

Penentuan *mean glandular dose* (MGD) pada pesawat mammografi dengan target/filter tungsten (W) dan rhodium (Rh)

M. Buchori A. Kartani¹, Irfan D. Sanjaya¹

¹ *Mayapada Hospital Surabaya, Jl. Mayjen Sungkono No.20, Pakis, Kec. Sawahan, Kota SBY, Jawa Timur*

E-mail: buchoriamin@yahoo.co.id

Naskah Masuk 5 Agustus 2022
Naskah Revisi 8 Januari 2023
Naskah Diterima 3 Maret 2023
Naskah Terbit 23 Juni 2023

Abstrak: Telah dilakukan perhitungan dosis rata-rata glandular (*mean glandular dose*) pada pesawat mammografi merk GE Senograph Crystal Nova milik Mayapada Hospital Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran strategi optimasi dosis radiasi pada pemeriksaan mammografi dengan penentuan *mean glandular dose* (MGD) menggunakan filter tungsten (W) dan target rhodium (Rh) di Mayapada Hospital Surabaya. Perhitungan MGD menggunakan metode dari IAEA *Technical Report Series 457*, dengan memperhitungkan nilai yang keluar pada output dosis pesawat mammografi, faktor kombinasi target /film dan konversi koefisien yang digunakan MGD payudara standar 50 mm dari 50% glandularitas. Penelitian dilakukan dari bulan Januari hingga Juni 2022 dengan 27 sample data. Faktor eksposi yang digunakan yaitu dengan rentang 27-30 kV dan didapatkan dosis terendah 0,45 mGy pada ketebalan (*thickness*) 27 mm glandular dan terbesar 3,79 mGy pada ketebalan 78 mm, sesuai dengan rekomendasi dari Food and Drug Administration (FDA) Amerika, American College of Radiology (ACR) dan *Mammography Quality Standards Act* (MQSA). Terdapat 2 sample yang melebihi 3 mGy, disebabkan ketebalan glandular melebihi nilai yang direkomendasikan yaitu 78 mm dan 86 mm. Pemeriksaan mammografi Mayapada Hospital Surabaya menggunakan target/filter tungsten (W)/rhodium (Rh) sesuai dengan prinsip optimisasi radiasi yaitu penerapan penggunaan dosis radiasi serendah yang dapat dicapai secara wajar (*as low as reasonably achievable*).

Abstract: The Mean Glandular Dose has been calculated on the GE Senograph Crystal Nova brand mammography device belonging to Mayapada Hospital Surabaya. This study aims to see the optimization of radiation dose on mammography examination by determining the mean glandular dose (MGD) using a Tungsten (W) filter and a Rhodium (Rh) target at Mayapada Hospital Surabaya. The calculation of MGD uses the method from the Technical Report Series 457, taking into account the value that comes out at the output of the mammography instrument dose, the target/film combination factor and the conversion coefficient used is the standard 50 mm breast MGD from 50% glandularity. The study was conducted from January to June 2022 with 27 data samples, the exposure factor used was in the 27-30 kV range. The lowest dose was 0.45 mGy at a thickness of 27 mm glandular and the largest was 3.79 mGy at a thickness of 78 mm, in accordance with the recommendations of the American Food and Drug Administration (FDA), the American College of Radiology. (ACR) and the Mammography Quality Standards Act (MQSA). Only 2 samples exceeded 3 mGy, due to glandular thickness surpassing the recommended values of 78 mm and 86 mm. Mammography examination at Mayapada Hospital Surabaya using a tungsten (W)/rhodium (Rh) target/filter suitable with the radiation optimization principle, namely the application of using the lowest radiation dose that can be achieved reasonably.

Kata kunci: *Mean Glandular Dose (MGD), Technical Report Series 457, target/filter tungsten (W)/ Rhodium (Rh).*

Keywords: *Mean Glandular Dose (MGD), Technical Report Series 457, target/filter tungsten (W)/ Rhodium (Rh).*

1. Pendahuluan

Panduan Mammografi adalah metode pemeriksaan/pencitraan pada organ *mammæ* (payudara) dengan menggunakan bantuan sinar-x, mammografi ditujukan untuk melihat/deteksi ada atau tidaknya kelainan yang mengarah pada kanker di area payudara. Mammografi sendiri tergabung pada departemen radiologi diagnostik. Sinar-X radiologi diagnostik menjelaskan bahwa penggunaan dosis radiasi serendah yang dapat dicapai secara wajar (*as low as reasonably achievable*) dengan tetap mempertahankan kualitas gambar yang memadai¹.

Secara umum, evaluasi dosis untuk diagnostik sinar-X menggunakan *entrance surface dose* (ESD). Tetapi untuk mamografi, ia memperkirakan nilai *average glandular dose* (AGD), karena kelenjar *mammæ* memiliki sensitivitas yang relatif lebih tinggi terhadap beberapa efek samping radiasi daripada kulit dan jaringan lemak². Pesawat mammografi dirancang dengan menggunakan tegangan yang relatif rendah dan juga target dan film khusus. Bahan filter yang dapat digunakan dalam pesawat mammografi yaitu molybdenum (Mo), rhodium (Rh) dan tungsten (W) tergantung pada anoda yang digunakan. Untuk anoda dengan bahan Mo, bahan filter yang dapat digunakan yaitu Mo atau Rh. Jika anoda terbuat dari Rh, harus dikombinasikan dengan filter Rh.

Penelitian dosis glandular pernah dilakukan JR Gentry dan LA DeWerd dari Department of Medical Physics, University of Wisconsin Madison dan dipublikasikan pada tahun 1996. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan TLD yang diletakan pada permukaan payudara. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa *mean glandular dose* berbanding lurus dengan ketebalan payudara³. Oleh sebab itu perlu digunakan teknik penyinaran yang tepat agar dosis radiasi pada mamae optimal dan dapat digunakan untuk menegakkan diagnosa. Food and Drug Administration (FDA) Amerika, American College of Radiology (ACR) dan *Mammography Quality Standards Act* (MQSA) memberikan rekomendasi bahwa batas dosis di glandular pada ketebalan payudara 4,5 cm (45 mm) setelah dikompresi adalah 3 mGy per eksposi karena jaringan tersebut menunjukkan resiko yang tinggi untuk perkembangan karsinoma.

Pesawat mammografi dirancang dengan menggunakan tegangan yang relatif rendah dan juga target dan film khusus. Bahan filter yang dapat digunakan dalam pesawat mammografi yaitu molybdenum (Mo), Rhodium (Rh) dan tungsten (W) tergantung pada anoda yang digunakan. Untuk anoda dengan bahan Mo, bahan filter yang dapat digunakan yaitu Mo atau Rh. Jika anoda terbuat dari Rh, harus dikombinasikan dengan filter Rh⁴

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran strategi optimasi dosis radiasi pada pemeriksaan mammografi dengan penentuan *mean glandular dose* (MGD) menggunakan filter tungsten (W) dan target rhodium (Rh) yang dilakukan di Mayapada Hospital Surabaya dengan menggunakan pesawat mammografi GE Senographe Crystal Nova.

2. Bahan dan metode

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran secara langsung terhadap nilai MGD (*mean glandular dose*) pada pesawat Mammografi GE Senographe Crystal Nova (gambar 1) yang terdapat pada Mayapada Hospital Surabaya. Nilai MGD dipengaruhi oleh target/filter yang digunakan, ESD, HVL (*mean glandular dose* pada payudara standar 50 mm dari 50% glandularitas untuk phantom PMMA 45 mm). Mengacu pada *Technical Report Series 457* (TRS 457) "*Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*". Terdapat 2 metode perhitungan MGD, yang pertama dengan menggunakan data yang diasumsikan payudara standar 50 mm dari 50% glandularitas dan yang kedua memungkinkan pengguna untuk membuat perkiraan kelenjar mereka sendiri⁵.



Gambar 1. Pesawat mammografi GE Senograph Crystal Nova

Langkah pertama sebelum mendapatkan nilai koefisien yang digunakan untuk MGD, terlebih dahulu mencari nilai HVL dari setiap faktor eksposi. Nilai HVL didapat dari hasil uji kesesuaian (UKES) BPFK Surabaya menggunakan *dose meter* Raysafe model X2 MAM dan jenis target/filter yang dipakai dalam penelitian ini adalah tungsten (W) dan rhodium (Rh). Setelah mendapatkan nilai HVL dilakukan interpolasi nilai sesuai kondisi klinis pemeriksaan, seperti pada persamaan:

$$\frac{(X - X1)}{(X2 - X1)} = \frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} \quad (1)$$

Kemudian menentukan nilai konversi koefisien (c) untuk MGD pada phantom PMMA untuk ketebalan standar 50 mm dari 50% glandularitas. Selanjutnya mendapatkan nilai s yaitu faktor kombinasi target/film yang digunakan yaitu W/Rh, Nilai faktor untuk kombinasi target/filter mammografi mengacu pada TRS 457. Perhitungan MGD (D_G) dengan mengasumsikan glandularitas 50% menggunakan persamaan 1, sebagai berikut:

$$D_G = C_{DG50, Ki, PMMA} \times s \times K_i \quad (2)$$

Di mana,

- Ki = kerma udara
- s = faktor kombinasi target/film
- c = konversi koefisien yang digunakan untuk MGD pada fantom PMMA ketebalan standar 50 mm dari 50% glandularitas

Nilai Ki didapatkan dari nilai yang keluar pada output dosis pesawat mammografi yaitu *entrance surface exposure* (ESE) dengan satuan mGy. Berdasarkan nilai yang direkomendasikan, besarnya nilai ESE yang dapat diterima pada pemeriksaan mammografi tidak melebihi 12 mGy. Limit nilai *mean glandular dose* yang diberikan oleh FDA yaitu < 3 mGy. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data dari hasil uji kesesuaian kemudian data pasien 27 sample dilakukan interpolasi berdasarkan informasi faktor eksposi. Faktor eksposi yang biasa digunakan sebesar 28 sampai 30 kV, dan target/filter yang digunakan adalah W/Rh.

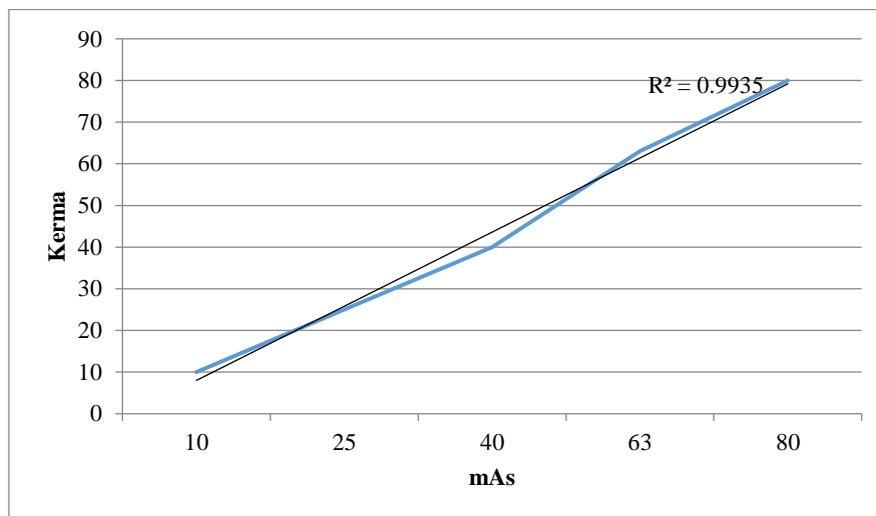
3. Hasil dan pembahasan

Bagian Nilai HVL didapatkan bersamaan dengan pengukuran akurasi tegangan (kV) oleh tim BPFK Surabaya, Pengukuran dilakukan pada tegangan 25, 29, 31, 33 dan 35 kVp menggunakan *dose meter* Raysafe model X2 MAM dengan lapangan 24 x 29 cm dan jarak dari *focal spot* ke *breast support* 650 mm. Didapatkan nilai HVL seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran kV terhadap HVL

kV	mm Al HVL
25	0,45
29	0,505
31	0,523
33	0,543
35	0,553

Pengukuran linearitas keluaran radiasi, keluaran radiasi yang terukur menampakkan hasil linear dengan nilai $R^2 = 0,9935$ (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik linearitas keluaran radiasi

Pada metode yang terdapat pada TRS 457, nilai konversi koefisien ($c_{DG50,Ki,PMMA}$) untuk MGD pada fantom PMMA untuk ketebalan standar 50 mm dari 50% *glandular* bergantung pada nilai HVL. Karena penggunaan klinis ke pasien dengan rentang 28-30 kV maka dilakukan interpolasi dari 27 sample yang didapat dan hasil seperti pada tabel 2.

Kemudian nilai HVL dikonversikan dengan koefisien $c_{DG50,Ki,PMMA}$ pada phantom PMMA untuk kondisi standar ketebalan 50 mm dari 50% *glandular* terhadap nilai HVL (tabel 3), setelah itu dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai konversi koefisien yang digunakan pada rentang 28 – 30 kV dan didapatkan hasil pada tabel 4.

Tabel 2. Interpolasi pada nilai HVL untuk beberapa eksposisi

kV	HVL
25	0,45
27	0,483
28	0,494
29	0,505
30	0,515
31	0,523
33	0,543
35	0,553

Tabel 3. Nilai konversi koefisien ($C_{DG50,Ki,PMMA}$)

HVL (mm Al)	$C_{DG50,Ki,PMMA}$ (mGy/mGy)
0,25	0,149
0,3	0,177
0,35	0,202
0,4	0,223
0,45	0,248
0,5	0,276
0,55	0,304
0,6	0,326
0,65	0,34

Tabel 4. Hasil interpolasi nilai konversi koefisien ($C_{DG50,Ki,PMMA}$)

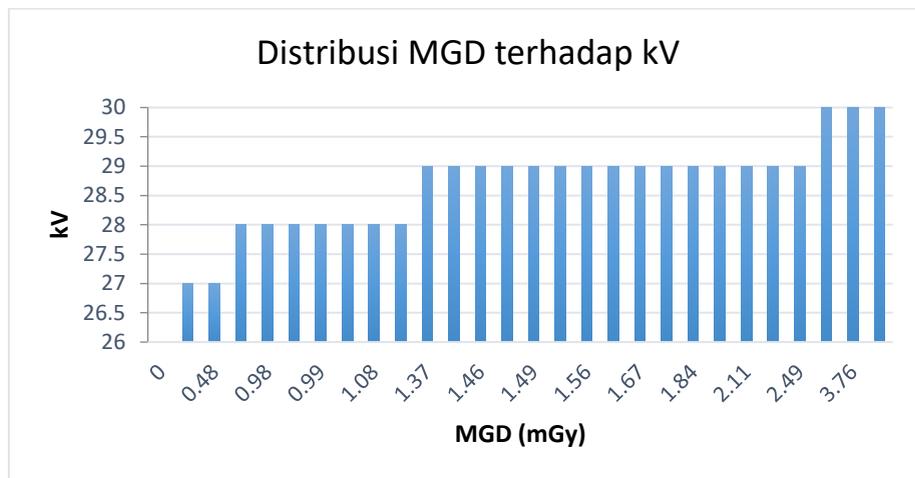
kV	HVL	$C_{DG50,Ki,PMMA}$
25	0,45	0,248
27	0,483	0,257
28	0,494	0,267
29	0,505	0,276
30	0,515	0,283
31	0,523	0,29
33	0,543	0,297
35	0,553	0,304

Selanjutnya menggunakan nilai s faktor yang tertera pada TRS 457 untuk kombinasi target/filter yang berbeda (tabel 5). Target filter yang digunakan adalah W/Rh dimana pada tabel tersebut bernilai 1,042.

Tabel 5. Nilai *s* faktor untuk kombinasi target/filter

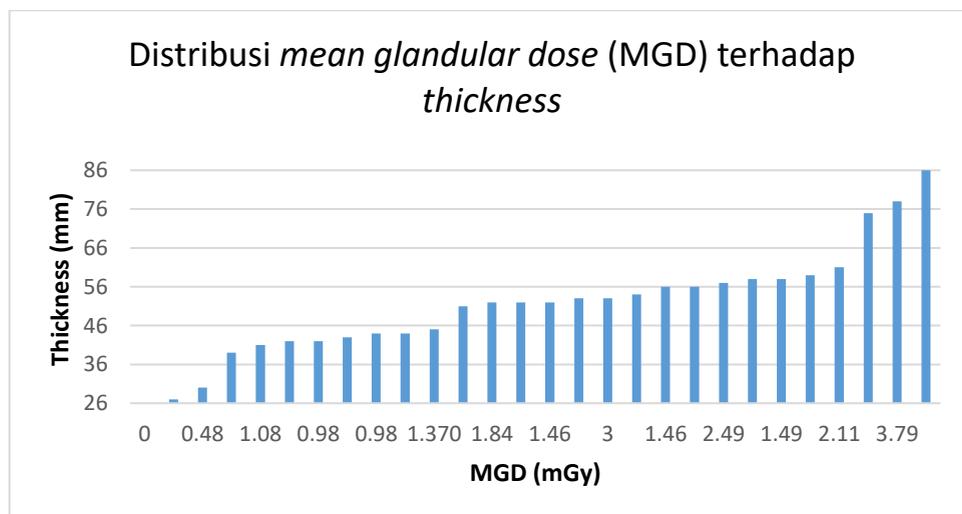
Kombinasi target/filter	<i>s</i> factor
Mo/Mo	1,000
Mo/Rh	1,017
Rh/Rh	1,061
Rh/AI	1,044
W/Rh	1,042

Dilakukan kalkulasi seperti pada persamaan 1 dan di dapatkan hasil distribusi *mean glandular dose* (MGD), seperti pada gambar 2.



Gambar 3. Distribusi *mean glandular dose* terhadap faktor eksposi kV

Variasi ketebalan (*thickness*) glandular pasien antara 30-86 mm dan output pada mammografi berupa ESE (*entrance surface exposure*) variatif bergantung pada ketebalan *mammae*, kV dan mAs.



Gambar 4. Distribusi *mean glandular dose* terhadap ketebalan (*thickness*)

Dosis pasien tidak melebihi 3 mGy pada ketebalan maksimal 45 mm sampai 75 mm. Terdapat 2 data yang melebihi 3 mGy dikarenakan ketebalan lebih dari 75 mm dan penggunaan faktor eksposi yang tinggi.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan perhitungan dan Analisa, dosis yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan metode dari *Technical Report Series 457*, tidak didapati nilai yang melebihi dosis 3 mGy pada pasien dengan ketebalan maksimal 45 mm glandular sampai dengan ketebalan 75 mm. Dari 27 sample data pasien, 25 diantaranya memiliki ketebalan sekitar 39 – 58 mm tidak ditemukan nilai *mean glandular dose* melebihi 3 mGy sesuai rekomendasi dari FDA, ACR dan MQSA. Sedangkan terdapat 2 pasien dengan nilai MGD sebesar 3,79 mGy dan 3,76 mGy dikarenakan ketebalan glandular jauh melebihi 45 mm yaitu 78 mm dan 86 mm, dan pengaruh penggunaan faktor eksposi yang tinggi. Hal ini sesuai dengan salah satu persyaratan keselamatan radiasi yang harus dipenuhi sesuai pedoman teknis DRL BAPETEN yaitu penerapan optimisasi proteksi radiasi melalui perhitungan atau pengukuran dosis pasien (dosimetri pasien).

Referensi

- ¹ IAEA. *International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*. IAEA, (1996).
- ² ACR. *Digital mammography: Quality Control Manual 2D and Digital Breast Tomosynthesis*. ACR, (2018).
- ³ JR Gentry, LA DeWerd. "TLD measurements of in vivo mammographic exposures and the calculated mean glandular dose across the United States", *Med Phys*, **23**(6):899-903, (1996). doi: 10.1118/1.597824
- ⁴ F Susanti, C Anam, E Setiawati. "Penentuan Entrance Skin Exposure (ESE) pada Pesawat Mammografi Mammomat 1000 dengan Filter Molybdenum (Mo) dan Rhodium (Rh)", *J Sains dan Mat*, **22**(1):20-24, (2014).
- ⁵ IAEA. *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*. Technical Report Series No. 457, IAEA, (2015).