

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu pemanfaatan tenaga nuklir dalam bidang energi adalah Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Seiring dengan pemanfaatan PLTN terdapat kecenderungan penumpukan jumlah plutonium dan aktinida lainnya dalam bahan bakar bekas yang memiliki waktu paruh sangat lama akan menjadi persoalan dimasa depan (Dani G., 2009). Adanya penumpukan jumlah plutonium dan aktinida ini berpotensi memberikan efek merugikan terhadap kesehatan manusia karena paparan radiasinya. Selain itu, bahan bakar bekas khususnya plutonium dapat disalahgunakan menjadi bom nuklir.

Untuk mengatasi persoalan ini diperlukan suatu bahan bakar reaktor nuklir jenis baru yang sekaligus menjadi tempat pembakaran plutonium dan aktinida lainnya yang memiliki waktu paruh sangat lama (Dani G., 2009). Dengan adanya pembakaran ini, jumlah plutonium dan aktinida sebagai bahan bakar bekas menjadi sangat sedikit. Salah satu bahan bakar reaktor nuklir jenis baru adalah bahan bakar matrik inert atau Inert Matrix Fuel (IMF) (Anonim IAEA, 2006).

Bahan bakar matrik inert adalah suatu bahan bakar inovatif yang digunakan untuk mengurangi plutonium dan transmudasi aktinida-aktinida kecil (Grover dan Tyagi, 2008). Bahan bakar ini terdiri dari keramik matriks inert yang transparan terhadap neutron sebagai matriksnya dan bahan fisil seperti uranium sebagai bahan bakarnya (Dani G., 2009).

Banyak material yang menjadi kandidat sebagai Inert Matrix Fuel (IMF), salah satunya adalah magnesium alumina oksida (Anonim IAEA, 2006). Dengan memberikan MgO berlebih pada reaksi pembentukan spinel maka akan terbentuk fasa spinel dan periklas ($\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$) adanya fasa periklas ini akan meningkatkan konduktivitas termal.

Menurut Dani G. S. dan *international atomic energy agency* (IAEA) syarat keramik ($\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$) bisa digunakan sebagai matrik inert harus memenuhi beberapa kriteria seperti rapat massa yang tinggi yaitu 95% dari rapat massa teoritis yaitu $3,4 \text{ gr/cm}^3$, kekerasan (*hardness*) yang tinggi yaitu sekitar 14 GPa, ketangguhan patah (*fracture Toughness*) yang tinggi yaitu sekitar $1,8 \text{ MPa.m}^{1/2}$, tidak bereaksi dengan air (*inertness*), cocok dengan kelongsong dan pendingin serta stabilitas radiasi yang tinggi.

Untuk memenuhi kriteria keramik matriks inert terutama rapat massa yang tinggi diperlukan serbuk dengan partikel berukuran nanometer. Salah satu metode untuk menghasilkan serbuk dengan partikel berukuran nanometer adalah metode sol-gel. Metode ini merupakan metode sintesis nano partikel yang pada prosesnya melibatkan larutan sebagai medianya.

Dalam penelitian ini difokuskan pada peningkatan sifat mekanik keramik magnesium aluminate spinel-periklas ($\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$) yang dibuat dari serbuk hasil proses sol-gel yang didoping dengan zirconia (ZrO_2) yang distabilkan dengan kalsium oksida (CaO). Dengan penambahan ZrO_2 yang distabilkan CaO diharapkan mampu meningkatkan rapat massa, kekerasan (*hardness*) dan ketangguhan patah (*fracture toughness*) keramik $\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$ sehingga bisa

dimanfaatkan sebagai bahan bakar matrik inert. Karakterisasi yang dilakukan meliputi pengukuran rapat massa, analisis kristalografi dengan menggunakan difraksi sinar X (XRD), morfologi keramik dengan menggunakan *Scanning Electron Microscoupe* (SEM), uji kekerasan dan ketangguhan patah dengan menggunakan metode vickers.

1.2 Rumusan masalah

Sesuai dengan latar belakang maka penelitian ini difokuskan pada pembuatan IMF dan studi sifat mekanik keramik magnesium aluminate spinel-periklas ($\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$) yang dibuat dari serbuk hasil proses sol-gel yang didoping dengan zirconia (ZrO_2) yang distabilkan dengan kalsium oksida (CaO). Penstabilan dengan CaO bertujuan agar diperoleh zirconia yang berstruktur kubik pada suhu yang rendah (800°C - 1500°C) karena tanpa diberi bahan penstabil, zirconia (ZrO_2) murni hanya berubah jadi kubik ZrO_2 pada suhu yang sangat tinggi 2370°C (Muljadi dan Thosin,2008). Sehingga ketika ZrO_2 kubik ini ditambahkan ke magnesium aluminate spinel-periklas ($\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$) diharapkan mampu meningkatkan rapat massa, kekerasan dan ketangguhan patah keramik $\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$. Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh penambahan $(\text{Zr,Ca})\text{O}_2$ terhadap rapat massa, kekerasan dan ketangguhan patah keramik $\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4$
- b. Apakah kualitas keramik $\text{MgO-MgAl}_2\text{O}_4 - (\text{Zr,Ca})\text{O}_2$ yang dibuat memenuhi standar untuk bahan bakar matrik inert

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah penambahan komposisi $(\text{Zr,Ca})\text{O}_2$ dan variabel terikatnya adalah kerapatan (ρ), kekerasan (H_v)

dan ketangguhan patah (K_{IC}) serta variabel tetapnya adalah suhu sinter, waktu sinter dan tekanan kompaksi.

1.3 Batasan Penelitian

Karena luasnya permasalahan pada penelitian ini yang berkaitan dengan syarat material sebagai bahan bakar matrik inert yaitu cocok dengan kelongsong dan pendingin, konduktifitas termal yang tinggi, ekspansi termal yang rendah, kapasitas panas yang baik, sifat mekanik yang baik, stabilitas radiasi yang tinggi, rapat massa yang tinggi dan tidak bereaksi dengan air (inert), maka penelitian ini dibatasi hanya meneliti pengaruh penambahan $(Zr,Ca)O_2$ dengan variasi konsentrasi penambahan $(Zr,Ca)O_2$ sebesar 0%, 7,5% dan 15% mol terhadap kerapatan, kekerasan dan ketangguhan patah keramik $MgO-MgAl_2O_4$.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara konsentrasi penambahan $(Zr,Ca)O_2$ terhadap kerapatan, kekerasan dan ketangguhan patah keramik $MgO-MgAl_2O_4$ dari serbuk hasil proses sol-gel sebagai bahan bakar matriks inert.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah mampu menghasilkan keramik yang memiliki kerapatan, kekerasan dan ketangguhan patah yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar matrik inert. Selain itu juga menghasilkan data yang bisa dibuat sebagai “*data base*” untuk penelitian selanjutnya.

