Berkala Fisika ***ISSN: 1410 -9662***
Vol. 23, No. 3, Juli 2020, Hal. 83-90
Original paper

PENGARUH FAKTOR EKSPOSI DAN TEBAL FANTOM TERHADAP *MEAN GLANDULAR DOSE* (MGD) PADA PESAWAT SINAR-X MAMMOGRAFI

Resmy Aulyah Rauf[1], Sri Dewi Astuty[2,*], Syamsir Dewang[2], dan Mulyadin[3]

[1]*Program Sarjana, Departemen Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar*

[2]*Laboratorium Optik dan Spektroskopi, Departemen Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Hanasuddin, Makasar*

[3]*Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi, Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan, Makassar, Sulawesi Selatan*

E-mail: dewiastuti@fmipa.unhas.ac.id

Received: 2 Mei 2020; revised: 10 Juni 2020; accepted: 3 Juli 2020

ABSTRACT

One of the applications of X rays in diagnostic radiology is mammography. The mammography is used for detecting abnormalities in the breast tissue early with the ability to detect microcalcification (<5 mm). Unlike the conventional X-ray and CT scanner, the clinical mammography uses a low voltage <35 kVp, because the properties of the breast tissue structures are soft and thin. Although the tube voltage source is relatively low, in clinical use, the absorbed dose by patients in the form of mean glandular dose (MGD) must be lower than the value standards had been established by the Nuclear Energy Supervisory Agency (BAPETEN) No.2, 2018, i.e <3 mGy. This study aims to evaluate the effect of variations in the values of the tube voltage, the current-time, and the thickness of the polymethyl-methacrylate (PMMA) phantom on the calculation results of the MGD values. The results obtained showed that the mean MGD values for the 4,5 cm of the phantom thickness were 0.077, 0.087, and 0.093 mGy (at 4.5 mAs) and 0.171, 0.194, and 0.207 mGy (at 10 mAs), while for the 6 cm phantom thickness obtained 0.103, 0.117, and 0.124 mGy (at 4.5 mAs) and 0.228, 0.259, and 0.276 (at 10 mAs) for all the data to 27, 28, and 29 kVp of tube voltage, respectively. All of the MGD values obtained about between 0.077-0.276 mGy are <3 mGy or still under BAPETEN standards.

Keywords: *mammography, MGD value, PMMA phantom*

ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan sinar X dalam bidang radio-diagnostik adalah pesawat mammografi. Pemeriksaan mammografi bertujuan untuk mendeteksi secara dini adanya kelainan dalam jaringan payudara dengan kemampuan deteksi hingga mikrokalsifikasi (<5 mm). Berbeda dengan pesawat rontgen atau CT scan, pemeriksaan mammografi menggunakan input tegangan tabung yang rendah yaitu <35 kVp, karena struktur jaringan payudara bersifat lunak dan tipis. Meskipun sumber tegangan tabung relatif rendah tetapi dalam penggunaan klinis, dosis yang diterima pasien berupa mean glandular dose (MGD) harus memenuhi standar yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No.2 Tahun 2018 yaitu <3 mGy. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi nilai tegangan tabung, nilai arus waktu, dan tebal fantom polymethylmethacrylate (PMMA) terhadap nilai MGD. Hasil yang

diperoleh menunjukkan rerata nilai MGD untuk tebal fantom 4,5 cm sebesar 0,077, 0,087, dan 0,093 mGy (pada 4,5 mAs) serta 0,171, 0,194, dan 0,207 mGy (pada 10 mAs) berturut-turut untuk variasi tegangan 27, 28 dan 29 kVp. Sedangkan untuk tebal fantom 6 cm sebesar 0,103, 0,117, dan 0,124 mGy (pada 4,5 mAs) serta 0,228, 0,259, dan 0,276 (pada 10 mAs) berturut-turut untuk variasi tegangan 27, 28, dan 29 kVp. Semua data yang diperoleh dalam penelitian ini masih memenuhi standar BAPETEN.

Kata kunci: *pesawat mammografi, nilai MGD, fantom PMMA*

PENDAHULUAN

Kanker payudara merupakan salah satu penyakit yang paling mengkhawatirkan karena sering menjadi penyebab kematian pada wanita. Data statistik dunia menunjukkan bahwa kanker payudara menempati urutan kelima penyebab kematian setelah kanker paru-paru, kanker hati, kanker lambung, kanker usus besar. Menurut *International Agency for Research on Cancer*, terdapat 18,1 juta kasus kanker baru dan 9,6 juta kematian yang terjadi pada tahun 2018 yaitu sebanyak 627 ribu kasus [1]. Menurut data *Global Cancer Observatory* tahun 2018 dari *World Health Organization* (WHO), di Indonesia tercatat 58.256 kasus atau 16,7% dari total kasus penyakit kanker lainnya. Data statistik nasional menunjukkan angka kanker payudara mencapai 42,1 orang per 100 ribu penduduk dengan rata-rata kematian mencapai 17 orang per 100 penduduk [2]. Oleh karena itu, deteksi dini dengan mammografi merupakan langkah efektif untuk mengetahui lebih awal sehingga pengobatan bisa segera dilakukan. Deteksi adanya kanker payudara lebih dini diharapkan meningkatkan probabilitas kesembuhan dibandingkan penanganan yang lebih lambat. Yayasan Kesehatan Payudara Jakarta (YKPJ) merekomendasikan mammografi sebagai bentuk pemeriksaan dini yang efektif bagi wanita paruh baya dalam kurun waktu 1-5 tahun sekali [3].

Dosimetri dalam pemeriksaan mammografi berperan dalam menentukan risiko kerusakan jaringan kelenjar payudara yang merupakan organ radiosensitif. Kuantitas dosis radiasi ini dikenal dengan istilah *Mean Glandular Dose* (MGD) yang merupakan dosis rerata yang diserap di daerah tengah payudara dengan asumsi jaringan homogen berupa kelenjar. Meskipun pada kenyataannya jaringan payudara terdiri dari jaringan kelenjar, jaringan adiposa dan kulit tetapi dalam penilaian MGD, dosis rerata yang diserap dalam jaringan adiposa dan kulit dianggap tidak memberi dampak risiko karsinogenik yang utama [4]. *International Atomic Energy Agency* (IAEA) merekomendasikan bahwa nilai MGD <3 mGy untuk tebal payudara yang terkompresi hingga 42 mm yang terdiri dari 50% kelenjar dan 50% jaringan adiposa [4]. Besarnya nilai MGD bergantung pada tegangan tabung sinar-X, nilai HVL target/filter kombinasi, komposisi payudara dan ketebalan payudara. Umumnya dalam pengujian digunakan fantom standar jenis PMMA. Pada pemeriksaan klinis, standar pengaturan nilai tegangan tabung dan arus- waktu disesuaikan dengan usia dan ukuran payudara pasien [5].

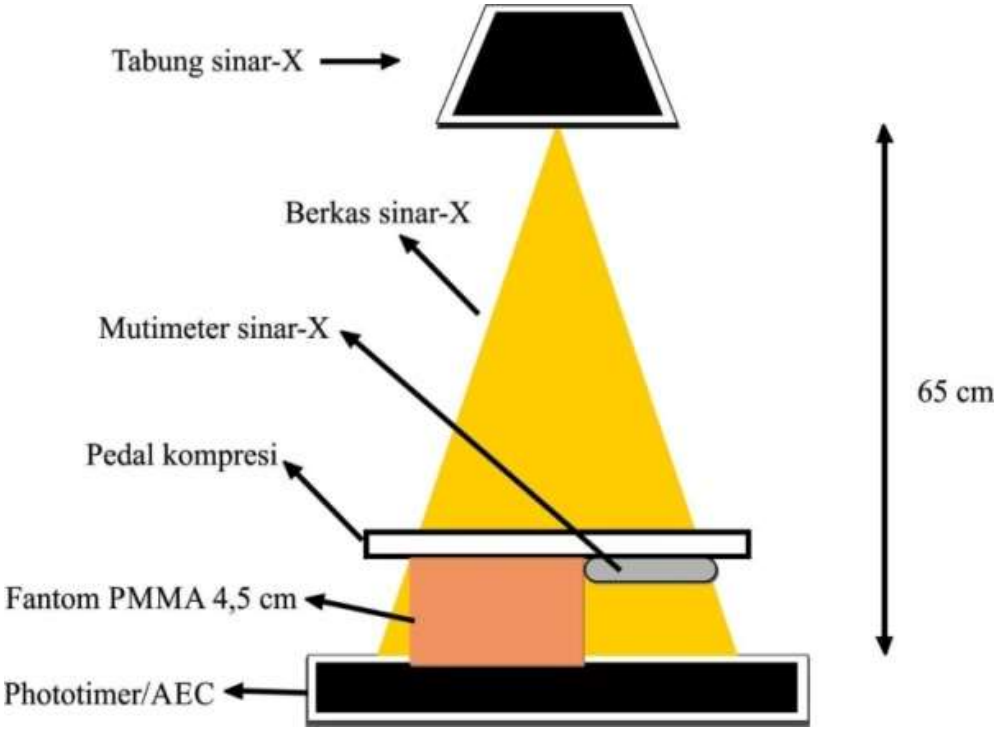
Beberapa hasil penelitian yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini antara lain tentang perbandingan nilai MGD pasien pada pemeriksaan mode proyeksi *mediolateral obligue* (MLO) terhadap nilai MGD fantom PMMA 45 mm menggunakan faktor eksposi 25–30 kVp dan arus waktu 55 mAs [6]. Nilai MGD untuk fantom sebesar 1,03–2,05 mGy sedangkan untuk pasien sebesar 0,42–2,72 mGy [6]. Penelitian lainnya dilaporkan bahwa nilai MGD pesawat mammografi *Computer Radiography* (CR) pada tegangan tabung 22–34 kVp dan tebal kompresi payudara

48,85 mm sebesar 1,65 mGy [3]. Perbandingan nilai MGD dari hasil pembacaan film *screen* (faktor eksposi 26 kVp;140 mAs) terhadap digital mammografi (faktor eksposi 29 kVp; 94 mAs) pada proyeksi pemeriksaan *craniocaudal* (CC) dan MLO [8]. Hasil yang diperoleh untuk pembacaan film screen sebesar 0,96 ± 0,21 mGy (proyeksi CC) dan 1,03 ± 0,3 mGy (proyeksi MLO), sedangkan hasil pembacaan digital mammaografi diperoleh nilai MGD sebesar 0,92 ± 0,17 mGy dan 0,98 ± 0,2 mGy berturut-turut untuk proyeksi CC dan MLO [7].

Pada penelitian ini, nilai MGD yang akan di uji ditentukan dengan memvariasi nilai tegangan tabung, nilai arus waktu dan tebal fantom PMMA. Nilai MGD yang dihasilkan menjadi referensi pada pemeriksaan mammografi sebagai informasi besarnya dosis yang akan diterima pasien sekaligus sebagai faktor kelayakan kinerja pesawat mammografi yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Siloam Makassar Sulawesi Selatan. Alat yang digunakan meliputi perangkat pesawat mammografi Phillips Medical Systems DMC GmbH type 9890-010-83201, multimeter *X-ray* (*Raysafe*), fantom PMMA dengan tebal 4,5 cm dan 6 cm. Variasi tegangan tabung yang dipilih adalah 27, 28 dan 29 kVp dengan besar arus-waktu yaitu 4,5 mAs dan 10 mAs. Pada tahap awal dilakukan pengukuran kerma udara sebagai dasar perhitungan nilai MGD dengan memilih kesesuaian nilai *half-value layer* (HVL) untuk setiap nilai tegangan tabung yang diatur. Kerma udara diperoleh dari pengukuran menggunakan multimeter *X-ray* yang ditempatkan di atas fantom saat penyinaran. Metode pengukuran menggunakan multimeter *X-ray* ditunjukkan pada Gambar 1, dengan mode penyinaran *automatic exposure control* (AEC).



Gambar 1. Mode penyinaran dalam penelitian.

.

Perhitungan nilai MGD menggunakan persamaan (1).

$$\mathrm{MGD} = Ki \cdot g \cdot C_{DG50.Ki.PMMA} \cdot s \qquad (1)$$

dengan Ki adalah kerma udara, g merupakan faktor konversi nilai kerma udara terhadap MGD, CDG50,Ki,PMMA adalah faktor konversi dalam komposisi payudara 50% kelenjar yang bergantung pada nilai HVL dan tebal payudara dan s adalah faktor koreksi spektrum sinar-X berdasarkan kombinasi filter/target bawaan pesawat. Dalam penelitian ini faktor koreksi pesawat sebesar 1 dengan filter/target bawaan jenis Mo/Mo [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini telah dilakukan penyinaran terhadap fantom PMMA dengan ketebalan berbeda yaitu 4,5 cm dan 6 cm sebagai pengganti payudara pasien. Nilai tegangan tabung yang digunakan sebesar 27, 28 dan 29 kVp dengan variasi arus-waktu yaitu 4,5 mAs dan 10 mAs. Nilai konstanta yang digunakan dalam perhitungan MGD yang dipersyaratkan oleh BAPETEN menyesuaikan pemilihan nilai tegangan tabung dan prosentasi kompresi payudara. Dalam hal ini, standar kompresi payudara yang disyaratkan hanya sebesar 50% dengan ketentuan nilai-nilai yang akan digunakan dalam perhitungan nilai MGD tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1 merupakan ketentuan yang telah distandarkan oleh BAPETEN untuk masing-masing nilai tegangan tabung. Nilai HVL dan $C_{DG50,Ki,PPMA}$ juga telah bersesuaian untuk masing-masing nilai tegangan tabung. Nilai-nilai konstanta tersebut selanjutnya digunakan dalam persamaan (1) untuk memperoleh hasil perhitungan nilai MGD.

Hasil pengukuran kerma udara dan perhitungan nilai MGD

Hasil pengukuran kerma udara untuk semua variasi perlakuan yang dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 2 dan Tabel 3. Masing-masing untuk nilai arus waktu 4,5 mAs dan 10 mAs.

Tabel 1. Nilai konstanta yang digunakan dalam perhitungan MGD.

No	Tegangan (kVp)	HVL (cm)	$C_{DG50,Ki,PPMA}$	*s*-faktor
1	27	0,32	0,185	1,000
2	28	0,35	0,202	1,000
3	29	0,37	0,208	1,000

Tabel 2. Hasil pengukuran kerma udara dan perhitungan nilai MGD pada nilai arus-waktu 4,5 mAs masing-masing variasi nilai tegangan tabung dan tebal fantom.

No	Tegangan (kVp)	*Ki* (mGy)		Nilai MGD (mGy)	
		Fantom 4,5 cm	Fantom 6 cm	Fantom 4,5 cm	Fantom 6 cm
1	27	0,416	0,554	0,077	0,103
2	28	0,433	0,577	0,087	0,117
3	29	0,448	0,597	0,093	0,124

Tabel 3. Hasil pengukuran kerma udara dan perhitungan nilai MGD pada nilai arus-waktu 10 mAs masing-masing variasi nilai tegangan tabung dan tebal fantom.

No	Tegangan (kVp)	*Ki* (mGy)		Nilai MGD (mGy)	
		Fantom 4,5 cm	Fantom 6 cm	Fantom 4,5 cm	Fantom 6 cm
1	27	0,924	1,231	0,171	0,228
2	28	0,962	1,282	0,194	0,259
3	29	0,996	1,327	0,207	0,276

Tabel 2 menunjukkan perubahan nilai kerma udara yang semakin besar dengan peningkatan nilai tegangan tabung. Kenaikan nilai kerma udara dari hasil pengukuran pada tegangan tabung 28 kVp terhadap pengukuran pada tegangan 27 kVp sebesar 3,9%, sedangkan kenaikan nilai kerma udara yang terukur pada tegangan tabung 29 kVp terhadap pengukuran pada tegangan 28 kVp sebesar 3,3% (untuk data tebal fantom 4,5 cm). Prosentasi kenaikan nilai kerma udara untuk data tebal fantom 6 cm diperoleh hasil pengukuran pada tegangan tabung 28 kVp terhadap pengukuran pada tegangan 27 kVp sebesar 4,0%, sedangkan kenaikan nilai kerma udara yang terukur pada tegangan tabung 29 kVp terhadap pengukuran pada tegangan 28 kVp sebesar 3,4%. Hasil perhitungan nilai MGD dari kedua variasi tebal fantom dan variasi nilai tegangan tabung, diperoleh kenaikan nilai MGD dari tegangan 28 kVp terhadap tegangan 27 kVp sebesar 11,5% dan 12% berturut-turut untuk fantom 4,5 cm dan 6 cm serta kenaikan nilai MGD dari tegangan 29 kVp terhadap tegangan 28 kVp sebesar 6,5% dan 5,6% berturut-turut untuk fantom 4,5 cm dan 6 cm.

Tabel 3 memberikan gambaran hasil pengukuran nilai kerma udara maupun hasil perhitungan nilai MGD lebih tinggi dari pada data dalam Tabel 2. Hal ini berkaitan dengan kenaikan nilai arus tabung juga mempengaruhi keluaran radiasi sinar-X. Nilai tegangan tabung berpengaruh pada energi elektron yang akan menghasilkan elektron setelah berinteraksi dengan anoda target. Pada Tabel 2 yang merupakan hasil uji untuk arus waktu 4,5 mAs mengalami kenaikan baik untuk hasil pengukuran nilai kerma udara maupun hasil perhitungan nilai MGD ketika nilai arus waktu dipilih lebih tinggi sebagaimana yang tertulis dalam Tabel 3.

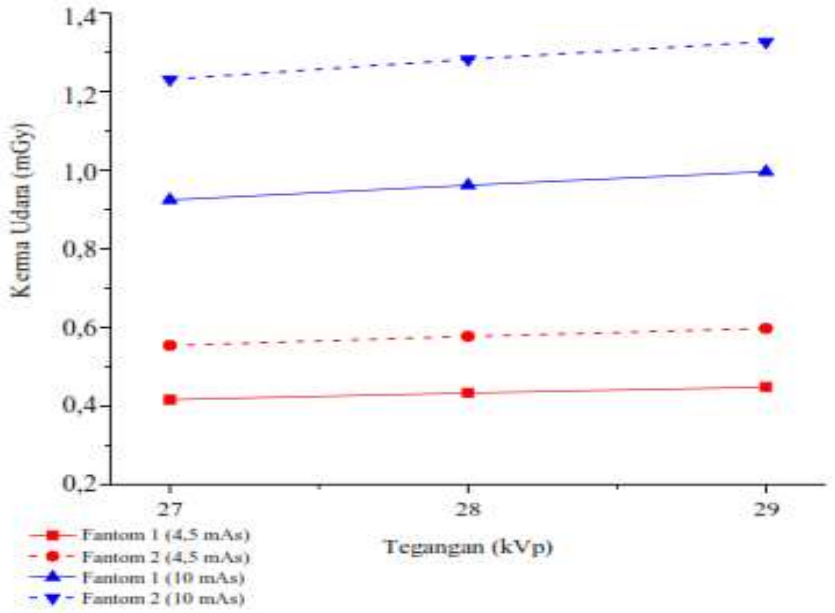
Kenaikan nilai kerma udara dari hasil pengukuran pada tegangan tabung 28 kVp terhadap pengukuran pada tegangan 27 kVp sebesar 4,0%, sedangkan kenaikan nilai kerma udara yang terukur pada tegangan tabung 29 kVp terhadap pengukuran pada tegangan 28 kVp sebesar 3,4% (untuk data tebal fantom 4,5 cm). Data ini terlihat sama dengan persentasi kenaikan nilai kerma udara untuk data tebal fantom 6 cm dengan peningkatan sebesar 4,0% untuk kenaikan dari tegangan 28 kVp terhadap tegangan 27 kVp demikian juga diperoleh peningkatan sebesar 3,4% untuk perubahan dari tegangan 29 kVp terhadap tegangan 28 kVp. Hasil perhitungan nilai MGD dari kedua variasi tebal fantom dan variasi nilai tegangan tabung, diperoleh kenaikan nilai MGD dari tegangan 28 kVp terhadap tegangan 27 kVp sebesar 11,9% dan 12% berturut-turut untuk fantom 4,5 cm dan 6 cm serta kenaikan nilai MGD dari tegangan 29 kVp terhadap tegangan 28 kVp sebesar 6,3% dan 6,2% berturut-turut untuk fantom 4,5 cm dan 6 cm.

Hasil pengukuran nilai kerma udara untuk kedua ketebalan fantom yang diuji sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 2 dan Tabel 3 memberikan gambaran bahwa kenaikan nilai tegangan tabung maupun nilai arus-waktu memberikan pengaruh terhadap

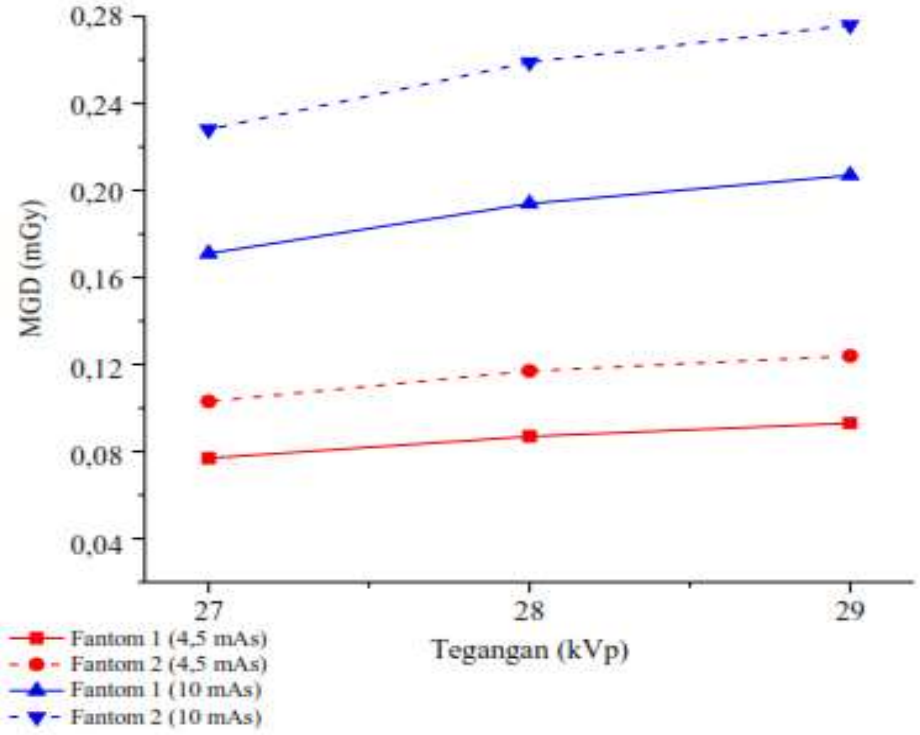
peningkatan nilai kerma udara. Demikian juga terhadap variasi ketebalan fantom menujukkan hasil pengukuran nilai kerma udara yang lebih tinggi untuk ketebalan yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena tebal fantom yang lebih tinggi akan menempatkan posisi pedal kompresi yang jaraknya lebih dekat dengan sumber radiasi dibandingkan tebal fantom yang lebih kecil. Untuk pengukuran nilai kerma udara, multimeter ditempatkan diatas pedal kompresi.

Nilai MGD untuk semua variasi perlakuan yang diperoleh berkisar antara 0,077−0,276 mGy dan kinerja pesawat masih dianggap layak karena memenuhi standar dalam peraturan BAPETEN No.2 Tahun 2018 yaitu <3 mGy.

Untuk mendapatkan gambaran secara visual keseluruhan data, dituangkan dalam bentuk grafik yang selengkapnya disajikan dalam Gambar 2 dan Gambar 3. Dalam Gambar 2 ditunjukkan hubungan antara hasil pengukuran nilai kerma udara (*Ki*) terhadap variasi nilai tegangan tabung, nilai arus waktu dan tebal fantom. Demikian juga dalam Gambar 3 yang menyajikan hubungan antara hasil pengukuran nilai MGD terhadap variasi nilai tegangan tabung, nilai arus waktu dan tebal fantom. Kedua grafik memperlihatkan tren kurva yang hampir sama dengan adanya peningkatan untuk nilai kerma udara maupun nilai MGD dari setiap variasi perlakuan yang diberikan. Meskipun pada satuan antara nilai kerma udara (*Ki*) dengan satuan nilai MGD sama yaitu mGy, tetapi nilai MGD relatif lebih kecil menunjukkan bahwa nilai MGD merupakan rata-rata dosis yang diterima atau yang masuk dalam jaringan payudara dengan kondisi kompresi payudara hingga 50% dari besar payudara yang sebenarnya. Hal ini menunjukkan pula bahwa rerata dosis radiasi yang diterima oleh pasien dari seluruh radiasi yang datang di permukaan (kerma udara) hanya sebesar 30%. Dalam Gambar 2 nilai tertinggi dalam skala grafik ditunjukkan pada kisaran 1,4 mGy (hasil pengukuran nilai kerma udara) sedangkan nilai tertinggi dalam skala grafik yang ditunjukkan dalam Gambar 3 yang merupakan hasil pengukuran nilai MGD sebesar 0,3 mGy.



Gambar 2. Grafik perubahan nilai kerma udara untuk variasi nilai arus 4,5 mAs dan 10 mAs.



Gambar 3. Grafik perubahan nilai MGD untuk variasi nilai arus-waktu 4,5 mAs dan 10 mAs.

Berdasarkan kurva Gambar 2 dan Gambar 3, kenaikan nilai arus-waktu memberikan pengaruh intensitas radiasi sinar X, baik yang sampai dipermukaan kulit (kerma udara) maupun yang akan diserap oleh jaringan payudara (MGD). Untuk mengurangi resiko kelebihan paparan radiasi terutama pada jaringan payudara, nilai arus-waktu yang umum digunakan dalam klinis adalah 4,5 mAs. Signifikansi perbedaan antara nilai MGD pada kedua jenis ketebalan fantom memberikan pengaruh yang tidak jauh berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa pada arus-waktu yang relatif rendah, pemeriksaan mammografi untuk fantom yang tebal maupun yang tipis, kelainan dalam jaringan tetap dapat terdeteksi, dengan mempertimbangkan resiko.

KESIMPULAN

Nilai kerma udara merupakan pendekatan dosis radiasi yang sampai ke permukaan fantom/obyek yang sangat dipengaruhi oleh besarnya tegangan input dan nilai arus-waktu yang diberikan. Nilai MGD tertinggi diperoleh pada nilai tegangan tabung 29 kVp dengan nilai yang berbeda untuk ketebalan fantom yang berbeda. Untuk fantom dengan ketebalan 4,5 cm nilai MGD sebesar 0,093 mGy (pada arus-waktu 4,5 mAs) dan 0,207 mGy (pada arus-waktu 10 mAs), sedangkan untuk tebal fantom 6 cm sebesar 0,124 mGy (pada arus-waktu 4,5 mAs) dan 0,276 (pada arus-waktu 10 mAs). Semua data yang diperoleh dalam penelitian ini masih memenuhi standar BAPETEN sehingga masih layak digunakan dalam klinis.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Widowati H. *Kasus Kanker Payudara Paling Banyak Terjadi di Indonesia*. Databoks, https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/06/03/kasus-kanker-payudara-paling-banyak-terjadi-di-indonesia, diakses 18 April 2020.

[2] Juniman PT. *Who: Kanker Membunuh Hampir 10 Juta Orang di Dunia Tahun Ini*. CNN Indonesia, https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20180913133914-255-329910/who-kanker-membunuh-hampir-10-juta-orang-di-dunia-tahun-ini, diakses 18 April 2020.

[3] Fajarini ES. *Estimasi mean glandular dose (MGD) pada mammografi computed radiography (CR)*. Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Depok, 2011.

[4] Gholamkar L, Mowlavi AA, Sadeghi M, Athari M. Assessment of mean glandular dose in mammography system with different anode-filter combinations using MCNP code. *Iran Journal Radiology*. 2016;13(4):e36484.

[5] Irawan E. Faktor-faktor pelaksanaan sadari/*breast self examination* (BSE) kanker payudara (*literature review*). *Jurnal Keperawatan BSI*. 2018;6(1):44-50.

[6] Ha NT, Thuan ND, Van NT. A study of mean glandular dose during diagnostic mammography in hospitals in Hanoi, Vietnam. *IFMBE Proceedings*. 2010;27:263-265.

[7] Barzanje SLNH, Harki EMTH. Estimation of mean glandular dose for patients who undergo mammography and studying the factors affecting it. *AIP Conference Proceedings*. 2017;1888:020020.

[8] Abdallah YMY, Hayder A, Mohamed S. Assessment of mean glandular dose (MGD) received in mammography examination in Khartoum. *International Journal of Advanced Research*. 2016;4(1):198–203.