

PENGARUH RASIO GRID TERHADAP KUALITAS RADIOGRAF FANTOM KEPALA

Setyo Priyono, Choirul Anam, dan Wahyu Setia Budi

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: anam@fisika.fsm.undip.ac.id

Received: 13 September 2019; revised: 5 Desember 2019; accepted: 6 Januari 2020

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the grid ratio on the quality of the radiographic examination of a head phantom. The study was conducted by using grid ratios of 5:1, 6:1, and 8:1, the head phantom. The focus-film distance (FFD) was 100 cm. In the antero-posterior projection used voltages of 70, 75, and 80 kVp with a current-time of 25 mAs, while in the lateral projection using voltages of 65, 70 and 75 kVp with a current-time of 20 mAs. The densities of radiographs were measured using a densitometer. Measurement was repeated in 10 locations. The contrast of radiograph was calculated as the difference between adjacent density values. The results showed that the higher level of the grid ratio would lower the density of radiograph, however it does not always give effect to the increase or decrease the contrast of radiographs. It was found that the optimal quality radiographs in antero-posterior projection at a grid ratio of 6:1 for tube voltage of 75 kVp with a current-time of 25 mAs, and in the lateral projections at a grid ratio of 5:1 grid for tube voltage of 75 kVp with a current-time of 20 mAs.

Keywords: *grid ratio, the quality of radiographs, head phantom*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio grid terhadap kualitas radiografi pada pemeriksaan fantom kepala. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rasio grid 5:1, 6:1, dan 8:1, dan obyek fantom kepala. Focus-film distance (FFD) diset sebesar 100 cm. Pada proyeksi antero-posterior menggunakan tegangan 70, 75, dan 80 kVp dengan arus-waktu 25 mAs, sedangkan pada proyeksi lateral menggunakan tegangan 65, 70, dan 75 kVp dengan arus-waktu 20 mAs. Selanjutnya densitas radiograf diukur menggunakan densitometer. Pengukuran densitas dilakukan di 10 posisi. Sedangkan kontras dihitung sebagai selisih densitas yang nilainya berdekatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat rasio grid maka nilai densitas mengalami penurunan, akan tetapi kenaikan tingkat rasio grid tidak selalu memberikan pengaruh terhadap naik atau turunnya kontras radiograf. Kualitas radiograf optimal pada proyeksi antero-posterior diperoleh pada rasio grid 6:1 dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 25 mAs, dan pada proyeksi lateral terdapat pada rasio grid 5:1 dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 20 mAs.

Kata Kunci: *rasio grid, kualitas radiograf, fantom kepala*

PENDAHULUAN

Dewasa ini, penerapan sinar-X telah banyak memberikan kontribusi di bidang

kesehatan sebagai penunjang dalam upaya menegakkan diagnosis suatu penyakit. Radiasi sinar-X tersebut mempunyai

beberapa sifat yang dapat dimanfaatkan dalam bidang *imaging diagnostic* [1-2], diantaranya dapat menembus bahan yang dilaluinya dan merambat lurus serta dapat menghitamkan emulsi film [3]. Dua sifat tersebut menjadi dasar pembentukan citra radiograf, sehingga detil anatomis tubuh yang dilalui sinar-X dapat dilihat pada citra radiograf yang terbentuk [4].

Untuk meningkatkan kualitas citra radiograf yang terbentuk, dibuat beberapa alat bantu pemeriksaan untuk keperluan tersebut. Salah satu alat bantu tersebut adalah *grid*. Fungsi utama *grid* adalah untuk mencegah radiasi hambur mencapai film dan sedapat mungkin meneruskan radiasi primer sebanyak-banyaknya yang akan mengenai film atau detektor pembentuk citra lainnya. Dengan berkurangnya radiasi hambur, maka citra radiograf yang terbentuk semakin tajam (resolusi spasialnya meningkat) dan kontras antar obyek diharapkan semakin meningkat. Akan tetapi penggunaan *grid* juga menimbulkan dampak negatif, yaitu berkurangnya jumlah foton sinar-X yang sampai pada film atau detektor, dan hal itu menyebabkan peningkatan *noise* yang terbentuk pada citra radiograf. Untuk mengkompensasi penurunan jumlah foton sinar-X yang sampai pada film atau detektor, biasanya dilakukan peningkatan faktor eksposi (arus tabung) sehingga berakibat pada peningkatan dosis radiasi yang diterima pasien. Semakin tinggi rasio *grid* memerlukan faktor eksposi yang semakin tinggi.

Grid pertama kali diperkenalkan pada tahun 1913 oleh Dr. Gustav Bucky, seorang ahli radiologi berkebangsaan Jerman [5]. *Grid* terdiri dari lempengan garis-garis logam bernomor atom tinggi (biasanya timbal) yang diposisikan sejajar, dan logam satu dengan yang lain dipisahkan oleh bahan penyekat atau *interspace material* yang dapat ditembus sinar-X [6].

Rasio *grid* ditentukan sebagai rasio antara ketebalan lempeng timbal (h)

dengan jarak antar lempeng timbal tersebut (d) (Gambar 1) [7].

$$r = \frac{h}{d}$$



Gambar 1. Ilustrasi *grid* dengan ketebalan lempeng timbal h dan jarak antara timbal d . Rasio *grid* dihitung sebagai perbandingan antara h dan d .

Grid dengan rasio tinggi akan lebih banyak menyerap radiasi hambur dibandingkan dengan *grid* berasio rendah. Dengan peningkatan penyerapan sinar-X hambur maka memerlukan faktor eksposi yang lebih tinggi [7].

Menurut konstruksi lempengan penyusunnya, *grid* terdiri dari: *Grid* paralel, *grid* silang, *grid* fokus semu (*pseudofocus grid*), dan *grid* fokus. Sedangkan dilihat dari aspek pergerakannya, *grid* dibagi menjadi dua yaitu: *Grid* diam dan *grid* bergerak.

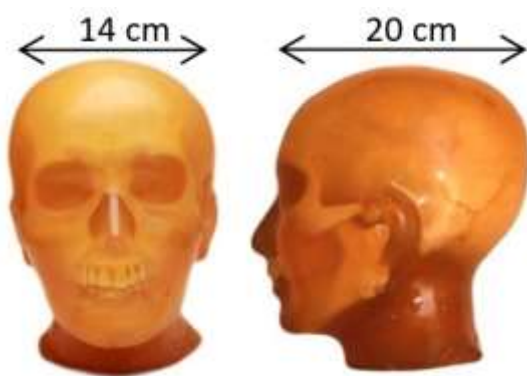
Diantara bagian tubuh yang relatif tebal dan menyebabkan banyak hamburan sinar-X pada pemeriksaan radiologi adalah kepala [8], karena itu dalam pemeriksaan kepala diperlukan *grid* untuk mengurangi radiasi hambur tersebut. Pemeriksaan kepala merupakan salah satu pemeriksaan yang sering dilakukan terutama pada kasus cedera kepala.

Berdasarkan standar pemeriksaan kepala, rata-rata pengaturan tegangan untuk pemeriksaan kepala orang dewasa pada proyeksi *antero-posterior* (AP) berada pada rentang 70-80 kVp dengan arus-waktu padarentang 20-25 mAs, dan pada proyeksi *lateral* (LAT) menggunakan tegangan 65-75 kVp dengan arus-waktu 20-25 mAs.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi pengaruh rasio *grid* terhadap kualitas radiograf pada pemeriksaan kepala. Dalam penelitian ini digunakan fantom kepala untuk menggantikan kepala pasien yang sebenarnya dan tetap menggunakan prosedur pemeriksaan kepala sesuai standar yang ada. *Grid* yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah *grid* paralel dengan rasio 5:1, 6:1, dan 8:1. Ketiga jenis rasio *grid* ini dievaluasi karena sebagian besar rumah sakit dan klinik di Indonesia menggunakan *grid* tersebut sebagai alat bantu peningkatan citra radiograf.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah fantom kepala yang terbuat dari tulang tengkorak asli yang dilapisi bahan karet yang setara dengan otot atau jaringan lunak manusia. Fantom ini mempunyai ketebalan 20 cm untuk proyeksi *antero-posterior* dan 14 cm untuk proyeksi *lateral* (Gambar 2).

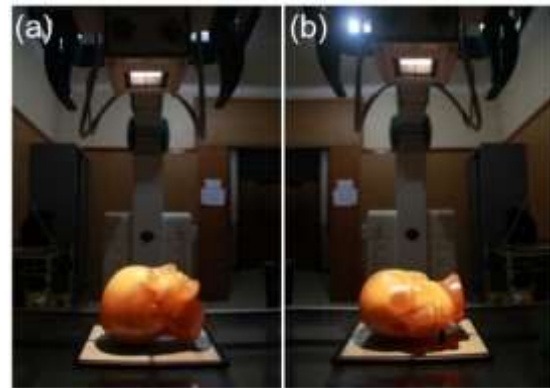


Gambar 2. Fantom kepala tampak dari posisi depan dan samping.

Peralatan yang digunakan antara lain pesawat sinar-X, film, dan kaset ukuran 24 x 30 cm, *grid* paralel dengan rasio *grid* 5:1, 6:1, dan 8:1, *automatic processing film*, densitometer, *marker*, *viewing box* dan meteran.

Posisi pemeriksaan fantom kepala ditunjukkan pada Gambar 3. Tampak bahwa pada posisi tabung sinar-X berada

di atas, sementara *grid* dan film berada di bawah fantom kepala. Pada Gambar 3(a), fantom menghadap ke atas atau berada pada posisi pencitraan *antero-posterior*, dan pada Gambar 3(b), fantom menghadap ke samping atau berada pada posisi pencitraan *lateral*.



Gambar 3. Foto pemeriksaan fantom kepala. (a) Proyeksi *antero-posterior*. (b) Proyeksi *lateral*.

Nilai tegangan tabung dan arus-waktu untuk masing-masing rasio *grid* dan posisi fantom ditunjukkan pada Tabel 1. Hal ini mengacu pada penggunaan klinis di kebanyakan rumah sakit di Indonesia.

Setelah dilakukan scan, film dicuci secara otomatis menggunakan *automatic processing film* dan diperoleh citra radiograf. Lalu dilakukan analisis terhadap citra radiograf tersebut.

Nilai densitas radiograf untuk setiap citra radiograf diukur menggunakan densitometer di 10 (sepuluh) area (D1-D10). D1 merupakan nilai densitas radiograf pada daerah tulang paling padat dan D10 menggambarkan nilai densitas pada udara di luar fantom kepala. Beberapa area yang dihitung nilai densitasnya adalah daerah yang langsung mengenai film tanpa melalui obyek (udara di luar pasien), *soft tissue*, tepian tulang, tulang tengkorak, gigi, dan rongga-rongga tengkorak. Setiap pengukuran dilakukan

sebanyak lima kali, kemudian nilai densitas dirata-rata untuk setiap area.

Selanjutnya dilakukan perhitungan kontras radiograf dari hasil data densitas yang sudah diperoleh. Perhitungan kontras radiograf ditentukan sebagai selisih antara densitas masing-masing area yang berdekatan nilainya, D2-D1, D3-D2, D4-D3, dan seterusnya.

Tabel 1. Nilai tegangan tabung dan arus-waktu untuk masing-masing rasio grid dan posisi fantom.

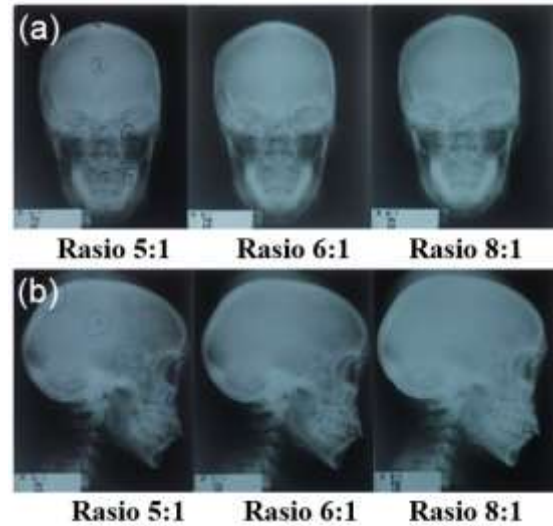
Posisi fantom	Rasio grid	Tegangan (kVp)	Arus-waktu (mAs)
<i>Antero-posterior</i>	5:1	70	25
		75	25
		80	25
	6:1	70	25
		75	25
		80	25
	8:1	70	25
		75	25
		80	25
<i>Lateral</i>	5:1	65	20
		70	20
		75	20
	6:1	65	20
		70	20
		75	20
	8:1	65	20
		70	20
		75	20

HASIL

Contoh hasil citra radiograf fantom kepala pada proyeksi *antero-posterior* dan *lateral* untuk variasi rasio grid ditunjukkan oleh Gambar 4. Gambar tersebut diperoleh dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 25 mAs untuk proyeksi *antero-posterior*, dan dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 20 mAs untuk proyeksi *lateral*.

Pada Gambar 4, citra radiograf yang terang (tulang) menunjukkan nilai densitas rendah. Hal ini karena sinar-X melewati

tulang dengan kerapatan tinggi sehingga sinar-X lebih banyak mengalami atenuasi dan hanya sedikit yang sampai pada film. Sementara nilai densitas tinggi menunjukkan citra radiograf yang lebih gelap. Hal ini karena sinar-X melewati bagian dengan kerapatan rendah misalnya udara atau jaringan lunak sehingga sebagian besar sinar-X dapat diteruskan pada film dan menghitamkan film tersebut.



Gambar 4. Contoh hasil citra radiograf fantom kepala untuk variasi rasio grid 5:1, 6:1, dan 8:1. (a) Proyeksi *antero-posterior*. (b) Proyeksi *lateral*.

Dari Gambar 4 tampak bahwa nilai rasio grid semakin besar, citra radiograf cenderung semakin berwarna putih. Hal ini karena semakin banyak sinar-X yang diblok oleh grid sehingga semakin sedikit jumlah sinar-X yang sampai pada film.

Nilai densitas dan kontras radiograf fantom kepala pada proyeksi *antero-posterior* dan *lateral* untuk variasi rasio grid ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dari Tabel 2 dan 3 tampak jelas bahwa densitas radiograf menurun dengan kenaikan rasio grid dari 5:1 hingga 8:1, sebagaimana telah diprediksi. Memang ada beberapa nilai densitas yang lebih tinggi pada rasio grid yang lebih besar, seperti pada Tabel 3 bahwa pada rasio 5:1, nilai D10 adalah 2,73, sementara pada rasio 6:1,

nilai D10 adalah 2,78. Hal ini disebabkan oleh *error* pengukuran dan fluktuasi nilai

Tabel 2. Nilai densitas dan kontras radiograf pada proyeksi *antero-posterior* dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 25 mAs untuk variasi rasio *grid* 5:1, 6:1, dan 8:1.

Posisi pengukuran	Rasio 5:1		Rasio 6:1		Rasio 8:1	
	Densitas (D)	Kontras (Dn-Dn-1)	Densitas (D)	Kontras (Dn-Dn-1)	Densitas (D)	Kontras (Dn-Dn-1)
D1	0,21		0,17		0,13	
D2	0,27	0,06	0,26	0,09	0,15	0,02
D3	0,36	0,09	0,34	0,08	0,16	0,01
D4	0,45	0,09	0,39	0,05	0,25	0,09
D5	1,29	0,84	1,21	0,82	1,03	0,78
D6	1,33	0,04	1,34	0,13	1,05	0,02
D7	1,61	0,28	1,58	0,24	1,31	0,26
D8	1,89	0,28	1,72	0,14	1,42	0,11
D9	2,47	0,58	2,36	0,64	2,26	0,84
D10	2,78	0,13	2,75	0,39	2,73	0,47
		2,57		2,58		2,60

Tabel 3. Nilai densitas dan kontras radiograf pada proyeksi *lateral* dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 20 mAs untuk variasi rasio *grid* 5:1, 6:1, dan 8:1.

Posisi pengukuran	Rasio 5:1		Rasio 6:1		Rasio 8:1	
	Densitas (D)	Kontras (Dn-Dn-1)	Densitas (D)	Kontras (Dn-Dn-1)	Densitas (D)	Kontras (Dn-Dn-1)
D1	0,13		0,11		0,04	
D2	0,29	0,16	0,20	0,09	0,15	0,11
D3	0,58	0,29	0,46	0,26	0,28	0,13
D4	0,70	0,12	0,63	0,17	0,42	0,14
D5	0,90	0,20	0,78	0,15	0,52	0,10
D6	0,97	0,07	0,83	0,05	0,59	0,07
D7	1,53	0,56	1,48	0,65	1,19	0,60
D8	1,57	0,04	1,50	0,02	1,38	0,19
D9	1,78	0,21	1,75	0,25	1,70	0,32
D10	2,73	0,95	2,78	1,03	2,69	0,99
		2,60		2,67		2,65

piksel pada citra radiograf secara statistik. Tetapi pola penurunan nilai densitas radiograf masih teramati dengan jelas dengan kenaikan rasio *grid*.

Sementara itu, kenaikan nilai rasio *grid* tidak mengakibatkan kenaikan kontras secara konsisten. Artinya sebagian nilai kontras meningkat dan sebagian lainnya menurun, seiring dengan kenaikan nilai rasio *grid*.

PEMBAHASAN

Kualitas citra radiograf ditentukan oleh beberapa komponen antara lain densitas, kontras, ketajaman, dan detail. Kualitas citra radiograf dikatakan baik apabila suatu citra radiograf dapat memberikan informasi diagnostik yang jelas tentang obyek yang diperiksa, tidak adanya informasi yang hilang, tidak adanya artefak, dan tidak terjadi perubahan bentuk atau deformasi [9, 10].

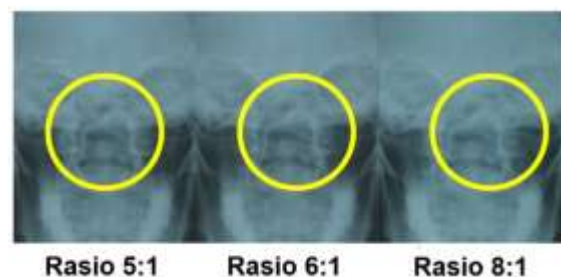
Nilai densitas pada citra radiograf dapat diukur dengan menggunakan alat densitometer dan selanjutnya dipergunakan untuk menentukan nilai kontras. Sedangkan untuk ketajaman dapat dilihat secara subyektif dengan membandingkan hasil radiograf yang ada. Selain densitas, kontras dan ketajaman, detail merupakan salah satu faktor yang juga berpengaruh terhadap kualitas radiograf. Detail dipengaruhi faktor geometri yaitu ukuran *focal spot*, *focal spot-film distance* (FFD) dan *film-object distance* (FOD) [7].

Dari Tabel 2 dan 3 tampak jelas bahwa kenaikan rasio *grid* menyebabkan penurunan densitas radiograf. Hal ini terjadi karena dengan kenaikan rasio *grid* lebih tinggi, radiasi hambur yang terserap oleh *grid* semakin banyak. Sedangkan pada densitas D10 tidak menunjukkan adanya penurunan densitas, hal ini disebabkan karena pada titik densitas tersebut merupakan daerah yang sudah mengalami saturasi sehingga relatif tidak berdampak pada densitas optik.

Dalam penelitian ini diperoleh bahwa kontras radiograf relatif tidak dipengaruhi oleh rasio *grid*, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Dari data yang ada tampak bahwa kualitas radiograf yang paling baik adalah citra radiograf pada tegangan 75 kVp dengan rasio *grid* 6:1 (kontras maksimal 2,58). Meskipun kontras radiografinya masih kalah dengan radiograf pada tegangan 70 kVp dan rasio *grid* 8:1 (kontras maksimal 2,76), akan tetapi pada tegangan 75 kVp pada rasio 6:1 mempunyai nilai densitas guna yang lebih baik daripada radiograf yang lain yaitu nilai densitas yang dimilikinya (Tabel 2) berada dalam rentang 0,25 – 2,5 [9].

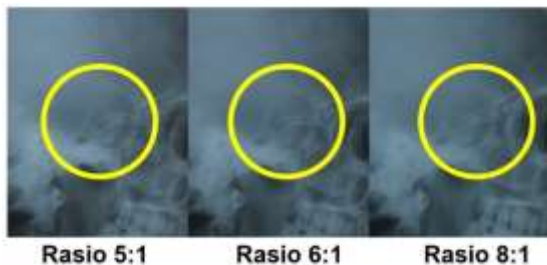
Hasil radiograf pada fantom kepala proyeksi *lateral* menunjukkan bahwa kualitas paling baik pada tegangan tabung 75 kVp adalah dengan rasio *grid* 5:1. Meskipun nilai kontras radiograf maksimalnya 2,60, nilai ini lebih rendah dibandingkan kontras radiograf lain, akan tetapi mempunyai nilai densitas guna yang lebih baik daripada radiograf lainnya.

Gambar 5 menunjukkan perbandingan detail radiograf proyeksi *antero-posterior* dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 25 mAs pada variasi rasio *grid*. Tampak bahwa ketajaman dan detail antara citra radiograf rasio *grid* 5:1 dan 6:1 relatif lebih baik bila dibandingkan dengan citra radiograf rasio *grid* 8:1.



Gambar 5. Perbandingan ketajaman dan detail radiograf proyeksi *antero-posterior* dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 25 mAs pada daerah tulang hidung untuk variasi rasio *grid* 5:1, 6:1, dan 8:1.

Sedangkan Gambar 6 merupakan citra radiograf fantom pada posisi *lateral*. Pada bagian *sella turcica* meskipun sekilas tampak sama, tapi jika diperhatikan dengan seksama, diperoleh bahwa, secara subyektif, ketajaman dan detail dari citra radiograf dengan rasio *grid* 5:1 dan 6:1 lebih unggul bila dibandingkan rasio 8:1.



Gambar 6. Perbandingan ketajaman dan detail radiograf proyeksi *lateral* dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 20 mAs pada daerah *sella turcica* untuk variasi rasio *grid* 5:1, 6:1, dan 8:1.

KESIMPULAN

Rasio *grid* semakin tinggi akan menyebabkan penurunan nilai densitas radiograf, akan tetapi tidak berpengaruh secara nyata pada kontras radiograf. Kualitas radiograf fantom kepala proyeksi *antero-posterior* yang optimal terdapat pada radiograf dengan penggunaan rasio *grid* 6:1 pada tegangan 75 kVp dan arus-waktu 25 mAs, sedangkan kualitas radiograf proyeksi *lateral* yang optimal terdapat pada radiograf dengan penggunaan rasio *grid* 5:1 dengan tegangan 75 kVp dan arus-waktu 20 mAs.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariyani SA, Setiabudi W, Anam C. Pengaruh perubahan tegangan tabung (kVp) terhadap CT number dan uniformitasnya pada pesawat CT scan. *Jurnal Sains dan Matematika*. 2012;20:77-80.
- [2] Gao H, Zhu L, Fahrig R. Virtual scatter modulation for x-ray CT scatter correction using primary modulator. *J X-Ray Sci Tech*. 2017;24: 869–885.
- [3] Septiadi J, Anam C, Azam M. Pengaruh kenaikan suhu cairan developer terhadap densitas radiograf. *Berkala Fisika*. 2008;11:75-77.
- [4] Akhadi M. *Dasar-dasar proteksi radiasi*. Jakarta: PT. Rineka Cipta; 2000.
- [5] Curry TS. *Introduction to the physics of diagnostic radiology*. 3rd Edition. Philadelphia: Lea and Fabiger; 1984.
- [6] Meredith JW, Nigel BJ. *Fundamental physics of radiology*. 3rd Edition. Maryland: John Wright and Son Ltd; 1997.
- [7] Bushong SC. *Radiologic science for technologist physics, biology and protection*. 7th Edition. Saint Louis: The CV Mosby Company; 2001.
- [8] Irdawati Y, Sutanto H, Anam C, Fujibuchi T, Zahroh F, Dougherty G. Development of a novel artifact-free eye shield based on silicon rubber-lead composition in the CT examination of the head. *J Radiol Prot*. 2019;39:991–1005.
- [9] Chesney DN, Chesney MO. *Radiographic imaging*. 4th Edition. Oxford London: Blackwell Scientific Publication; 1981.
- [10] Rasad S. *Radiologi diagnostic*. 2nd Edition, Jakarta: Gaya Baru; 2009.