

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi nuklir yang semakin berkembang dewasa ini telah banyak digunakan di Indonesia dalam berbagai bidang, diantaranya untuk pembangkit energi, industri, pertanian, kesehatan, penelitian dan lain-lain. Pemanfaatan teknologi nuklir diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan umat manusia, oleh karena itu dalam pemanfaatannya masalah keselamatan menjadi masalah penting yang harus diutamakan. Tanpa jaminan keselamatan, instalasi yang memanfaatkan teknologi nuklir tidak dapat dijalankan.

Teknologi nuklir melibatkan neutron dalam reaksinya. Neutron merupakan partikel tak bermuatan listrik sehingga dapat menembus suatu material tanpa mengalami interaksi Coulomb, dengan demikian neutron mudah bereaksi dengan inti atom dari berbagai elemen sehingga membuat isotop tidak stabil dan mendorong sifat radioaktifitas dalam materi yang sebelumnya non-radioaktif. Dalam interaksinya dengan suatu objek, daya tembusnya yang cukup besar akan berdampak negatif bila mengenai jaringan tubuh manusia maupun objek lainnya. Pengaruh radiasi neutron dapat dikurangi dengan menggunakan perisai radiasi. Perisai radiasi merupakan pencegahan paparan radiasi secara fisik terhadap suatu objek atau target yang ditempatkan antara sumber radioaktif dan objek, untuk memperkecil laju radiasi pada daerah yang ingin dilindungi (Salimi, dkk., 2013).

Penelitian mengenai perisai radiasi neutron telah dilakukan Kaloshkin dkk. (2012) dan Kim dkk. (2014) dimana mereka menggunakan medium yang mengandung elemen hidrogen dengan penyerapan neutron termal tinggi. Kandungan elemen hidrogen tinggi salah satunya dimiliki oleh matriks polimer *Ultra High Molecular Weight Polyethylene* (UHMWPE). UHMWPE sangat baik digunakan untuk pembuatan bahan perisai radiasi karena mudah diproses, dapat didaur ulang, lebih padat dibandingkan jenis polietilen lain, tahan terhadap pengaruh kimia, asam dan basa. Kaloshkin dkk. (2012), menggunakan UHMWPE dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*) karbida boron (B<sub>4</sub>C). Boron memiliki tampang lintang (*cross section*) neutron termal tinggi (Knoll, 1989), sehingga interaksi neutron dengan boron dapat mengurangi intensitas paparan neutron. Kaloshkin dkk. (2012) menemukan bahwa peningkatan jumlah komposisi *filler* B<sub>4</sub>C meningkatkan kualitas mekanik terutama pada kekuatan bahan. Meskipun bahan perisai neutron dengan kandungan B<sub>4</sub>C telah banyak diproduksi, namun harganya cukup tinggi, sehingga penggunaan B<sub>4</sub>C menjadi kurang ekonomis. Oleh karena itu, perlu diteliti jenis *filler* dari senyawa lain yang tetap memiliki kandungan boron sebagai alternatif untuk bahan perisai neutron tersebut.

Salah satu komposit dengan kandungan boron yang mudah didapatkan di Indonesia adalah boraks pentahidrat (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·5H<sub>2</sub>O). Penggunaan Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·5H<sub>2</sub>O merupakan cara yang efektif dan ekonomis, karena boron murni tidak ditemukan secara alami di alam dan harus dimurnikan dari hasil tambang oksida borat dan garam seperti boraks. Ozalp (2008) telah menggunakan

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  untuk meningkatkan kualitas mekanik bahan pernis pengkilat selulosa. Ia memperoleh bahwa penambahan boraks pentahidrat meningkatkan kekerasan bahan. Kualitas mekanik yang baik tersebut juga diperlukan untuk bahan perisai radiasi.

Jenis bahan dasar polimer UHMWPE dan *filler*  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  memiliki perbedaan densitas ( $\rho$ ), karena itu diperlukan metode khusus untuk mencampurkannya. Salah satu teknik pencampuran polimer adalah metode *blending*, berupa pencampuran dilakukan sekaligus dengan pemanasan. Juliyani dkk. (2012) telah menggunakan teknik *blending* untuk membuat perisai neutron dari  $\text{B}_2\text{O}_3$  yang dicampurkan dengan zeolit dan semen. Metode *blending* ini dapat menghasilkan komposit yang homogen dengan peningkatan serapan neutron sebanding dengan peningkatan ketebalan. Penggunaan UHMWPE sebagai perisai radiasi dapat lebih efektif apabila nilai  $\rho$  ditingkatkan. Peningkatan nilai  $\rho$  dapat dilakukan dengan metode kompaksi, yaitu pemadatan untuk meminimalkan jarak antar partikel penyusun bahan. Metode kompaksi telah digunakan oleh Uhm dkk. (2010) dan Xiaozhou dkk. (2010) dalam pembuatan perisai radiasi dari bahan UHMWPE dengan *filler* B4C.

Karakteristik perisai radiasi neutron dapat diketahui dari nilai serapannya. Nilai serapan neutron tersebut dapat diuji dengan memanfaatkan fasilitas radiografi neutron, diantaranya kamera radiografi, film radiografi (Juliyani, dkk., 2012) dan AAN. Metoda AAN telah banyak digunakan untuk mengetahui sifat bahan. Mensah dkk. (2012) telah menggunakan AAN untuk meneliti sifat material komposit poliester untuk perisai radiasi gamma.

Berdasarkan ulasan di atas, pada penelitian ini dibuat bahan perisai radiasi neutron termal dari UHMWPE dengan *filler*  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  menggunakan metode *blending*. Selanjutnya komposit polimer UHMWPE- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dikompaksi untuk meningkatkan  $\rho$  bahan. Untuk mengetahui kemampuan serapan neutron dari bahan yang telah dibuat, dilakukan pengujian menggunakan kamera radiografi, film radiografi dan AAN.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi penambahan *filler*  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  pada bahan dasar polimer UHMWPE dan variasi ketebalan untuk masing-masing komposisi terhadap serapan neutron termal. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai alternatif untuk dijadikan bahan perisai radiasi neutron termal pada lingkungan reaktor nuklir.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pembuatan dan karakterisasi komposit polimer UHMWPE dengan *filler*  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  sebagai bahan perisai radiasi neutron termal dilakukan melalui proses *blending* dan kompaksi.
- Analisis dibatasi pada pengaruh penambahan komposisi  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  pada bahan dasar UHMWPE dan pengaruh variasi ketebalan bahan pada masing-masing komposisi terhadap serapan neutron termal perisai radiasi.

- c. Pengujian serapan neutron termal bahan perisai radiasi menggunakan fasilitas radiografi neutron, yaitu kamera radiografi, film radiografi dan Analisis Aktivasi Neutron (AAN).

