

Perbandingan Nilai *Mean Glandular Dose* (MGD) dari Penggunaan Filter *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh) Pada Pesawat Mamografi

Zhafirah Putri Fadhilah¹, Rico Adrial^{1*}, Fafi Rahmah²

¹Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

²Instalasi Radiologi. RSUD Dr. Achmad Mochtar, Bukittinggi, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 7 Desember 2022
Direvisi: 29 Desember 2022
Diterima: 22 Februari 2023

Kata kunci:

Mamografi
Mean Glandular Dose
Molybdenum
Rhodium

Keywords:

Mammography
Mean Glandular Dose
Molybdenum
Rhodium

Penulis Korespondensi:

Rico Adrial
Email: ricoadrial@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Pesawat mamografi merupakan alat yang digunakan pada kegiatan skrining payudara, sehingga dosis radiasi yang diterima pada payudara atau *Mean Glandular Dose* (MGD) perlu diperhatikan. Penelitian ini menggunakan pesawat mamografi dengan anoda berbahan *Molybdenum* (Mo) dan filter dengan bahan *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai MGD dari setiap penggunaan tegangan tabung dengan kombinasi anoda filter Mo/Mo dan Mo/Rh serta membandingkannya. Penelitian ini menggunakan pesawat mamografi, fantom *Nuclear Associates* 18-220 dengan ketebalan 45 mm dan *RaySafe X2 MAM*. Pengambilan data dilakukan dengan dua mode penyinaran yaitu secara otomatis dan manual. Penyinaran manual menggunakan variasi tegangan dari (23 – 32) kV. Hasil dari penyinaran otomatis didapatkan arus tabung yang sesuai untuk ukuran fantom yang digunakan yaitu 80 mAs. Pada penyinaran manual didapatkan nilai MGD untuk kombinasi anoda filter Mo/Mo berada pada rentang nilai (0,33 – 1,25) mGy dengan persentase *error* 11% untuk tegangan 32 kV. Nilai MGD kombinasi anoda filter Mo/Rh berada pada rentang (0,44 – 1,91) mGy dengan persentase *error* 13,4% untuk tegangan 23 kV. Nilai MGD kombinasi anoda filter Mo/Rh lebih tinggi dibandingkan kombinasi anoda filter Mo/Mo. Hal ini dikarenakan nomor atom *Rhodium* (Rh) lebih tinggi apabila dibandingkan nomor atom *Molybdenum* (Mo). Selain nomor atom, energi puncak sinar-X karakteristik dari bahan filter juga mempengaruhi nilai MGD. Secara keseluruhan nilai yang didapatkan masih dalam batas yang ditetapkan oleh Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 yaitu di bawah 3 mGy.

A mammography is a tool used in breast screening activities, so the radiation dose received in the breast or Mean Glandular Dose (MGD) needs to be considered. This study uses mammography with an anode made of Molybdenum (Mo) and filters with Molybdenum (Mo) and Rhodium (Rh) materials. This study was conducted to obtain the MGD value of tube voltage for two anode filter combinations of Mo/Mo and Mo/Rh and compare them. This study used mammography, a Nuclear Associates 18-220 phantom with a thickness of 45 mm, RaySafe X2 MAM. Data collection was performed with two exposure modes, namely automatically and manually. Manual exposure uses voltage variations from (23 - 32) kV. The results of automatic exposure obtained the appropriate tube current for the phantom size used, which is 80 mAs. In manual exposure, the MGD value for the Mo/Mo combination is in the range of (0,33 – 1,25) mGy with a percentage error of 11% for a voltage of 32 kV. The MGD value for the Mo/Rh combination is in the range of (0,44 – 1,91) mGy with a percentage error of 13,4% for a voltage of 23 kV. The MGD value of anode filter Mo/Rh combination is higher than the Mo/Mo combination. This is because the atomic number of Rhodium (Rh) is higher when compared to the atomic number of Molybdenum (Mo). In addition to the atomic number, the characteristic X-ray peak energy of the filter material also affects the MGD value. Overall, the values obtained are still within the limits set by BAPETEN Regulation No. 2 of 2018, which is below 3 mGy.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia. Salah satu kanker yang paling ditakuti khususnya untuk wanita adalah kanker payudara. Kasus kanker payudara merupakan kasus yang sering ditemui di masyarakat. Pada tahun 2020, tercatat bahwa kasus kanker payudara menempati urutan pertama untuk kasus kanker yang paling banyak diderita dengan persentase 16,6%. Kanker payudara merupakan pertumbuhan sel yang tidak normal pada bagian payudara. Tingkat kematian diakibatkan oleh kanker payudara setiap tahunnya meningkat sehingga perlu dilakukan pendeteksian dini terhadap kasus kanker ini. Pendeteksian kanker payudara secara dini dikenal dengan istilah skrining payudara.

Proses skrining payudara memanfaatkan pesawat mamografi. Pesawat mamografi merupakan modalitas yang dirancang khusus untuk melihat ada atau tidaknya perkembangan sel yang tidak normal pada payudara. Payudara merupakan organ yang terdiri dari jaringan-jaringan lunak yang sensitif terhadap radiasi, sehingga pesawat mamografi memanfaatkan radiasi dengan energi rendah yaitu di bawah 35 keV. Selain menggunakan energi sinar-X yang rendah, pesawat mamografi juga dilengkapi dengan filter bawaan yang ditujukan untuk mengurangi energi sinar-X yang dihasilkan dari tabung sinar-X. Beberapa filter yang dimanfaatkan pada pesawat mamografi yaitu *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh). Pemilihan kedua bahan tersebut sebagai filter dikarenakan produksi sinar-X karakteristik berada pada energi 17,5 dan 19,6 keV untuk *Molybdenum* (Mo) dan 20,2 dan 22,7 keV untuk *Rhodium* (Rh). Selain *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh), terdapat bahan lain yang juga digunakan sebagai filter pada pesawat mamografi yaitu *Aluminium* (Al) dan *Argentum* (Ag) (Bushberg dkk., 2012).

Penggunaan kombinasi dari anoda filter diketahui mempengaruhi nilai paparan yang diterima oleh bagian permukaan payudara pasien sesuai dengan penelitian Susanti dkk., (2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Barzanje dan Harki, (2017), nilai paparan yang diterima oleh permukaan payudara pasien merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai *Mean Glandular Dose* (MGD). MGD merupakan istilah yang menunjukkan dosis radiasi rata-rata yang diterima oleh bagian payudara. Selain nilai paparan, terdapat beberapa faktor lain yang memengaruhi nilai MGD seperti faktor eksposi dan ketebalan dari payudara. Penggunaan faktor eksposi dengan tegangan yang semakin meningkat akan meningkatkan nilai dari MGD. Peningkatan menandakan semakin banyaknya radiasi sinar-X yang terserap oleh payudara seiring kenaikan tegangan tabung. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Aziz dkk., (2013), Meidiansyah dkk., (2017) dan Rauf dkk., (2020). Selain tegangan, ketebalan fantom dan kombinasi anoda filter yang digunakan juga mempengaruhi dosis radiasi yang diserap oleh payudara. Berdasarkan penelitian Alkhalifah dkk., (2020), kombinasi anoda *Wolfram* (W) dengan filter *Rhodium* (Rh) baik digunakan untuk payudara dengan komposisi 20% jaringan glandular dan 80% jaringan adiposa atau setara dengan ketebalan 6 cm fantom.

Penelitian terkait dengan nilai MGD perlu untuk terus dilakukan agar dapat memastikan dosis yang akan diterima oleh pasien saat penyinaran masih dalam batas aman. Nilai MGD telah diatur pada Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 yaitu tidak boleh melebihi 3 mGy (BAPETEN, 2018). Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan nilai MGD dari dua kombinasi anoda filter Mo/Mo dan Mo/Rh kemudian membandingkan nilai yang didapatkan untuk melihat kombinasi anoda filter pada payudara dengan komposisi 50% jaringan glandular dan 50% jaringan adiposa.

II. METODE

Penelitian menggunakan pesawat mamografi GE *Essential Senographe* di RSUD Dr. Achmad Mochtar Bukittinggi. Pesawat mamografi yang digunakan memiliki filter bawaan dengan bahan *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh). Anoda pada pesawat mamografi yang digunakan berbahan *Molybdenum* (Mo), sehingga terdapat dua kombinasi anoda filter yang digunakan yaitu kombinasi filter Mo/Mo dan Mo/Rh. Beberapa alat pendukung lain untuk penelitian ini yaitu *RaySafe X2 MAM* untuk mendapatkan nilai *Half Value Layer* (HVL) dan fantom *Nuclear Associates 18-220* terakreditasi *American College of Radiology* (ACR) dengan ketebalan 45 mm.

Penelitian dimulai dengan melakukan penyinaran secara otomatis atau dengan mode *Automatic Exposure Control* (AEC). Pada penyinaran otomatis fantom diletakkan di meja reseptor dengan jarak dari pedal kompresi ke permukaan fantom diatur 45 mm sesuai dengan ketebalan fantom. Jarak dari *focal spot* ke meja reseptor diatur pada jarak 650 mm. Penyinaran otomatis ditujukan untuk

mendapatkan nilai arus yang sesuai dengan fantom yang digunakan. Penyinaran dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan hasil yang akurat. Selanjutnya, dilakukan penyinaran manual dengan tegangan yang digunakan berada pada rentang (23 – 32) kV. Pemilihan tegangan tersebut ditujukan untuk menentukan tegangan yang paling baik untuk fantom dengan komposisi 50% jaringan glandular dan 50% jaringan adiposa. Penyinaran manual menggunakan *RaySafe X2 MAM* yang diletakkan di meja reseptor dengan jarak dari pedal kompresi dan *focal spot* ke meja reseptor diatur pada jarak 650 mm. Pada setiap tegangan dilakukan tiga kali penyinaran seperti mode otomatis. Nilai MGD didapatkan menggunakan Persamaan (1).

$$D_G = K_i \cdot c \cdot g \cdot s \quad (1)$$

dengan D_G merupakan nilai MGD perhitungan (mGy), K_i merupakan kerma (mGy), g faktor persen glandular dari payudara atau fantom, c merupakan faktor koreksi dari komposisi payudara dan s merupakan faktor koreksi dari spektrum. Nilai dari faktor-faktor koreksi yang digunakan pada perhitungan merupakan nilai yang telah ditetapkan pada *Technical Report Series* No. 457.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Nilai MGD Kombinasi Filter Mo/Mo dan Mo/Rh

Penentuan nilai MGD untuk kombinasi filter Mo/Mo dan Mo/Rh dilakukan pada tegangan (23 – 32) kV pada arus tabung 80 mAs. Nilai MGD yang didapatkan untuk kombinasi Mo/Mo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai MGD untuk kombinasi filter Mo/Mo

No	Tegangan (kV)	Arus Tabung (mAs)	MGD (mGy)
1	23	80	0,34
2	24		0,42
3	25		0,50
4	26		0,60
5	27		0,70
6	28		0,81
7	29		0,92
8	30		1,04
9	31		1,17
10	32		1,30

Tabel 1 menunjukkan nilai MGD yang didapatkan untuk kombinasi filter Mo/Mo dari hasil perhitungan berada pada rentang nilai (0,34 – 1,30) mGy. Pada Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa nilai MGD yang didapatkan dari hasil perhitungan meningkat seiring bertambahnya tegangan. Tegangan yang semakin tinggi akan meningkatkan energi dari sinar-X yang dihasilkan, sehingga menyebabkan energi sinar-X yang diterima oleh payudara juga akan semakin besar. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Rauf dkk., (2020) kenaikan tegangan tabung akan meningkatkan nilai dari MGD. Kenaikan nilai MGD juga diperoleh untuk kombinasi Mo/Rh seperti pada Tabel 2.

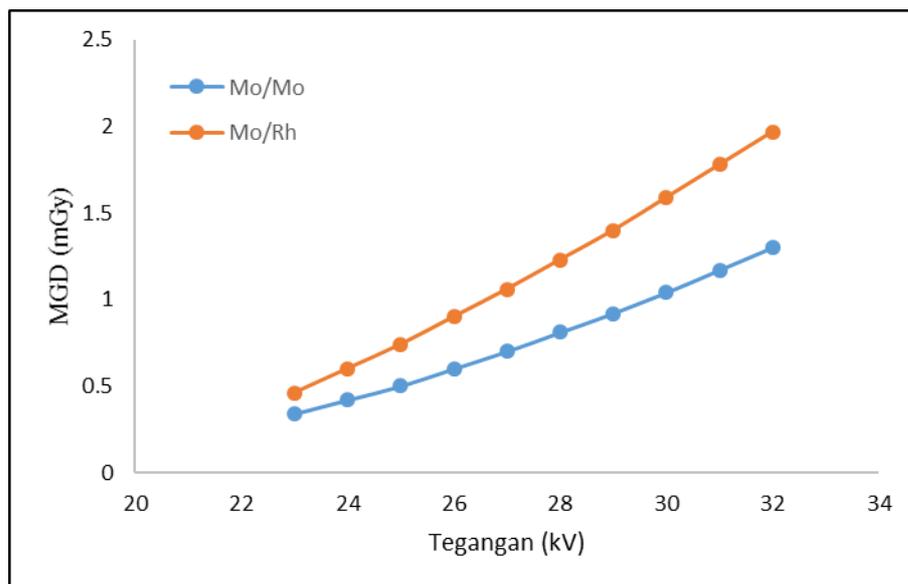
Pada Tabel 2 diketahui nilai MGD yang didapatkan dari hasil perhitungan berada pada rentang nilai (0,44 – 1,91) mGy. Nilai yang didapatkan untuk kombinasi filter Mo/Rh lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai MGD yang didapatkan untuk kombinasi filter Mo/Mo. Selain nilai MGD, nilai HVL untuk kombinasi filter Mo/Rh juga lebih tinggi dibandingkan kombinasi Mo/Mo. Hal ini dikarenakan berbedanya bahan yang digunakan sebagai filter saat penyinaran sehingga nilai koefisien atenuasi dari bahan juga akan berbeda. Secara keseluruhan nilai MGD yang didapatkan untuk kombinasi filter Mo/Mo dan Mo/Rh masih berada di bawah nilai batas yang ditetapkan oleh Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 yaitu di bawah 3 mGy.

Tabel 2 Nilai MGD untuk kombinasi Mo/Rh

No	Tegangan (kV)	Arus Tabung (mAs)	MGD (mGy)
1	23	80	0,46
2	24		0,60
3	25		0,74
4	26		0,90
5	27		1,06
6	28		1,23
7	29		1,40
8	30		1,59
9	31		1,78
10	32		1,97

3.2 Perbandingan Nilai MGD Kombinasi Mo/Mo dan Mo/Rh

Perbandingan nilai MGD yang diperoleh dari penyinaran manual untuk kombinasi filter Mo/Mo dan Mo/Rh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan nilai MGD kombinasi Mo/Mo dan Mo/Rh

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai MGD untuk kombinasi filter Mo/Rh lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi Mo/Mo pada fantom dengan komposisi 50% jaringan glandular dan 50% jaringan adiposa. Perbedaan ini dikarenakan penggunaan bahan yang berbeda sebagai filter. Bahan yang digunakan sebagai filter yaitu *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh) memiliki nomor atom yang berbeda dan intensitas sinar-X yang dihasilkan juga berbeda. Perbedaan bahan filter ini mengakibatkan adanya perbedaan interaksi elektron dan penyerapan energi sinar-X yang juga berbeda. Seperti yang diketahui, *Molybdenum* (Mo) sebagai filter menyerap energi yang berada di atas 20 keV. *Rhodium* (Rh) sebagai filter akan menyerap energi yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan *Molybdenum* (Mo) yaitu energi di atas 23,22 keV. Dikarenakan nilai yang MGD yang didapatkan untuk kombinasi anoda filter Mo/Mo lebih rendah dibandingkan dengan nilai MGD kombinasi anoda filter Mo/Rh.

Pada data yang telah didapatkan, diperoleh nilai *error* untuk setiap nilai MGD dari tegangan (23 – 32) kV. Pada kombinasi Mo/Mo nilai *error* paling tinggi didapatkan pada tegangan 32 kV dengan nilai *error* 11,0%. Faktor yang menyebabkan nilai *error* pada tegangan 32 kV untuk kombinasi anoda filter Mo/Mo tinggi yaitu dikarenakan tegangan tersebut terlalu tinggi untuk kombinasi anoda filter Mo/Mo walaupun nilai MGD yang diperoleh masih di bawah 3 mGy. Tegangan yang baik pada kombinasi Mo/Mo berada pada nilai (24 – 30) kV. Kombinasi anoda filter Mo/Rh dengan *error* paling tinggi pada tegangan 23 kV dengan nilai 13,4%. Hal ini dikarenakan tegangan ini terlalu rendah untuk kombinasi Mo/Rh. Pada kombinasi Mo/Rh tegangan yang baik digunakan berada pada rentang tegangan (28 – 32) kV (Bushberg dkk., 2012). Nilai *error* yang didapatkan untuk kedua kombinasi masih berada di bawah 14%. Secara keseluruhan untuk nilai MGD dari hasil perhitungan pada kombinasi anoda filter Mo/Mo dan Mo/Rh berada di bawah 3 mGy dan masih sesuai dengan Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai MGD yang dihasilkan untuk kombinasi anoda filter Mo/Rh lebih tinggi dibandingkan kombinasi anoda filter Mo/Mo dengan rentang nilai MGD untuk Mo/Rh berada pada rentang nilai (0,46 – 1,97) mGy sedangkan untuk nilai MGD kombinasi Mo/Mo berada pada rentang nilai (0,36 – 1,30) mGy. Nilai MGD yang didapatkan untuk kedua kombinasi anoda filter sesuai Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 yaitu di bawah 3 mGy.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak RSUD Dr. Achmad Mochtar Bukittinggi yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhalifah, K., Asbeutah, A. dan Brindhavan, A. (2020) 'Image quality and radiation dose for fibrofatty breast using target/filter combinations in two digital mammography systems', *Journal of Clinical Imaging Science*, 10(1), pp. 1–7.
- Aziz, S.A.A., Saparudin, A.K.M. dan Harun, A.Z. (2013) 'Evaluation of mean glandular dose and modulation transfer function for different tube potentials and target-filter combinations in computed radiography mammography', *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 20(3), pp. 23–30.
- BAPETEN, 2018, *Perka BAPETEN Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*, Jakarta.
- Barzanje, S.L.N.H. dan Harki, E.M.T.N. (2017) 'Estimation of mean glandular dose for patients who undergo mammography and studying the factors affecting it', *AIP Conference Proceedings*, 1888(September 2017), pp. 1–6.
- Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M., dan Boone, J.M. (2012) *The essential physics of medical imaging*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Meidiansyah, Y., Arifin, Z. dan Shofar, M.I. (2017) 'Pengembangan Aplikasi Rekam Dosis Untuk Pemeriksaan Payudara Dengan Pesawat Sinar-X Mamografi Berbasis Web Service', *Seminar Keselamatan Nuklir 2017*, pp. 28–34.
- Rauf, R.A., Astuty, S.D., Dewang, S., dan Mulyadin. (2020) 'Pengaruh Faktor Eksposi dan Tebal Fantom Terhadap Mean Glandular Dose (Mgd) Pada Pesawat Sinar-X Mamografi', 23(3), pp. 83–90.
- Susanti, F., Anam, C. dan Setiawati, E. (2014) 'Penentuan Entrance Skin Exposure (Ese) Pada Pesawat Mamografi Mammomat 1000 Dengan Filter Molybdenum (Mo) dan Rhodium (Rh)', *Jurnal Sains Dan Matematika*, 22(1), pp. 20–24.