

Analisis Dosis Limbah Timbal Aki Bekas Untuk Proteksi Radiasi Sinar-X Di

Laboratorium Fisika Medik UNNES

Indrawati ✉, Susilo

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
 Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima April 2023

Disetujui Juni 2023

Dipublikasikan Agustus
 2023

Keywords: *Analysis, Science
 Literacy, Competency Aspects*

Abstrak

Proteksi radiasi menggunakan prinsip mengurangi intensitas radiasi dengan materi atau dengan bahan penyerap radiasi. Bahan penyerap radiasi yang efektif digunakan untuk proteksi radiasi yaitu timbal (Pb). Timbal (Pb) dapat digunakan untuk bahan perisai radiasi dikarenakan mempunyai nomor atom tinggi yaitu 82. Telah dilakukan penelitian pembuatan pelat timbal dengan menggunakan timbal aki bekas sepeda motor yang didopping pada resin yukalac C 108B. Sampel dibuat dengan variasi komposisi resin:timbal yaitu; 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60%, 30%:70%, 20%:70%, dan 10%:90%, dengan variasi ketebalan 0,5 cm dan 0,7 cm. Didapatkan hasil pada pengujian surveymeter, semakin tebal sampel dan semakin besar pula kandungan timbal menunjukkan peningkatan laju dosis serap pelat timbal, sehingga dosis radiasi yang melewati bahan penyerap cenderung berkurang. Selanjutnya dilakukan pengujian sampel menggunakan SEM-EDX, didapatkan kandungan timbal (Pb), karbon (C), oksigen (O), dan silikon (Si) pada pelat timbal aki bekas sepeda motor. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa timbal aki bekas sepeda motor dapat digunakan sebagai alternatif bahan proteksi radiasi.

Abstract

Radiation protection uses the principle of reducing radiation intensity with materials or with radiation absorbing materials. An effective radiation absorbing material used for radiation protection is lead (Pb). Lead (Pb) can be used as a radiation protective material because it has a high atomic number, namely 82. Research has been carried out on making lead plates using used motorbike battery lead doped with Yukalac C 108B resin. Samples were prepared with various resin compositions: namely lead; 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60%, 30%:70%, 20%:70%, and 10 %:90%, with thickness variations of 0.5 cm and 0.7 cm. Surveymeter test results show that the thicker the sample and the greater the lead content, it indicates an increase in the absorbed dose rate of the lead plate, so that the radiation dose passing through the absorbing material tends to decrease. Next, the samples were tested using SEM-EDX and the content of lead (Pb), carbon (C), oxygen (O) and silicon (Si) was obtained on the lead plates of used motorbike batteries. From this study it can be concluded that lead from used motorcycle batteries can be used as an alternative radiation protection material.

PENDAHULUAN

Aki merupakan sebuah produk kompleks yang terbuat dari beberapa material. Aki terbuat dari lembaran-lembaran timah yang terbenam oleh larutan asam sulfat. Komposisi rata-rata pada sebuah aki adalah ~80% Timbal (Pb), ~8% plastik (boks dan bagian lain yang berbahan plastik), dan ~12% H₂SO₄ (Salamone et al., 2005). Timbal merupakan logam yang tahan korosi. Hampir seluruh ruangan radiologi di Indonesia menggunakan Timbal sebagai bahan proteksi radiasi. Penggunaan Timbal sangat besar kemampuannya dalam memproteksi radiasi yang ditimbulkan oleh pesawat-X. Manfaat lain dari pelat timbal yaitu sebagai bahan perisai dari radiasi sinar-X. Ruangan pesawat sinar-X menggunakan pelat timbal sebagai bahan proteksi radiasinya. Timbal masih menjadi salah satu komoditas logam non-ferrous yang utama dalam industri modern. Sifat timbal memiliki ketahanan korosi yang baik, keuletan yang tinggi serta mampu menahan radiasi (Suryana et al., 2019).

Proteksi radiasi diusahakan menggunakan prinsip perisai radiasi yaitu dengan mengurangi fluks radiasi dibalik perisai sehingga harus dilakukan sesuai dengan prinsip As Low As Reasonably Achievable yaitu dosis radiasi yang diterima diusahakan seminimal mungkin untuk meminimalisir paparan sinar radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi (Wijayanto, 2014). Penelitian ini dilakukan pengujian terhadap pelat timbal bekas aki sepeda motor sebagai bahan proteksi radiasi terhadap sinar-X. Pengujian ini

dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan timbal terhadap laju dosis, pengaruh tegangan sinar-X terhadap laju dosis radiasi dan pengujian SEM-EDX dari pelat timbal, sehingga dapat diketahui timbal bekas layak digunakan sebagai bahan proteksi radiasi sinar-X.

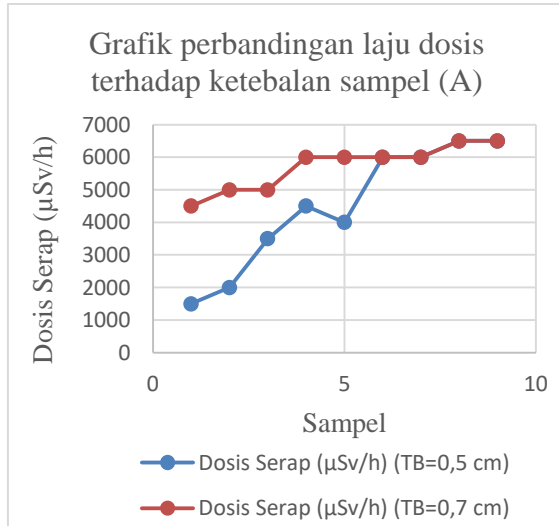
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan resin Yukalac C 108 B untuk mendopping timbal (Pb) bekas aki sepeda motor dengan ukuran 8x8 cm dan ketebalan yang bervariasi. Sedangkan alat-alat yang digunakan meliputi cetakan pelat timbal, surveymeter analog, penggaris, kamera smartphone, aplikasi excel 2016 pada laptop ASUS, pesawat sinar-x Mednif SF-100BY dan sistem radiografi digital yang ada di Laboratorium Fisika Medik Universitas Negeri Semarang. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen langsung dengan membuat perisai radiasi berbahan polyester yang didopping timbal (Pb) bekas aki sepeda motor dan mengekspos terhadapnya dengan kV 40 dan 45, mA 16 dan 32, waktu pemotretan selama 0,32 s. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian SEM-EDX terhadap sampel pelat timbal aki bekas sepeda motor.

PEMBAHASAN

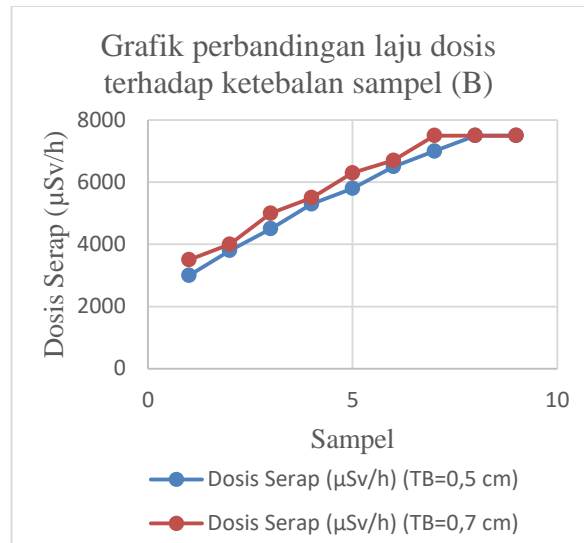
Uji surveymeter ini menggunakan dua variasi tegangan 40 kV dan 45 kV, kuat arus 16 mA dan 32 mA, dan tebal sampel 0.5 cm dan 0.7 cm. Pengujian pertama dilakukan dengan ekspose sinar-x dengan faktor eksposi 40 kV; 16 mA; 0,32 s dan menggunakan surveymeter untuk mengetahui

laju dosis sampel. Laju dosis menggunakan surveymeter menghasilkan dosis awal sebesar 6500 $\mu\text{Sv/h}$ dan didapatkan laju dosis serap terhadap ketebalan bahan pada Gambar 4.1.



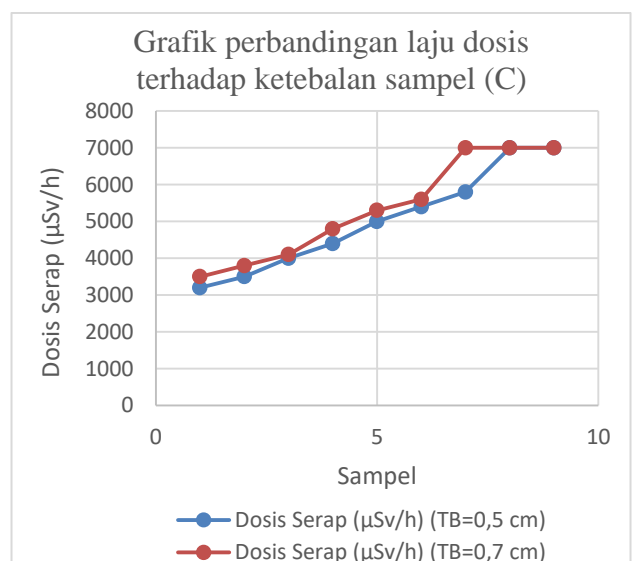
Gambar 4.1. Grafik perbandingan laju dosis serap terhadap ketebalan sampel

Pengujian kedua dilakukan dengan ekspose sinar-x dengan faktor eksposi 40 kV; 32 mA; 0,32 s dan menggunakan surveymeter untuk mengetahui laju dosis sampel. Laju dosis menggunakan surveymeter menghasilkan dosis awal sebesar 7500 $\mu\text{Sv/h}$ dan didapatkan laju dosis serap terhadap ketebalan bahan pada Gambar 4.2.



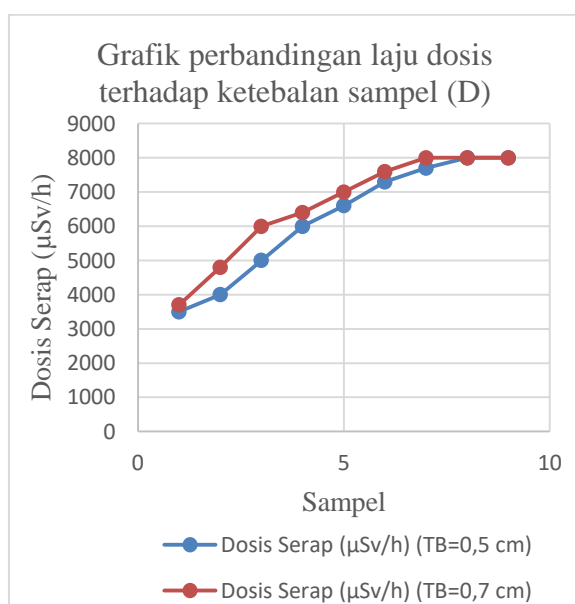
Gambar 4.2. Grafik perbandingan laju dosis serap terhadap ketebalan sampel

Pengujian ketiga dilakukan dengan ekspose sinar-x dengan faktor eksposi 45 kV; 16 mA; 0,32 s dan menggunakan surveymeter untuk mengetahui laju dosis sampel. Laju dosis menggunakan surveymeter menghasilkan dosis awal sebesar 7000 $\mu\text{Sv/h}$ dan didapatkan laju dosis serap terhadap ketebalan bahan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik perbandingan laju dosis serap terhadap ketebalan sampel

Pengujian ketiga dilakukan dengan ekspose sinar-x dengan faktor eksposi 45 kV; 32 mA; 0,32 s dan menggunakan surveymeter untuk mengetahui laju dosis sampel. Laju dosis menggunakan surveymeter menghasilkan dosis awal sebesar 8000 $\mu\text{Sv/h}$ dan didapatkan laju dosis serap terhadap ketebalan bahan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik perbandingan laju dosis serap terhadap ketebalan sampel

Dari hasil pengujian sampel menggunakan surveymeter menunjukkan semakin tebal sampel dan semakin besar pula konsentrasi timbal menunjukkan peningkatan laju dosis serap pelat timbal, sehingga dosis radiasi yang melewati bahan penyerap cenderung berkurang. Tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), waktu eksposi (s), dan faktor jarak (m) mempengaruhi sinar-x. Semakin

besar energi yang digunakan, semakin besar pula dosis yang melewati bahan penyerap. Besarnya tegangan tabung sinar-x mempengaruhi besar energi sinar-x. Semakin tinggi tegangan yang digunakan, maka energi sinar-x yang dihasilkan semakin besar pula. Tegangan tabung sinar-x juga berpengaruh terhadap terhadap daya tembus sinar-x yang dihasilkan sehingga nilai tegangan akan mempengaruhi kualitas sinar-x karena perubahannya mempengaruhi panjang gelombang yang dihasilkan. Panjang gelombang sinar-x berbanding terbalik dengan tegangan tabung sinar-x. Semakin tinggi nilai tegangan tabung, maka panjang gelombangnya semakin rendah (Ni'mah, 2020).

Pengujian Scanning Electron Microscopy dan Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM EDX) dilakukan pada sampel dengan variasi komposisi resin:timbal aki bekas yaitu 80:20, 60:40, 50:50, 40:60, dan 20:80 dengan pengujian sampel tersebut menghasilkan data komposisi zat penyusun sampel. Hasil uji SEM EDX dapat menunjukkan hasil campuran komposisi 80:20 kandungan timbal (Pb) didapatkan konsentrasi 10,57%, karbon (C) diperoleh konsentrasi 76,09%, kandungan oksigen (O) sebesar 13,26%, dan kandungan silikon (Si) sebesar 0,09%. Untuk campuran dengan komposisi 60:40 dihasilkan kandungan timbal (Pb) sebesar 23,06%, kandungan karbon (C) sebesar 50,59%, kandungan oksigen (O) sebesar 26,23%, dan kandungan silikon (Si) sebesar 0,11%. Sampel dengan komposisi 50:50 diperoleh kandungan timbal (Pb) sebesar 28,45%, kandungan karbon (C) sebesar 67,99%, kandungan oksigen (O)

sebesar 3,26%, dan kandungan silikon (Si) sebesar 0,29%. Untuk sampel dengan komposisi 40:60 didapatkan kandungan timbal (Pb) sebesar 29,16%, kandungan karbon (C) sebesar 69,65%, kandungan oksigen (O) sebesar 1,09%, dan kandungan silikon (Si) sebesar 0,09%. Sedangkan variasi sampel dengan komposisi 20:80 diperoleh kandungan timbal (Pb) sebesar 36,09%, kandungan karbon (C) sebesar 37,52%, kandungan oksigen (O) sebesar 26,28%, dan kandungan silikon (Si) sebesar 0,10%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan, didapatkan disimpulkan bahwa pengaruh ketebalan pelat timbal aki bekas sepeda motor. Semakin tebal sampel dan semakin besar pula konsentrasi timbal menunjukkan peningkatan laju dosis serap pelat timbal, sehingga dosis radiasi yang melewati bahan penyerap cenderung berkurang. Besarnya tegangan tabung sinar-x mempengaruhi besar energi sinar-x. Semakin tinggi tegangan yang digunakan, maka energi sinar-x yang dihasilkan semakin besar pula. Semakin besar energi yang digunakan, semakin besar pula dosis yang melewati bahan penyerap. Hasil uji SEM-EDX pelat timbal aki bekas sepeda motor didapatkan kandungan elemen-elemen utama yaitu timbal (Pb), karbon (C), oksigen (O), dan silikon (Si). Menurut Tishkevich et al. (2018), dengan adanya unsur timbal (Pb) dalam campuran maka sampel mampu digunakan menjadi bahan proteksi radiasi. Unsur timbal sangat cocok

digunakan sebagai bahan proteksi radiasi untuk mengurangi efek sinar gamma dan sinar-x karena memiliki nomor atom yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitler, Tarigan, K., Sembiring, T., & Sinuhaji, P. 2018. Fabrication and Characteristics of X-Ray Radiation Shield base on Polyester and Lead Acetate as Alternative of Replacement Radiation Shielding Lead Glass. *IJSRSET*, 4(9), 434-445.
- Hasnawati. 2016. Analisis Dosis Paparan Radiasi Sinar-X Diunit Radiologi Rs. Bhayangkara Makassar. UIN Alauddin Makassar.
- Muharini, A., & Rosita, W. 2017. Studi Koefisien Atenuasi Kulit Sintetis Dengan Bahan Isian Pb(No 3) 2 Untuk Bahan Apron Proteksi Radiasi Pada Instalasi Radiodiagnostik. *Prosiding*, November, 375-382.
- Ni'mah, L. 2020. Pengolahan Ulang Limbah Timbal Aki Bekas Sebagai Proteksi Radiasi Sinar-X. Universitas Negeri Semarang : Skripsi.
- Putra, Hendra, Satyarno, I., & Wijatna, A. B. 2009. Penggunaan Pasir Besi Dari Kulon Progo Dengan Berat Jenis 4,311 Untuk Mortar Perisai Radiasi Sinar Gamma. *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*. Vol. 18. No. 3.
- Rahma, I. N. 2016. Tutup Instalasi Listrik Pada Atap Rumah Sebagai Bahan Proteksi Radiasi Sinar-X. Universitas Negeri Semarang.
- Salamone, Roberta., Mondella, Fabio., Lanuzza, Francesco., Micali, Giuseppe. 2005. An Ecobalance of a Recycling Plants for Spent Lead-Acid Batteries. *Environmental Management*. Vol. 35, No. 2, pp. 206-219.
- Suryana, Milandia, A., Elwadi, A. 2019. Pengaruh Penambahan Oksidator Pada Proses Pelindian Oksidatif Konsentrat

Galena. Jurnal Jejaring Matematika dan Sains Vol. 1, No. 1.

- Syahria, Setiawati, E., & Firdausi, K. S.. 2012. Pembuatan Kurva Isodosis Paparan Radiasi Di Ruang Pemeriksaan Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Kolaka-Sulawesi Tenggara. Berkala Fisika 15.4 (2012): 123-132.
- Tishkevich, D.I., Grabchikov, S.S., & Lastovskii, S.B. 2018. Function composites materials for shielding applications: correlation between phase separation and attenuation properties. Journal of Alloys and Compounds, 771, 238-245.
- Wijayanto, A. A. 2014. Pengaruh Komposisi Fiter Timbal Oksida Dan Adcm (Azodicarbonamide) Terhadap Nilai Koefisien Atenuasi Gamma, Kuat Tarik, Dan Kemuluran Kulit Sintetis Bahan Apron Proteksi Radiasi. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Wirjosimin, Suwarno. 1995. Mengenal Asas Proteksi Radiasi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.