktor *eksposi*, serta alat yang digunakan untuk melakukan prosedur radiografi sehingga proporsi *overexposure* dapat ditekan. Dalam hal ini diperlukan penelitian lanjutan untuk menganalisis factor-faktor penyebab tingginya tingkat *overexposure* di rumah sakit lokasi penelitian, sehingga upaya perbaikan dapat dilaksanakan.

KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi nilai *Deviation Index* di salah satu rumah sakit di daerah Klungkung, Bali, dapat disimpulkan bahwa terdapat proporsi *under exposure* dan *over exposure* yang cukup tinggi pada pemeriksaan Thorax, Abdomen, Ekstremitas Atas, dan Ekstremitas Bawah. Perlu adanya upaya perbaikan mutu pelayanan melalui program QA/QC sehingga dihasilkan radiograf yang bernilai diagnostik dengan dosis radiasi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, M. (2012) 'Investigation into Factors Influencing Fuji S-Value Using an Extremity Phantom', *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 43(1), pp. 34-37. doi: 10.1016/j.jmir.2011.08.002.
- Gibson, D. J. and Davidson, R. A. (2012) 'Exposure Creep in

- Computed Radiography', *Academic Radiology*, 19(4), pp. 458-462. doi: 10.1016/j.acra.2011.12.003.
- Moore, Q. T. et al. (2012) 'Image gently: using exposure indicators to improve pediatric digital radiography', *Radiologic technology U6 - ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft_id=info:sid/summon.serialsolutions.com&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=article&rft.atitle=Image+gently%3A+using+exposure+indicators+to+improve+pediatri*, 84(1), p. 93. Available at: http://usyd.summon.serialsolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXMw3V1bS8MwGA06UHwRnfcL5L1UuiTdUsEH8YJTBI7m80iTVApbW7YW9N-bS29W_AO-JvQlp3z9vpPTcwDA6MJzOzXBY9QjEfe5CGnoM6q6EI4ihKgIGcZD3mG2K1eIZu0_AD9eaBmO_mNqbtycCsMGyM8s1WSgo--oOTMZ06rtjA2nIJ2sSuxwRPwRG7d_JuK2nX.
- Mothiram, U. et al. (2013) 'Retrospective evaluation of exposure index (EI) values from plain radiographs reveals important considerations for quality improvement', *Journal of Medical Radiation Sciences*, 60(4), pp. 115-122. doi: 10.1002/jmrs.25.
- Mothiram, U. et al. (2014a) 'Digital radiography exposure indices: A review', *Journal of Medical Radiation Sciences*, 61(2), pp. 112-118. doi: 10.1002/jmrs.49.
- Mothiram, U. et al. (2014b) 'Digital radiography exposure indices: A review', *Journal of Medical Radiation Sciences*, 61(2), pp. 112-118. doi: 10.1002/jmrs.49.
- Peters, S. E. and Brennan, P. C. (2002) 'Digital radiography: Are the manufacturers' settings too high? Optimisation of the Kodak digital radiography system with aid of the computed radiography dose index', *European Radiology*, 12(9), pp. 2381-2387. doi: 10.1007/s00330-001-1230-0.
- Rochmayanti, D., Darmi, D. and Jannah, M. (2018) 'Faktor Determinan Kolimasi, Ukuran Imaging Plate Dan Delay Time Processing Terhadap Exposure Index', *Jurnal Riset Kesehatan*, 6(2), p. 1. doi: 10.31983/jrk.v6i2.2910.
- Seeram, E. (2014) 'The New Exposure Indicator for Digital Radiography', *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 45(2), pp. 144-158. doi: 10.1016/j.jmir.2014.02.004.
- Seeram, E. and Brennan, P. C. (2017) *Radiation protection in diagnostic X-Ray imaging*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning. Available at: http://usyd.summon.serialsolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXMwV25CgIxEB10BbHxzGshP7ASc7Ibi2JjIxZ2krhZsNDev3cmRnBFu4RA7uRIxjIvAFIsePa1JxjEfaeNdaTwVApeaWW9LKRfWYmHYF1ntn_ZjTUH9DeDoRGcFP0x3EQj72NVBoLFYKLkwZmLRNFFvjRvjacYVzXxvYAO2y4k5GXQg4a_96G9jzfcA1geSCyAeo.
- Seibert, J. A. and Morin, R. L. (2011a) 'The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population', *Pediatric Radiology*, 41(5), pp. 573-581.
- Seibert, J. A. and Morin, R. L. (2011b) 'The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population', *Pediatric Radiology*, 41(5), pp. 573-581. doi: 10.1007/s00247-010-1954-6.
- Shepard, S. J. et al. (2009) 'An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116 (executive summary)', *Medical physics*, 36(7), pp. 2898-2914.