

Pengaruh Eksposi terhadap Kualitas Citra Radiografi Berdasarkan Ketebalan Objek pada Pemeriksaan Abdomen

Effect of Exposure on Radiographic Image Quality Based on Object Thickness on Abdominal Examination

Efrensiana Melti^{1*}, I Gde Antha Kasmawan¹, I Wayan Supardi¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: *rensिमelti@gmail.com; anthakas67@unud.ac.id; supardi@unud.ac.id

Abstrak – Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh eksposi terhadap kualitas citra radiografi berdasarkan ketebalan objek pada pemeriksaan abdomen. Ketebalan objek berdampak pada banyak dan sedikitnya jumlah penggunaan eksposi (paparan radiasi) yang digunakan yang akan mempengaruhi kualitas citra (gambar) yang dihasilkan. Adapun sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang diperoleh secara langsung dari 28 pasien melalui pengukuran tebal abdomen, tegangan tabung serta kuat arus dan waktu yang tercatat pada pesawat sinar-X. Penelitian ini menggunakan proyeksi antero posterior (AP) supine secara acak terhadap pasien yang menjalani pemeriksaan abdomen dari rentang umur 40-60 tahun. Rentang usia tersebut masing-masing dibuat dalam interval tiga tahun yaitu 40-42, 43-45, 46-48, 49-51, 52-54, 55-57, 58-60 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tebal ukuran abdomen maka penggunaan eksposi akan semakin meningkat. Kualitas citra akan menurun jika nilai indeks eksposi (IE) tidak optimum (nilai optimum IE sekitar 1000 sampai 2000). Pada penelitian ini, nilai IE tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 2189 dan nilai IE terendah sebesar 965, dan kedua nilai tersebut tidak optimum. Untuk nilai IE tertinggi (2189), citra yang diperoleh berwarna lebih hitam sedangkan untuk nilai IE terendah (965), citra yang diperoleh berwarna putih dan buram.

Kata kunci: Eksposi; kualitas citra; indeks eksposi; tebal abdomen.

Abstract – Research has been done on the effect of exposure on the quality of the radiographic image based on the thickness of the object on abdominal examination. The thickness of the object has an impact on the amount and at least the amount of exposure used, which will affect the quality of the resulting image. The data used in this study is quantitative data, namely numerical data that can be calculated. The source of data used in this study is primary data obtained directly from 28 patients through measurements of abdominal thickness, tube voltage and current and time recorded on X-ray radiographs. This study used an anteroposterior (AP) supine projection at random on abdominal examination patients from the age range of 40-60 years. The age ranges are made in three year intervals, namely 40-42, 43-45, 46-48, 49-51, 52-54, 55-57, 58-60 years. The results showed that the thicker the size of the abdomen, the use of exposure will increase. Image quality will decrease if the exposure index (IE) value is not optimum (the optimum IE value is around 1000 to 2000). In this study, the highest IE value obtained was 2189 and the lowest IE value was 965, and both values were not optimum. For the highest IE value (2189), the image obtained is darker in color while for the lowest IE value (965), the image obtained is white and blurry.

Key words: Exposure; image quality; exposure index; abdominal thickness.

1. Pendahuluan

Pemeriksaan radiografi sangat berperan penting dalam menentukan diagnosa dan memantau beberapa hasil perawatan yang dilakukan, seperti misalnya patah tulang, maupun kelainan pada toraks, dan abdomen. Dalam bidang radiodiagnostik, kuantitas dan kualitas radiograf sangat berpengaruh dalam penentuan ketepatan diagnosa suatu penyakit. Pemeriksaan radiografi dapat memberikan informasi semaksimal mungkin yang mudah ditentukan oleh ahli radiolog sehingga diperlukan kualitas citra radiografi yang baik [1].

Kualitas radiograf dipengaruhi oleh faktor tegangan tabung, kuat arus, waktu, *Focus Film Distance* (FFD), ketebalan obyek dan filtrasi. Menurut Carlton (2001), salah satu factor penting dari sinar-X adalah dapat menembus bahan, tetapi jika sinar-X tersebut mengenai suatu objek, hanya sebagian saja yang mampu menembus dan sebagian yang lain akan diserap. Sinar-X yang menembus itulah yang mampu membentuk gambar atau bayangan [2].

Namun bila objek yang sama tetapi ketebalannya berbeda-beda, kemungkinan ada pengaruhnya terhadap daya tembus sinar-X saat terjadi penyinaran radiasi sinar-X. Hal tersebut disebabkan karena manusia mempunyai susunan struktur tubuh yang kompleks tidak hanya memiliki perbedaan tingkat kepadatan saja tetapi juga memiliki perbedaan unsur pembentuk tubuh antar pasien dalam pemeriksaan kesehatan yang menggunakan sinar-X [3].

2. Landasan Teori

Sinar-X merupakan pancaran berkas elektron dari katoda menuju anoda yang mempunyai panjang gelombang 0,01-10 nm, sehingga sinar-X mempunyai daya tembus yang sangat besar [4, 5]. Sinar-X dapat menembus dan diserap oleh suatu bahan yang dilaluinya, menimbulkan radiasi hambur dan efek ionisasi, serta menghitamkan plat potret (film) [2, 6].

Radiografi merupakan penggunaan sinar pengion (sinar-X) untuk membentuk bayangan benda yang dikaji pada film. Kualitas radiografi adalah kemampuan suatu radiografi dalam memperlihatkan kontras yang merupakan perbedaan kehitaman dari suatu radiografi yang biasanya dimulai dari yang terhitam sampai yang terputih pada gambar film. Kualitas radiografi adalah kemampuan radiograf dalam memberikan informasi yang jelas mengenai suatu objek atau organ yang akan diperiksa [7].

Kualitas radiograf ditentukan oleh beberapa komponen antara lain densitas, kontras, ketajaman dan detail. Selain itu salah satu tolak ukur bagusnya suatu citra berdasarkan parameter nilai indeks ekposi (IE) pada keluaran citra *abdomen*. Indeks ekposi adalah ukuran jumlah paparan radiasi dan merupakan parameter kualitas citra. Indeks ekposi memiliki nilai optimum sekitar 1000 sampai 2000 atau yang biasa disebut *normal expose*, sedangkan IE di bawah 1000 disebut *under expose* dan di atas 2000 disebut *over expose* [8, 9].

Kuantitas radiografi adalah pengukuran jumlah foton sinar-X dalam berkas utama atau disebut output sinar-X atau ekposi (paparan radiasi). Ekposi didefinisikan sebagai jumlah energi yang mengalir persatuan waktu melalui satuan luas yang dipancarkan oleh tabung sinar-X. Untuk itu perlu dilakukan pengaturan faktor ekposi yang ditentukan oleh intensitas/paparan radiasi yaitu tegangan dan kuat arus perjarak fokus ke film menggunakan persamaan berikut:

$$E = c \frac{V^2 i t}{FFD^2} \quad (1)$$

Dengan E adalah ekposi (mR), c adalah konstanta kesebandingan, V adalah tegangan tabung (kV), i adalah arus tabung (mA), t adalah lama waktu penyinaran (s) dan FFD (*Focus Film Distance*) adalah jarak (cm) dari sumber sinar-X ke film (100 cm) [10].

Faktor ekposi adalah faktor yang mengontrol karakteristik foton sinar-X dalam segi jumlah (kuantitas) dan kualitas dalam pembuatan radiograf. Faktor ekposi disebabkan oleh tegangan tabung, arus tabung, pengaruh jarak, serta pengaruh ketebalan objek [11, 12].

Abdomen adalah rongga terbesar dalam tubuh. Bentuknya lonjong dan meluas dari atas diafragma sampai pelvis ke bawah. Rongga abdomen dibagi menjadi dua bagian yaitu rongga sebelah atas dan rongga sebelah bawah. Isi dari rongga abdomen sebagian besar adalah saluran pencernaan, terdiri dari lambung, usus halus dan usus besar, hati, pankreas, ginjal, limfa dan kantong empedu [13].

Posisi pasien pada pemeriksaan foto abdomen bergantung pada proyeksi yang diinginkan sesuai indikasi. Berbagai proyeksi foto abdomen adalah *anteroposterior*, *posteroanterior*, *lateral decubitus*, *lateral PA*, dan *dorsal decubitus* [14].

3. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian berupa data kuantitatif dan sumber data dalam penelitian ini yakni data primer yang diperoleh secara langsung dari 28 pasien pemeriksaan abdomen dan pengukuran yang tercatat pada pesawat sinar-X radiografi. Langkah-langkah yang dilakukan di dalam penelitian ini yaitu pertama-tama usia pasien diidentifikasi dan dilakukan pengukuran terhadap berat badan dan tebal abdomen sebelum diekpos menggunakan pesawat sinar-X merk Siemens dengan variasi tegangan dari 50-90 kV serta arus dan waktu dari 5-28 mAs. Selanjutnya pasien diposisikan berdiri/tidur terlentang

pada tempat yang telah disediakan. Pasien yang dieksposi tegak (berdiri) dengan bidang tengah abdomen tubuh berada tepat dipertengahan kaset film dan tangan lurus disamping badan, sedangkan pasien yang dieksposi terlentang (tidur) dengan tangan lurus disamping badan serta tubuh pasien tepat berada pada pertengahan kaset film. Jarak FFD diatur sebesar 100 cm dan lampu kolimator sesuai dengan lebar tubuh pasien dan setelah itu dilakukan pengeksposan pada objek abdomen. Penelitian ini menggunakan proyeksi AP *supine* secara acak darirentang umur 40-60 tahun. Rentang usia tersebut masing-masing dibuat dalam interval tiga tahun yaitu 40-42, 43-45, 46-48, 49-51, 52-54, 55-57, dan 58-60 tahun.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbandingan penggunaan eksposi yang mempengaruhi kualitas citra radiografi AP *supine* abdomen berdasarkan ketebalan objek pada interval umur tertentu. Hasil Eksposi dihitung dari data pengukuran tegangan tabung, arus dan waktu tabung, dan tebal abdomen menggunakan Persamaan (1). Selanjutnya, hasil tersebut diplot ke grafik menggunakan microsoft excel untuk melihat perbandingan penggunaan eksposi pada rentang usia tertentu dengan ketebalan objek abdomen berbeda. Kualitas citra dapat dilihat secara visual berdasarkan parameter indeks ekspose (IE) yang tercatat pada keluaran citra abdomen. Nilai IE < 1000 tergolong *under expose* dengan citra yang terlihat putih dan buram. IE dengan batas ambang 1000 sampai 2000 tergolong *normal expose* citra yang dihasilkan terlihat normal. IE > 2000 tergolong *over expose* dengan citra yang terlihat hitam.

4. Hasil Dan Pembahasan

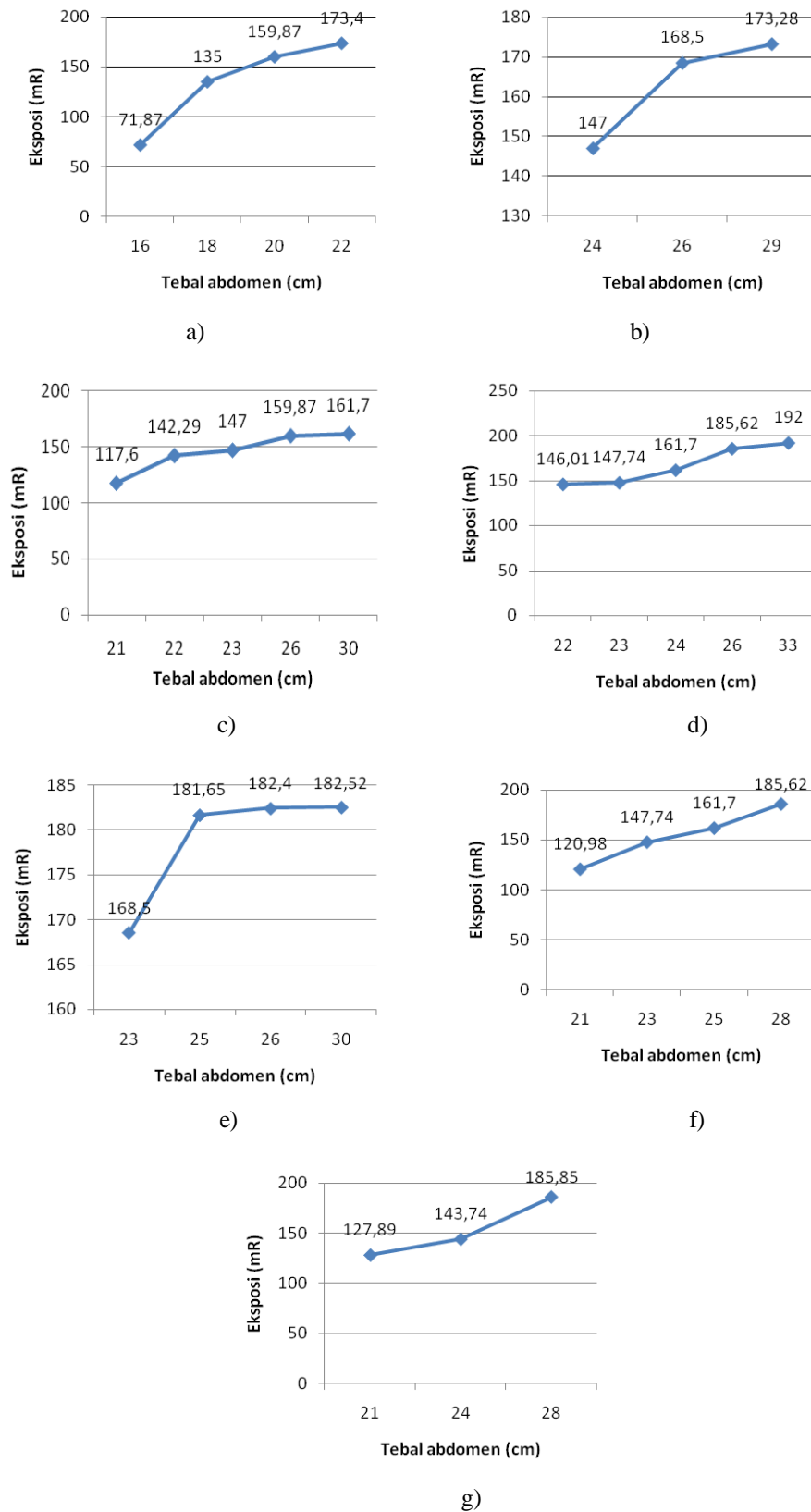
Data penelitian hasil pemeriksaan proyeksi AP *supine* abdomen diambil secara acak baik jenis kemamin perempuan maupun laki-laki pada suatu interval umur tertentu yaitu usia 40-60 tahun dengan mengukur tebal abdomen, tegangan kV, serta arus dan waktu yang digunakan. Hasil perhitungan eksposi selengkapya untuk seluruh pasien pada pemeriksaan abdomen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan eksposi pada rontgen AP *supine* abdomen.

No.	Usia (th)	Tebal Abdomen (cm)	Tegangan (kV)	Muatan Arus (mAs)	Indeks Eksposi (IE)	Eksposi (mR)
1	42	16	66	11	965	71,87
2	40	18	75	16	1556	135,00
3	41	20	73	20	1437	159,87
4	47	21	70	16	1190	117,60
5	54	21	71	16	1179	120,98
6	58	21	73	16	1171	127,89
7	40	22	85	16	2189	173,40
8	48	22	77	16	1284	142,29
9	50	22	78	16	1485	146,01
10	47	23	70	20	1426	147,00
11	49	23	72	19	1400	147,74
12	54	23	72	19	1419	147,74
13	56	23	79	18	1542	168,50
14	44	24	70	20	1392	147,00
15	50	24	70	22	1544	161,70
16	58	24	66	22	1234	143,74
17	52	25	70	22	1554	161,70
18	55	25	87	16	1703	181,65
19	44	26	79	18	1585	168,50
20	48	26	73	20	1499	159,87
21	50	26	75	22	1573	185,62
22	57	26	80	19	1652	182,40
23	52	28	75	22	1501	185,62
24	59	28	88	16	1754	185,85
25	45	29	76	20	1703	173,28
26	47	30	70	22	1532	161,70
27	57	30	78	20	1730	182,52
28	49	33	80	20	1792	192,00

Hasil tersebut diplot ke grafik untuk mengetahui hubungan eksposi dengan ketebalan objek pada interval umur tertentu yaitu dari usia 40-60 tahun dengan kualitas eksposi di sumbu y, sebagai fungsi

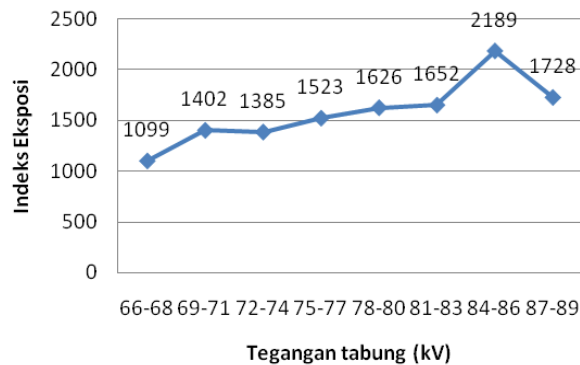
tebal abdomen di sumbu x tanpa melihat jenis kelamin masing-masing dengan ketebalan tubuh yang berbeda untuk melihat perbandingan penggunaan ekposi seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik ekposi terhadap tebal abdomen pada: (a) interval umur 40-42 tahun, (b) interval umur 43-45 tahun, (c) interval umur 46-48 tahun, (d) interval umur 49-51 tahun, (e) interval umur 52-54 tahun, (f) interval umur 55-57, dan interval umur 58-60 tahun.

Berdasarkan keseluruhan grafik (Gambar 1) terhadap tebal abdomen menunjukkan bahwa penggunaan eksposi tergantung pada ketebalan objek (abdomen). Jika semakin tebal ukuran abdomen maka penggunaan eksposi akan lebih besar. Sebab jika eksposinya kecil tentu semakin sedikit radiasi yang diteruskan atau bahkan habis diserap oleh abdomen sehingga citra yang dihasilkan kurang bagus. Atau sebaliknya semakin tipis ukuran abdomen maka penggunaan eksposi akan lebih kecil, sebab kalau eksposinya besar, tentu akan lebih banyak radiasi yang menembus abdomen sehingga kualitas citra yang dihasilkan kurang bagus.

Selanjutnya dibuatkan grafik untuk mengetahui hubungan antara indeks eksposi (IE) dengan faktor eksposi berupa tegangan tabung (kV) yang menentukan kualitas citra terhadap pasien pemeriksaan abdomen pada rentang umur 40-60 tahun seperti yang terlihat pada Gambar 2.

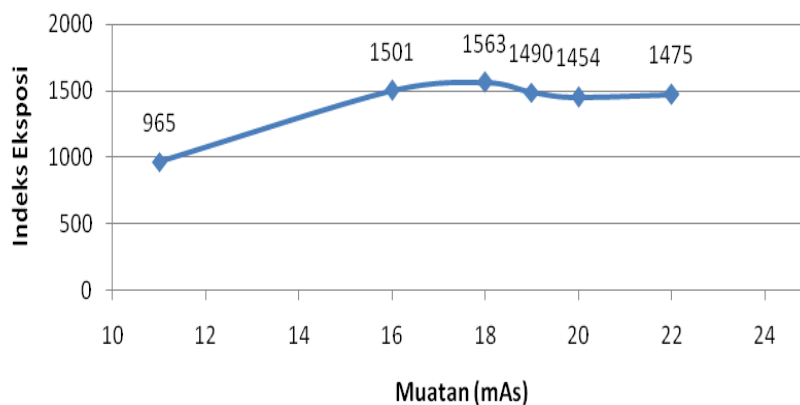


Gambar 2. Grafik indeks eksposi terhadap tegangan tabung (kV).

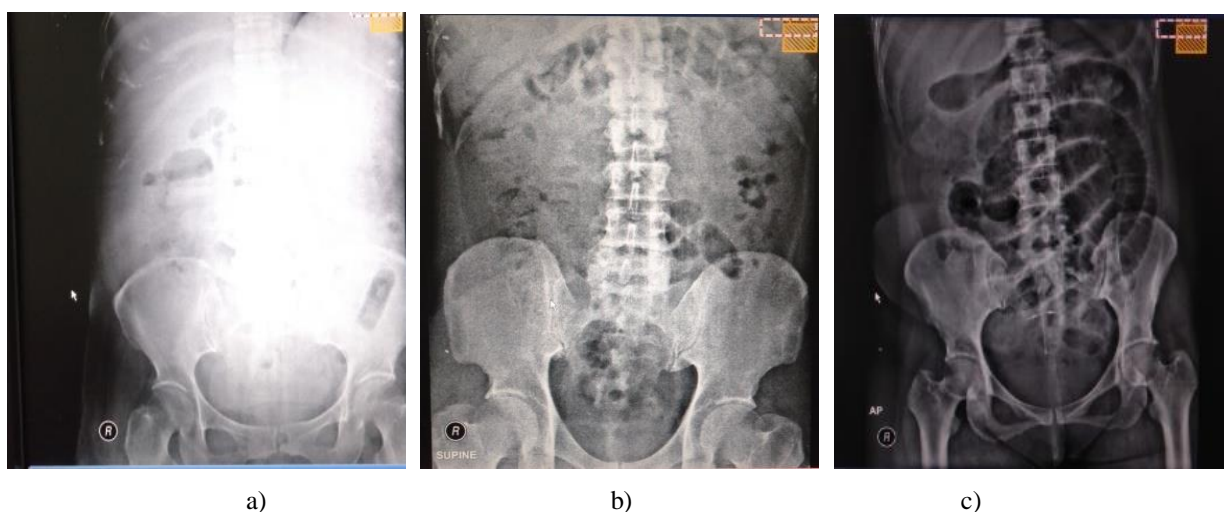
Berdasarkan Gambar 2, pada rentang tegangan tabung 66-68 kV mendapatkan IE sebesar 1099. Pada rentangan 69-71 kV mendapatkan IE sebesar 1402. Pada rentangan 72-74 kV mendapatkan IE sebesar 1385. Pada rentangan 75-77 kV diperoleh IE sebesar 1523. Pada rentangan 78-80 kV mendapatkan IE sebesar 1626. Pada rentang tegangan 81-83 kV diperoleh IE sebesar 1652. Pada rentang 84-86 kV diperoleh IE sebesar 2189. Pada rentangan 87-89 kV diperoleh IE sebesar 1728. Berdasarkan Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa pada rentang tegangan 66-68 kV sampai 84-86 kV, jika tegangan tabung semakin tinggi maka IE yang dihasilkan akan semakin besar, namun pada rentang tegangan 87-89 kV, IE yang didapatkan menunjukkan penurunan. Hal tersebut disebabkan karena variasi ketebalan objek (*abdomen*) yang digunakan sehingga adanya peralihan naik-turunnya nilai IE. Pada rentang tegangan 87-86 nilai IE menurun karena kondisi fisik pasien yang kegemukan sehingga semakin tebal tubuh pasien maka kemampuan untuk melemahkan berkas sinar-X (atenuasi) akan semakin besar. Dengan demikian kualitas gambar yang dihasilkan lebih rendah sebab nilai IE kecil. Banyak atau sedikitnya penggunaan kV dapat menentukan nilai IE sebagai parameter kualitas citra radiografi. Nilai IE yang kurang optimum akan menurunkan kualitas citra, dapat dilihat dengan adanya *under expose* ataupun *over expose* yang tampak pada keluaran citra abdomen. Selanjutnya grafik hubungan IE dengan faktor eksposi berupa arus dan waktu (mAs) yang diberikan kepada pasien pemeriksaan abdomen pada rentang umur 40-60 tahun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, pada arus dan waktu 11 mAs mendapatkan IE sebesar 965. Pada arus dan waktu 16 mAs mendapatkan IE sebesar 1501. Pada arus dan waktu 18 mAs diperoleh IE sebesar 1563. Pada arus dan waktu 19 mAs diperoleh IE sebesar 1490. Pada arus dan waktu 20 mAs diperoleh IE sebesar 1475. Berdasarkan Gambar 3, dapat dijelaskan bahwa pada rentang tertentu semakin tinggi arus dan waktu maka IE juga semakin tinggi (dari 11 mAs sampai 22 mAs) menunjukkan kenaikan nilai IE tetapi setelah itu arus dan waktu (dari 19 mAs sampai 22 mAs) IE mengalami penurunan.

Pengaruh eksposi terhadap kualitas citra radiografi dapat ditentukan dengan melihat parameter jumlah nilai IE yang tercatat pada keluaran citra *abdomen* setelah diradiasikan. Pada penelitian yang telah dilakukan citra hasil pemeriksaan abdomen khususnya *antero posterior (AP) supine* dengan posisi telentang pada FFD 100 cm dari rentang umur 40-60 tahun seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik indeks eksposi terhadap muatan (mAs).



Gambar 4. Hasil citra radiografi abdomen *antero posterior (AP) supine* a) hasil citra abdomen *under expose*, b) hasil citra abdomen *normal expose*, dan c) hasil citra abdomen *over expose*.

Pada Gambar 4, diperlihatkan visualisasi hasil citra AP *supine* yang menjadi tolak ukur bagus atau tidaknya hasil citra yang diperoleh dalam mengambil gambar radiografi. Pada Gambar 4a terlihat hasil citra yang *under expose* memiliki tebal abdomen 16 cm dan umur 42 tahun menggunakan eksposi sebesar 71,87 mR diperoleh nilai IE sebesar 965 dengan hasil citra terlalu putih dan buram. Dapat diketahui nilai IE-nya <1000 maka tergolong dalam *under expose*. Pada Gambar 4b terlihat hasil citra yang *normal expose* memiliki tebal abdomen 18 cm dan umur 40 tahun menggunakan eksposi sebesar 135 mR diperoleh nilai IE sebesar 1556 dimana hasil gambar tidak terlalu putih ataupun hitam. Pada Gambar 4c terlihat hasil citra yang *over expose* memiliki tebal abdomen 22 cm dan umur 40 tahun menggunakan eksposi sebesar 173,40 mR diperoleh nilai IE sebesar 2189 dimana gambar abdomen-nya terlihat lebih hitam. Selain ketiga pasien (total pasien abdomen 28 orang) pada rentang umur 40-60 tahun memperoleh nilai IE optimum dengan batas ambang 1000 sampai 2000 dengan kata lain tergolong dalam *normal expose*. Berdasarkan keseluruhan grafik gambar eksposi terhadap tebal abdomen menunjukkan bahwa penggunaan eksposi tergantung pada ketebalan objek (*abdomen*). Jika semakin tebal ukuran abdomen maka penggunaan eksposi akan lebih besar, supaya dapat menghasilkan citra radiografi. Sebab jika eksposinya kecil tentu semakin sedikit radiasi yang diteruskan atau bahkan habis diserap oleh abdomen, sehingga citra yang dihasilkan kurang bagus. Atau sebaliknya semakin tipis ukuran abdomen maka penggunaan eksposi akan lebih kecil, sebab kalau eksposinya besar, tentu akan lebih banyak radiasi yang menembus abdomen sehingga kualitas citra yang dihasilkan kurang bagus. Dengan demikian penggunaan eksposi disesuaikan dengan kondisi pasien untuk memperoleh hasil citra (gambar) yang bagus. Penggunaan eksposi yang terlalu tinggi diatas batas ambang nilai IE 2000 ataupun penggunaan eksposi yang terlalu rendah dibawah nilai IE 1000 akan menurunkan kualitas citra radiografi yang dihasilkan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tebal ukuran abdomen pada suatu interval umur, maka penggunaan eksposi akan semakin meningkat. Kualitas citra akan menurun jika nilai IE tidak optimum (nilai optimum IE sekitar 1000 sampai 2000). Pada penelitian ini nilai IE paling tinggi yaitu 2189 sehingga citra (gambar) yang dihasilkan berwarna lebih hitam, hal tersebut karena nilai IE tidak optimum (lebih besar dari 2000). Sedangkan nilai IE paling rendah adalah 965 sehingga citra yang diperoleh berwarna lebih putih dan buram, hal tersebut karena nilai IE juga tidak optimum (lebih kecil dari 1000).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh staff di Instalasi radiologi RSUD Wangaya Denpasar yang telah memberikan izin dan bantuan berupa fasilitas dalam penelitian ini, serta staff dosen Program Studi FISIKA FMIPA UNUD yang telah memberikan dukungan dan membantu proses terselesainya tugas akhir penelitian ini dengan baik.

Pustaka

- [1] Nurhidayah, E. Sparzinanda, and Nehru, Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Kualitas Citra Radiografi, *Jurnal Online of Physics*, vol. 3, no. 1, 2017, pp. 14-22.
- [2] S. Yulianti, Penentuan Faktor Eksposi Mesin Radiografi Konvensional di Laboratorium Fisika Medis Unnes, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, 2014.
- [3] P. D. Lestari, Kondisi Faktor Ekspose (kV, mAs) pada Radiografi setelah dilakukan Adjustment Kalibrasi Pesawat Mobile, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara, 2017.
- [4] K. D. Lestari, Studi Penentuan Kualitas Berkas Radiasi Pesawat Sinar-X Mammografi di RSUD Kota Makasar, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Alaunuddin Makasar, 2017.
- [5] F. Astuti, Variasi Pemilihan Faktor Ekspose 3 Terhadap Kontras pada Teknik Radiografi Jaringan Lunak, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makasar, 2012.
- [6] J. F. Gabriel, *Fisika Kedokteran*, 1996, Jakarta: buku Kedokteran EGC edisi VII.
- [7] P. Hartoyo and K. N. Abriana, Analisis Pengaruh Faktor Eksposi dan Delay Time Terhadap Exposure Index Menggunakan Perangkat Computed Radiography (CR), Laporan Penelitian, Program Studi Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional Jakarta, 2021.
- [8] K. Karo and Fadli, Pengaruh Grid dan Penyudutan pada OS Sinus Paranasal terhadap Densitas dan Citra Radiografi, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara Medan, 2018.
- [9] G. N. Sutapa and N. L. Putu Trisnawati, Survival Sel Darah Putih Mencit (Mus Musculus L) dengan Perlakuan Dosis Adaptasi Radiasi Gamma Co-60, Laporan Akhir Tahun, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana, 2020.
- [10] S. D. A. Febriani, Optimasi Dosis Serap Kontras Radiografi dengan Permodelan Phantom Akrilik, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, 2013.
- [11] P. A. Manihuruk, Analisis Faktor Ekspose Pada Teknik Radiografi Soft Tissue untuk Mendapatkan Nilai Kontras. Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengehauan Alam Universitas Sumatra Utara Medan, 2018.
- [12] Y. R. Siburian, Optimasi Kualitas Citra dan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Lumbosacral Menggunakan Computed Radiography, Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara, 2018.

- [13] P.C. Evelyn, 1999, *Anatomi dan Fisiologis untuk Paramedis*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [14] Risaharti, S. Saurmawati and M. R. Erdiya, *Gambaran Nilai Densitas Radiografi dengan Klinis Ileus Obstruksi dan Perforasi pada Pemeriksaan Abdomen 3 Posisi di Instalasi Radiologi RSUD dr. Zaionel Abidin Banda Aceh Tahun 2019*, *Jurnal Aceh Medika*, vol. 4, no. 2, 2020, pp. 80-89.