

Deteksi Perubahan Komposisi Cat Dinding Akibat Paparan Sinar X

(Detection of Composition Changes in Wall Paint Due to X-Ray Exposure)

W. Janwar*, S. Suryani, and N. Rauf

Departemen Fisika Universitas Hasanuddin

Info

Article history:

Received: 14 Juni 2020

Accepted: 27 Juni 2020

Published: 30 Juni 2020

Abstrak.

Masalah proteksi paparan radiasi ionik, seperti sinar X telah banyak diteliti. Selama ini penelitian hanya fokus pada cara dan pemakaian alat proteksi untuk pasien dan pekerja radiasi. Bahan proteksi paparan radiasi ionik lain yang penting bagi pasien, pekerja radiasi, bahkan masyarakat umum adalah dinding ruangan radiologi. Dinding ruangan radiologi mempunyai syarat tertentu, seperti ketebalan, komposisi bahan, dan warna. Dinding harus berwarna putih agar bersih dari kotoran maupun mikroorganisme. Dinding ruangan tidak terkena paparan langsung, melainkan melalui hamburan, sehingga dosis paparan rendah. Dengan memvariasikan tegangan tabung sinar X seperti yang digunakan pada diagnostik, dilakukan pengamatan terhadap perubahan komposisi cat dinding dengan X-Ray Fluorescence (XRF). Hasil penelitian menunjukkan perubahan besar pada laju dosis 1,19 mGy/s atau pada tegangan tabung 80 kV. Senyawa yang terkandung dalam cat menurun persentasenya, bahkan senyawa K₂O dan Nb₂O₅ tidak terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah pemakaian sinar X konvensional yang tinggi akan meningkatkan kerusakan cat dinding ruang radiologi.

Abstract.

The problem of protection from ionic radiation exposure, such as X-rays has been widely studied. So far, research only focused on the procedures and use of protective equipment for patients and radiologists. Another important of ionic radiation protection material for patients, radiologists, and even the general public is the radiology room wall. Radiology room walls have certain requirements, such as thickness, material composition, and color. The walls must be white, so we can easily see if it's infected from dirt and microorganisms. The walls of the room are not exposed to direct exposure, but from scattering radiation exposure, so the dose is low. By varying the voltage of the X-ray tube as it's used in diagnostics, we observed that there were some changes in the composition of the wall paint, which were detected by X-Ray Fluorescence (XRF). The results showed totally changes in the wall paint when it was exposed at the 1.19 mGy / s dose rate or in the 80 kV tube voltage. All the compounds contained in the wall paint decreased in percentage, even K₂O and Nb₂O₅ compounds were not detected. This result shows that high frequent of using conventional X-rays will increase damage to the radiological room wall paint.

Kata kunci:

Sinar X
Cat dinding
X-Ray Fluorescence (XRF)
Diagnostik
Tegangan

Keywords:

X-rays
Wall paint
X-Ray Fluorescence (XRF)
Diagnostics
Voltage

*) e-mail: Wandijanwar@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sinar X merupakan radiasi ionik, yang digunakan sebagai alat diagnostik dalam bidang medis. Pemanfaatan radiasi sinar X ini dalam bidang medis, karena daya tembusnya yang besar, sehingga dokter dapat mengetahui kelainan atau gangguan pada organ dalam tubuh tanpa intervensi [1,2]. Selain tidak mengganggu kenyamanan pasien, hasil yang diperoleh juga lebih cepat. Walaupun demikian, radiasi sinar X dapat memutuskan ikatan kimia pada bahan yang terpapar. Khusus

untuk bahan biologi, seperti tubuh manusia, putusnya ikatan kimia akan menimbulkan efek negatif, dari gangguan fungsi organ hingga kanker [3-5]. Itulah sebabnya, proteksi terhadap tubuh dari paparan radiasi sinar X menjadi penting [6]. Berbagai macam proteksi dengan tujuan untuk meminimalisasi paparan radiasi pada tubuh, baik untuk pasien, pekerja radiasi, hingga masyarakat umum telah diciptakan dan digunakan [6, 7]. Umumnya, penelitian tentang bahan proteksi

radiasi ditujukan untuk pasien atau pekerja radiasi, berupa perisai radiasi dalam bentuk dinding penghalang atau apron [6,8]. Di sisi lain, dinding ruang tempat instrumen sinar X hampir tidak diperhatikan, karena dinding ruangan tidak langsung terpapar radiasi sinar X, melainkan dinding ruangan hanya terpapar oleh radiasi hambur yang dosisnya rendah.

Dinding ruangan merupakan perisai radiasi yang ditujukan pada masyarakat umum, atau bahan yang digunakan untuk mengurangi dosis paparan radiasi pada orang-orang yang berada di sekitar ruang radiologi. Dinding ruangan radiologi mempunyai ukuran dan komposisi tertentu, dengan tujuan agar dinding ini dapat menghambat semaksimal mungkin radiasi hambur dari dalam ruangan radiologi. Selain itu, dinding ruangan radiologi harus halus agar tidak terjadi banyak pantulan dari dinding yang tidak rata. Bila keadaan ini terjadi, dapat mengakibatkan kenaikan dosis radiasi hambur dalam ruang. Lebih jauh lagi, warna dinding harus putih agar kebersihan terjaga dan mudah terlihat bila ada bahan pengotor (jamur, debu, atau zat kimia) menempel pada dinding [8,9]. Untuk menjaga hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini. Penelitian ini, mempunyai tujuan untuk mengetahui adanya perubahan pada cat pelapis dinding ruangan radiologi akibat paparan radiasi hambur.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2020, di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Makassar, Laboratorium Material dan Energi Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, dan Laboratorium Terpadu Science Building Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.

Cat dinding yang digunakan merupakan cat pelapis terluar yang dipakai dalam ruang radiologi. Sampel cat dinding ruangan dikarakterisasi dengan menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) sebelum dan setelah penyinaran sinar-X. Pada saat penyinaran dilakukan, di sebelah sampel diletakkan X-ray Multi Meter yang akan mengukur dosis radiasi yang jatuh di sampel.

Penelitian ini menggunakan sumber radiasi sinar-X yaitu Pesawat Sinar-X mobile merek Siemens, unit model OX 110-1 dengan nomor registrasi 37.001.19.40052 pada tanggal 26 Juli 2019. Penyinaran dilakukan dengan empat (4) variasi dosis yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan tentang nilai dosis hambur [1]. Dosis penyinaran dilakukan dengan memvariasikan tegangan tabung sinar X pada nilai arus tabung sinar X yang tetap.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyinaran sampel dilakukan dengan variasi tegangan tabung yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pada saat penyinaran, terukur besar laju dosis yang juga tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi nilai tegangan tabung sinar X dan laju dosis

No.	Tegangan tabung sinar X (kV)	Laju dosis (mGy/s)
1	70	0,82
2	77	0,98
3	80	1,19
4	100	1,20

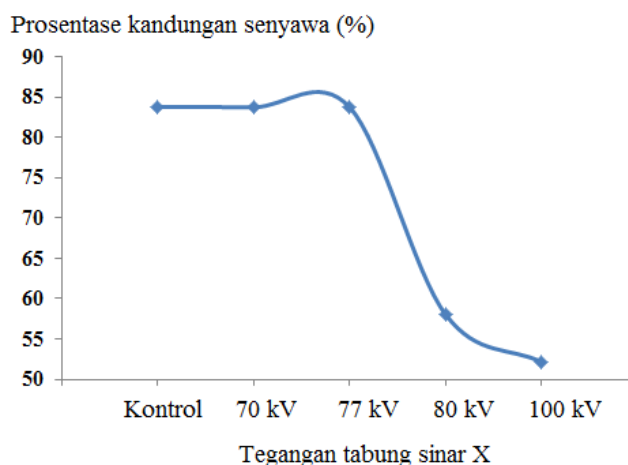
Hasil pengukuran sampel dengan menggunakan XRF diperoleh komposisi yang terkandung dalam cat adalah TiO₂, Fe₂O₃, CaO, Cl, P₂O₅, K₂O, ZrO₂, MnO, dan Nb₂O₅ dengan kandungan senyawa per komponen dapat dilihat pada tabel 2. Senyawa TiO₂ adalah senyawa utama yang terkandung pada cat hingga mencapai 83,23 %. Senyawa ini adalah bahan dasar dalam memberikan warna putih pada cat [10,11]. Warna putih dipilih pada ruang radiologi agar mudah diketahui bila ada debu atau perubahan yang terjadi dalam ruang radiologi [9].

Tabel 2. Hasil Karakterisasi XRF sebelum penyinaran sinar-X

No.	Senyawa kimia	Prosentase (%)
1	TiO ₂	83,23
2	Fe ₂ O ₃	4,62
3	CaO	4,39
4	Cl	3,30
5	P ₂ O ₅	2,58
6	K ₂ O	0,83
7	ZrO ₂	0,67
8	MnO	0,31
9	Nb ₂ O ₅	0,07

Selanjutnya beberapa senyawa logam, seperti Fe₂O₃, ZrO₂, MnO, dan Nb₂O₅, yang merupakan senyawa yang harus ada pada perisai radiasi, dan senyawa lainnya yang umum terkandung pada cat dinding [12,13].

Paparan radiasi sinar X pada sampel cat pada dosis rendah, yaitu pada tegangan tabung 70 kV hingga 77 kV hanya mengalami perubahan kecil atau tidak mempunyai pengaruh yang nyata. Perubahan yang cepat pada senyawa TiO₂ nyata terlihat pada tegangan tabung sinar X 80 kV, yang dapat dilihat dari turunnya persentase kandungan senyawa TiO₂ pada cat, dan laju perubahan mulai menurun dengan naiknya tegangan tabung sinar X. Keadaan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

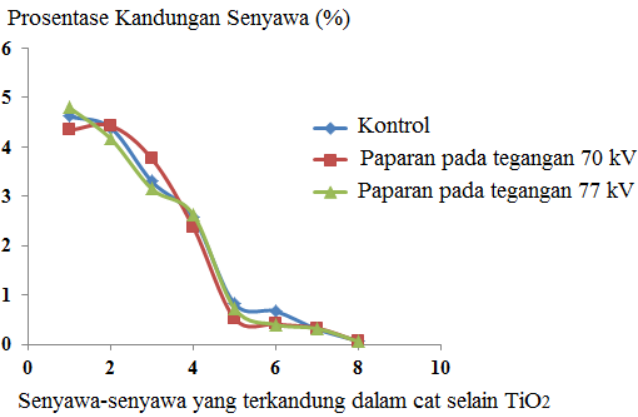


Gambar 1. Grafik perubahan prosentase kandungan senyawa TiO₂ pada cat akibat paparan radiasi sinar X

Perubahan komponen atau komposisi dasar pada cat yang dikatakan sebagai katalis tentu akan mempengaruhi keberadaan senyawa-senyawa lainnya [14]. Seperti pada senyawa TiO₂, perubahan yang terjadi pada senyawa-senyawa lain yang terkandung pada cat tampak kecil atau tidak signifikan pada paparan dengan dosis rendah (tegangan tabung 70 kV dan 77 kV). Keadaan ini tampak pada gambar 2 yang memperlihatkan persentase senyawa Fe₂O₃, CaO, Cl, P₂O₅,

K₂O, ZrO₂, MnO, dan Nb₂O₅ sebelum dan setelah paparan radiasi sinar X hampir tidak berbeda.

dosis radiasi hambur dalam ruangan dan mengenai dinding khususnya cat. Hasil penelitian membuktikan bahwa laju dosis 1,19 mGy/s dapat merusak cat, bahkan menghilangkan beberapa senyawa di dalamnya.



Gambar 2. Grafik perubahan kandungan senyawa yang terkandung dalam cat selain TiO₂ sebelum dan setelah paparan radiasi sinar X

Keadaan yang berbeda tampak pada sampel setelah diberi paparan radiasi dengan dosis yang lebih tinggi, yaitu pada tegangan tabung sinar X sebesar 80 kV (lihat gambar 3). Semua senyawa mengalami perubahan, yaitu mengalami penurunan persentase pada sampel, bahkan senyawa K₂O dan Nb₂O₅ tidak terdeteksi. Begitu pula pada sampel yang diberi paparan radiasi dengan tegangan tabung sinar X sebesar 100 kV, hampir semua senyawa mengalami penurunan konsentrasi. Perubahan komposisi akan mengubah kemampuan bahan sebagai bahan perisai radiasi [15-17]. Jadi paparan radiasi dengan dosis tinggi pada target akan menimbulkan radiasi hambur yang tinggi pula. Kenaikan dosis radiasi hambur akan menaikkan dosis radiasi yang mengenai dinding ruangan [18].

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Makassar, khususnya Ibu Dwi Febri Isradiati, S.Si yang telah membantu dalam pengambilan data. Juga kepada Yayasan Haji Kalla yang telah memberikan bantuan dalam pembiayaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] U. Hasanah. *Kajian Keselamatan dari Paparan Radiasi Dental X-ray di Laboratorium Klinik Parahita Diagnostic Center Makassar*. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2016.

[2] C. G. Hernandez-Murillo, et. al. "X-ray and Gamma Ray Shielding Behavior of Concrete Blocks", *Nuclear Engineering and Technology*, Vol.12: 1-6, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.net.2020.01.007>

[3] I. I. Suliman, et. al. "Examination Frequency and Population Dose from Medical X-Ray Examinations in Sudanin 2010". *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 165:1-4, 2015. doi: 10.1093/rpd/ncv106

[4] P. Teles, et. al. "Evaluation of the Portuguese population exposure to ionizing radiation due to x-ray and nuclear medicine procedures from 2013 to 2017", *Radiation Physics and Chemistry*, Vol. 172. Juli 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108762>.

[5] M. A. Budiawan, et. al. "Analysis of Absorption Properties of a Composite FlyAsh and Fe2O3 for X-ray Radiation Shielding Applications". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 593:1-4, 2019. doi:10.1088/1757-899X/593/1/012014

[6] R. Etzel, et. al. "Effectiveness of a New Radiation Protection System in The Interventional Radiology Setting". *European Journal of Radiology*, Vol.106:56-61, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.07.006>

[7] Y. Al-Hadeethi, et al., "X-ray photons attenuation characteristics for two tellurite based glass systems at dental diagnostic energies", *Ceramics International*, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.08.258>.

[8] A. K. Singh, et. al., "Characterization and biocompatibility studies of lead free X-ray shielding polymer composite for healthcare application", *Radiation Physics and Chemistry*, Vol. 138: 9-15, September 2017, <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.04.016>.

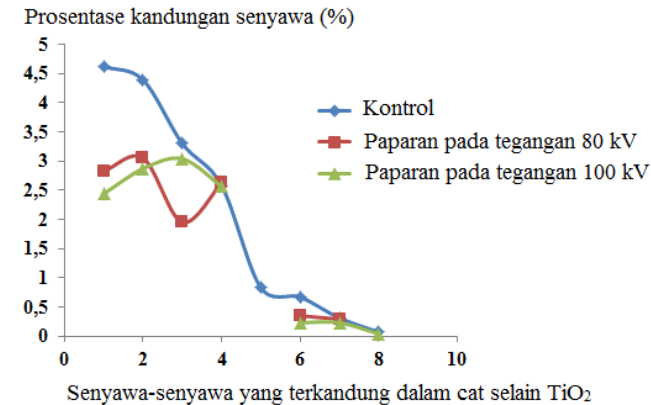
[9] J. W. Hong, et.al., "Effectiveness evaluation of self-produced micro and nanosized tungsten materials for radiation shielding with diagnostic X-ray imaging system", *Optik*, Vol. 172: 760-765. November 2018, <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.07.107>.

[10] BAPETEN. Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional. Nomor 8 tahun 2011, Oktober 2011.

[11] Menteri Pekerjaan Umum. *Pengesahan 32 Standar Konsep SNI*. Nomor 306/KPTS/1989, Juli 1989.

[12] C. Tian, S. Huang, and Y. Yang, "Anatase TiO2 white pigment production from unenriched industrial titanyl sulfate solution via short sulfate process", *Dyes and Pigments*, Vol, 96: 609-613. Februari 2013. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2012.09.016>.

[13] K. J. Park, et.al., "Preparation of PS/TiO2 as a white pigment for electrophoretic displays", *Current Applied Physics*, Vol.



Gambar 3. Grafik perubahan kandungan senyawa yang terkandung dalam cat selain TiO₂ sebelum dan setelah paparan radiasi sinar X

4. KESIMPULAN

Cat dinding ruang radiologi mempunyai peran penting sebagai perisai radiasi. Cat dinding berada pada bagian terluar yang langsung terkena radiasi hambur. Warna cat dinding harus putih sebagai alat indikator pertama tentang kebersihan ruangan, selain itu harus halus agar tidak terjadi pantulan radiasi ke berbagai arah. Pemakaian instrumen sinar X konvensional dengan frekuensi tinggi akan meningkatkan

- 13:1231-1236, September 2013,
<https://doi.org/10.1016/j.cap.2013.03.020>.
- [14] Y.Al-Hadeethia and M.I.Sayyed. "X-ray attenuation features of some tellurite glasses evaluated at medical diagnostic energies", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 365, Januari 2020. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2019.124712>.
- [15] S. A.M. Issa, *et. al.*, "Effect of Bi₂O₃ content on mechanical and nuclear radiation shielding properties of Bi₂O₃-MoO₃-B₂O₃-SiO₂-Na₂O-Fe₂O₃ glass system", *Results in Physics*, Vol. 13, Juni 2019, <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.102165>.
- [16] C. ChiLin and W.Y. Chen, "Effect of paint composition, nano-metal types and substrate on the improvement of biological, resistance on paint finished building material"*Building and Environment*, Vol. 117: 49-59, Mei 2017. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.02.013>.
- [17] W. Cheewasukhanont, *et.al.*, "The effect of particle size on radiation shielding properties for bismuth borosilicate glass", *Radiation Physics and Chemistry*, Vol. 172, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108791>.
- [18] J.B. Davis and B. Reiner. "Depth dose under narrow shielding blocks: a comparison of measured and calculated dose", *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 34: 219-227. Februari 1995. [https://doi.org/10.1016/0167-8140\(95\)01523-J](https://doi.org/10.1016/0167-8140(95)01523-J)