



Sintesis Komposit Resin-Gd₂O₃ Untuk Aplikasi Perisai Radiasi Neutron

Synthesis of Resin-Gd₂O₃ Composite for Neutron Radiation Shielding Application

Rohmad Salam^{1*}, Agus Salim Afrozi², Auring Rachminisari², Budhi Indrawijaya³, Agus Sudjatno⁴, Sulistioso Giat Sukarya²

¹Direktorat Pengelolaan Fasilitas Kenukliran- Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia 15314

²Pusat Riset Teknologi Detektor Radiasi Analisis Nuklir (PRTDRAN) - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia 15314

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Indonesia 15417

⁴Direktorat Pengelolaan Laboratorium- Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia 15314

*Corresponding Author. Email: salam_rd@yahoo.com

Received: 8th May 2023; Revised: 19th July 2023; Accepted: 26th July 2023

Abstrak

Telah dilakukan sintesis komposit resin dengan filler Gd₂O₃ untuk aplikasi perisai radiasi neutron. Bahan yang digunakan sebagai perisai neutron adalah resin yang ditambahkan 10%, 20%, dan 30% Gd₂O₃. Resin dan Gd₂O₃ dicampur menggunakan alat mixing selama 1 jam kemudian ditambahkan katalis sebagai pengeras resin. Campuran tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam cetakan dengan ukuran diameter dalam 24,5 mm, diameter luar 30 mm, dan tinggi 25 mm. Hasil cetakan dikeringkan selama 3 jam. Hasil karakterisasi dengan SEM pada pembesaran 1000x terlihat bahwa permukaan sampel cukup kompak dan rapat serta tidak menunjukkan pori. Hasil uji EDS menunjukkan pada sampel resin dengan penambahan Gd₂O₃ yang lebih tinggi terlihat kenaikan persentase unsur Gd dalam sampel tersebut. Hasil uji tekan dengan menggunakan alat *Universal Tensile Machine* menghasilkan kuat tekan pada resin murni tanpa Gd₂O₃ adalah 5167 N, pada resin dengan penambahan 10% Gd₂O₃ adalah 5088 N dan pada resin dengan penambahan 20% Gd₂O₃ adalah 1088 N, sedangkan pada resin dengan penambahan 30% Gd₂O₃ sebesar 612 N. Terlihat bahwa dengan penambahan Gd₂O₃ pada resin terjadi penurunan kemampuan terhadap tekanan.

Kata Kunci: Komposit, Resin, Gd₂O₃, SEM, EDS

Abstract

Synthesis of resin composites with Gd₂O₃ filler for neutron radiation shielding applications has been carried out. The material used as a neutron shield is a resin which is added 10%, 20%, and 30% Gd₂O₃. Resin and Gd₂O₃ were mixed using a mixer for 1 hour and then a catalyst was added as a resin hardener. The mixture is then put into a mold with an inner diameter of 24.5 mm, an outer diameter of 30 mm, and a height of 25 mm. The prints were dried for 3 hours. The results of characterization with SEM at 1000x magnification show that the sample surface is quite compact and dense and does not show pores. The results of the EDS test showed that in the resin sample with the addition of higher Gd₂O₃, there was an increase in the percentage of Gd in the sample. The results of the compressive test using the Universal Tensile Machine showed that the compressive strength on pure resin without Gd₂O₃ was 5167 N, on resin with the addition of 10% Gd₂O₃ was 5088 N and on resin with the addition of 20% Gd₂O₃ was 1088 N while on resin with the addition of 30% Gd₂O₃ of 612 N. It can be seen that with the addition of Gd₂O₃ to the resin there is a decrease in its ability to withstand pressure.

Keywords: Composite, Resin, Gd₂O₃, SEM, EDS

Copyright © 2023 by Authors, Published by JITK. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

How to cite: Bani, G. (2023). Salam, R., Afrozi, A., Rachminisari, A., & Indrawijaya, B. (2023). Sintesis Komposit Bahan Shielding Radiasi Neutron Berbasis Resin Dengan Penambahan Gd₂O₃. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 7(2), 84-91.

Permalink/DOI: [10.32493/jitk.v7i2.29915](https://doi.org/10.32493/jitk.v7i2.29915)



PENDAHULUAN

Radiasi Neutron adalah jenis radiasi non-ion yang terdiri dari neutron bebas baik spontan atau induksi fisi nuklir, proses fusi nuklir, atau dari reaksi nuklir lainnya. Ia tidak mengionisasi atom dengan cara yang sama bahwa partikel bermuatan seperti proton dan elektron tidak (menarik elektron), karena neutron tidak memiliki muatan. Namun mudah bereaksi dengan inti atom dari berbagai elemen, membuat isotop yang tidak stabil dan karena itu mendorong radioaktivitas dalam materi yang sebelumnya non-radioaktif. Proses ini bisa disebut sebagai aktivasi neutron. Beberapa radiasi dapat mengionisasi bahan yang dilaluinya begitu juga radiasi neutron karena memiliki daya tembus yang tinggi sehingga sangat diperlukan perisai radiasi. Adapun kriteria dari perisai radiasi neutron harus memiliki kandungan hidrogen yang tinggi, memiliki nilai tampang lintang yang baik dan tidak bersifat korosi (Rohmad et al., 2021), (Sutanto & Anam Jurusan Fisika, 2013).

Neutron akan berkurang energinya secara eksponensial sebanding dengan tebal bahan penahan, oleh karena itu dapat dipakai koefisien *build up*. Tampang lintang reaksi neutron bergantung pada jenis bahan penahannya. Pada reaksi penangkapan neutron berenergi rendah, biasanya diperlukan tampang lintang yang luas. Kadmium dan boron memiliki tampang lintang yang luas, sehingga dengan bahan yang tipis dari unsur tersebut neutron berenergi rendah dapat ditahan. Dalam penahanan neutron berkecepatan tinggi, digunakan cara penangkapan setelah kecepatan neutron berkurang karena hamburan elastis. Untuk mengurangi kecepatan neutron secara efisien, digunakan unsur ringan misalnya hidrogen dalam parafin atau air sebagai bahan pengurang kecepatan (moderator). Perlu

dipertimbangkan juga penahanan radiasi sekunder seperti radiasi gamma yang dipancarkan saat terjadi reaksi penangkapan neutron berenergi rendah karena telah berkurang kecepatannya (Kristianti, 2012), (Elmahroug, 2013).

Bahan perisai radiasi neutron, disamping kemampuannya untuk menahan radiasi, diperlukan juga sifat mekanik yang baik. Hal ini diperlukan dalam aplikasi bahan perisai tersebut saat digunakan untuk menahan radiasi neutron. Ketika bahan perisai digunakan untuk menahan radiasi yang bocor dari dinding sumber radiasi neutron, kadang-kadang dinding tersebut berbentuk tidak simetris atau perlu dibengkokkan permukaannya dan lain-lain. Juga diperlukan ketahanan terhadap tekanan sesuai dengan kondisi medan radiasi neutron yang ditahan. Pengujian *tensile* dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui sifat mekanik dari perisai radiasi yang disintesis. Uji aktivitas kemampuan menahan radiasi akan dilakukan sebagai kelanjutan dari sintesis komposit bahan perisai radiasi neutron yang dibuat (Kim, et al., 2014), (ASTM, 2005), (Zarvianti et al., 2017).

BAHAN DAN METODE

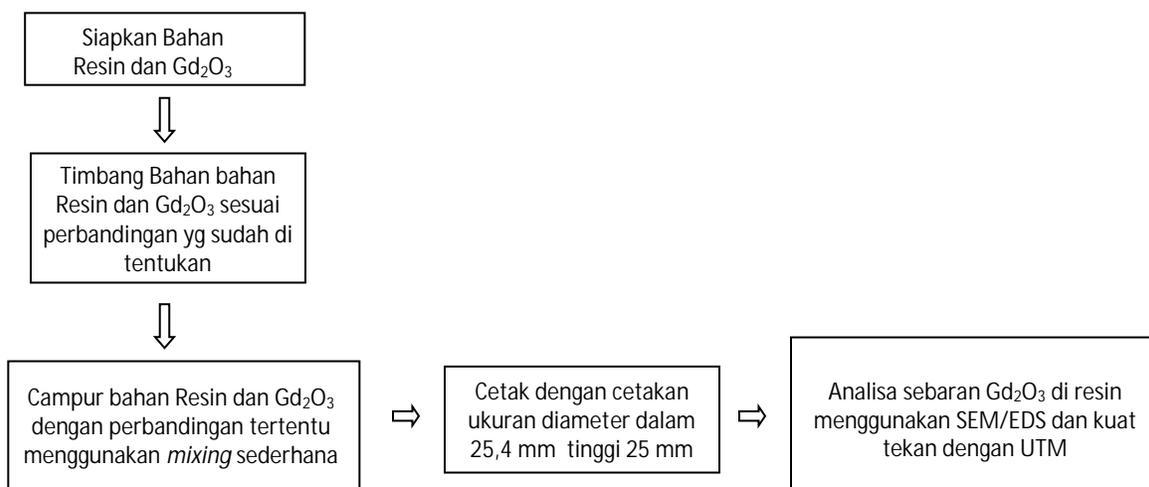
Berkas neutron dapat diserap oleh material yang dilaluinya, tapi material yang dilalui berkas neutron tidak menjadi radioaktif. Bila material itu sel biologi, maka sel dapat berubah karakteristiknya. Perubahan akibat radiasi ini dapat digunakan untuk kehidupan manusia seperti karakterisasi bahan dan uji tak merusak atau yang dikenal *nondestructive test*. Apabila radiasi neutron dengan intensitas tertentu menembus bahan penahan, maka paparan radiasinya akan berkurang sebanding dengan tebal bahan penahan. Beberapa bahan ada yang memiliki daya serap yang tinggi terhadap neutron, diantaranya adalah Boron. Berdasarkan kenyataan tersebut, selanjutnya penggunaan



berkas neutron dikendalikan dengan menggunakan material. Akibat interaksi dengan material, intensitas neutron mengalami *atenuasi*, sehingga material dapat berfungsi sebagai perisai. Konsep penggunaan material sebagai perisai karena daya tembus neutron bergantung pada jenis materialnya. Pada Sintesis bahan *shielding*

ini digunakan peralatan *mixing* sederhana sebagai alat untuk mencampurkan antara resin dengan Gd_2O_3 pada perbandingan yang telah ditentukan.

Keseluruhan kegiatan penelitian ini ditunjukkan secara skematis pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram proses pembuatan perisai radiasi neutron dengan Resin dan Gd_2O_3

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran resin dengan berbagai variasi Gd_2O_3 (Bery et al., 2016). Bahan bahan tersebut sebelumnya di *mixing*

menggunakan pencampur sederhana selama 1 jam, campuran resin dan Gd_2O_3 pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi campuran bahan.

No	Nama Sampel	Resin [% berat]	Gd_2O_3 [% berat]
1	Resin tanpa Gd_2O_3	100	-
2	Resin dan Gd_2O_3	90	10
3	Resin dan Gd_2O_3	80	20
4	Resin dan Gd_2O_3	70	30

Bahan perisai radiasi dipersiapkan sebagai berikut: pertama bahan resin dan Gd_2O_3

ditimbang hingga akurasi 0,005 g sebanyak sesuai dengan Tabel 1, kemudian dilakukan



pencampuran menggunakan alat pencampur sederhana yang tujuannya adalah untuk meratakan penyebaran Gd_2O_3 pada resin. Campuran tersebut kemudian dituang pada

cetakan dengan ukuran diameter dalam 25,4 mm dan diameter luar 30 mm serta tinggi 25 mm kemudian didiamkan selama 3 jam untuk proses pengerasan (Gambar 2).



Gambar 2. (a) Alat Universal *Testing Machines* Kapasitas 5 KN

Pada tahap selanjutnya akan dilakukan uji aktivitas serapan radiasi neutron pada komposit dengan komposisi campuran resin

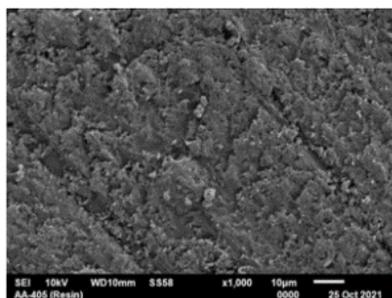
dan Gd_2O_3 setelah dilakukan sintesis bahan komposit perisasi radiasi neutron ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

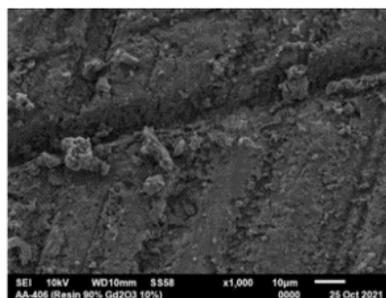
Karakteristik SEM

Pada penelitian ini dilakukan karakteristik menggunakan SEM dengan pembesaran 1000x yang bertujuan untuk mengetahui penyebaran Gd_2O_3 dalam resin

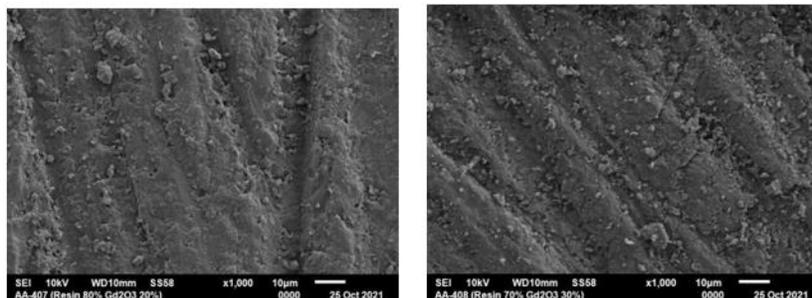
dan mengetahui terjadi atau tidak terjadinya reaksi kimia antara kedua bahan tersebut. Hasil Analisa SEM dari bahan resin dan Gd_2O_3 terlihat dari seluruh komposisi resin dan Gd_2O_3 bahwa permukaan sampel cukup kompak dan rapat serta tidak menunjukkan pori.



(a) Resin 100%



(b) Resin 90% dan 10% Gd_2O_3



(c) Resin 80% dan Gd₂O₃ 20%

(d) Resin 70% dan Gd₂O₃ 30%

Gambar 3. Hasil Analisa SEM

Tabel 2. Analisa EDS

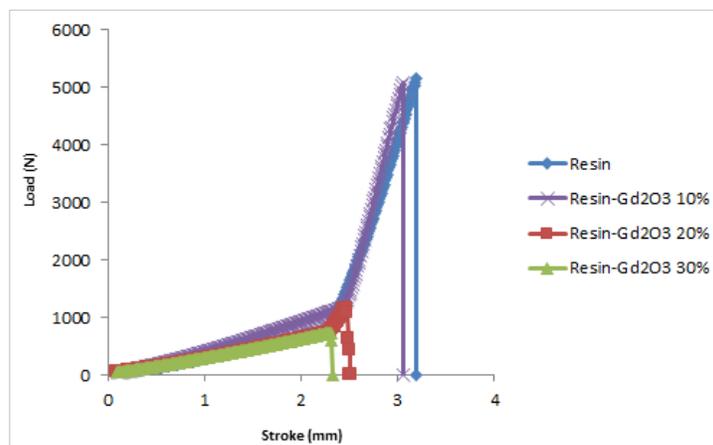
Elemen	Resin	Resin-10% Gd ₂ O ₃	Resin-20% Gd ₂ O ₃	Resin-30% Gd ₂ O ₃
C	82,81	75,59	77,28	72,34
O	17,19	20,71	16,73	15,63
Other (Gd)	-	3,70	5,99	12,03

Hasil uji EDS menunjukkan pada sampel resin dengan penambahan Gd₂O₃ yang lebih tinggi terlihat kenaikan persentase unsur Gd dalam sampel tersebut.

Kuat Tekan Bahan

Pada penelitian ini dilakukan uji tekan menggunakan UTM (*Universal Tensile Machine*) yang bertujuan untuk mengetahui

kekuatan bahan sebelum dan sesudah dicampur dengan boraks, hasil uji tekan dari bahan resin dan Gd₂O₃ menunjukkan resin 100% adalah 5167 N, 10% adalah 5088 N, 20% adalah 1080 N, sedangkan 30% adalah 612 N, terlihat untuk kekerasan yang menyamai dengan kekerasan resin 100% adalah resin yang mempunyai besaran Gd₂O₃ 20%.



Gambar 4. Grafik kuat Tekan



KESIMPULAN

Dari hasil sintesis bahan *shielding* radiasi neutron berbahan resin dan Gd_2O_3 dengan variasi persentasi jumlah Gd_2O_3 Boraks menggunakan pencampur sederhana dan alat cetak dengan ukuran diameter dalam 24,5 mm diameter luar 30 mm tinggi 25 mm, pembuatan perisai radiasi neutron termal komposit berbasis resin Gd_2O_3 bervariasi dari 10% sd 30 % berat resin telah berhasil dibuat, dengan ukuran diameter dalam 25,4 mm diameter luar 30 mm dan tinggi 25 mm. Dari hasil pengambilan gambar dengan

menggunakan SEM pembesaran 1000x terlihat penyebaran Gd_2O_3 pada resin cukup merata yang mengakibatkan penyerapan radiasi neutron yang optimal dan efisien. Hasil uji tekan dari bahan resin dan Gd_2O_3 setelah proses *mixing* dan pengerasan hasil uji tekan menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*) 10% adalah 1080 N, 20% adalah 5088 N, sedangkan 30% adalah 612 N. Dari hasil diatas maka sintesa *shielding* berbahan resin dan Gd_2O_3 dapat dilanjutkan pada tahap berikutnya yaitu pengujian dengan Radiasi Neutron.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM E 545-05. (2005). Standard Test Method for Determining Image Quality in Direct Thermal Neutron Radiographic Examination. ASTM Internasional.
- Bery, W. S., Fitriyani, D., Elvaswer, E., Zavianti, E., Mardiyanto, M., Rivai, A. K., & Sukaryo, S. G. (2017). Pengaruh Penggunaan Teknik Blending Dan Kompaksi Terhadap Morfologi Komposit Polimer UHMWPE- $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$ Sebagai Bahan Perisai Radiasi Neutron Termal. *JURNAL ILMU FISIKA / UNIVERSITAS ANDALAS*, 8(2), 98–103. <https://doi.org/10.25077/jif.8.2.98-103.2016>.
- Elmahroug, Y., Tellili, B., & Souga, C. (2013). Calculation of gamma and neutron shielding parameters for some materials polyethylene-based. *International Journal of Physics and Research*, 3(1), 33-40.
- Japeri, J., Sutanto, H., & Anam, C. (2013). Penentuan Koefisien Serapan Kayu Bangkirai (*Shorea Laevifolia*) dan Perbandingannya terhadap Timbal (Pb) sebagai Dinding Ruang Radiologi Diagnostik. *Youngster Physics Journal*, 2(4), 161-168.
- Juliyani, J., Sutiarto, S., Setiawan, S., & Kristianti, K. (2012). Karakterisasi Bahan Pelindung Neutron B_2O_3 dengan Teknik Radiografi Neutron.
- Kim, J., Lee, B. C., Uhm, Y. R., & Miller, W. H. (2014). Enhancement of thermal neutron attenuation of nano- B_4C -BN dispersed neutron shielding polymer nanocomposites. *Journal of Nuclear Materials*, 453(1-3), 48-53.
- Salam, R., & Afrozi, A. (2021). Synthesis of Shielding Radiation Neutron Materials Made from Wood Powder With Variation of Borax Content. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 5(1), 1-7. doi:<http://dx.doi.org/10.32493/jitk.v5i1.6485>.
- Zarvianti, E., Fitriyani, D., Elvaswer, E., Bery, W. S., Rivai, A. K., Mardiyanto, M., & Sulistioso, G. S. (2017). Karakterisasi Bahan Perisai Radiasi Neutron Ultra High Molecular Weight Polyethylene Dengan Filler Gd_2O_3 Menggunakan Teknik Radiografi Neutron. *JURNAL ILMU FISIKA | UNIVERSITAS ANDALAS*, 9(1), 1-6.