BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi reaktor nuklir hingga saat ini sudah mencapai generasi IV. Perkembangan pembangkit listrik tenaga nuklir tidak lepas dari bahan bakar yang digunakan serta perkembangan desain dan teknologi reaktor dari pembangkit listrik tenaga nuklir. Perkembangan teknologi reaktor sudah mencapai generasi IV. Reaktor generasi IV merupakan reaktor kogenerasi karena reaktor ini dimanfaatkan tidak hanya sebagai instalasi pemasok energi listrik saja, tetapi dapat digunakan dalam proses industri, pemasok energi panas, desalinasi air laut, produksi hidrogen dan lain-lain. Salah satu jenis reaktor yang dikembangkan pada reaktor generasi IV ini adalah *High Temperature Gas Reactor (HTGR).*

HTGR merupakan salah satu reaktor daya maju (*advanced reactor)* yang memiliki efisiensi termal yang tinggi serta mempunyai sistem keselamatan pasif yang melekat (*inherent safety)*. Reaktor ini menggunakan grafit sebagai moderator dan reflektor, gas helium sebagai pendingin *inert* berfasa tunggal serta bahan bakar partikel berlapis dan teras berdensitas daya rendah (Dewita,2017). Selain efisiensinya yang tinggi, reaktor ini dapat diaplikasikan untuk memasok proses panas pada fasilitas industri seperti industri amoniak, pupuk, pencairan atau gasifikasi batubara, produksi aluminium, pembuatan baja dan produksi hidrogen (Alimah, 2014).

Perancangan sebuah reaktor memerlukan beberapa analisis standar yang bertujuan untuk mengetahui keamanan dari sebuah reaktor, seperti jumlah daya yang dihasilkan, aspek neutronik, aspek termal dalam sebuah reaktor serta faktor keselamatan yang ada dalam reaktor tersebut. Salah satu analisis standar yang harus dilakukan adalah analisis neutronik yang berguna untuk mengetahui distribusi fluks neutron, faktor multiplikasi neutron, distribusi daya dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku neutron selama reaktor beroperasi.

Faktor multiplikasi neutron yang berkaitan dengan kekritisan reaktor dipengaruhi oleh beberapa parameter, salah satunya temperatur bahan bakar maupun temperatur pendingin. Temperatur mempengaruhi energi neutron sehingga menyebabkan penampang lintang mengalami pengaruh yang sama. Selain itu temperatur juga menentukan menjadi parameter sistem keselamatan dari suatu reaktor berdasarkan koefisien reaktivitas temperatur, berdasarkan PERKA BAPETEN Nomor 3 Tahun 2011 koefisien reaktivitas temperatur harus bernilai negatif (Sasmita,2017).

Penelitian mengenai pengaruh temperatur terhadap kekritisan sudah banyak dilakukan. Aziz (2001) dalam penelitiannya mengenai analisis pasca-kritikalitas pertama pada reaktor temperatur tinggi HTR-10 China menyimpulkan bahwa dengan membandingkan pendingin yang digunakan yaitu helium dan udara, faktor multiplikasi neutron reaktor HTR-10 mengalami penurunan seiring kenaikan temperatur, baik dengan pendingin udara maupun helium, dan reaktor dikatakan mendekati kritis pada suhu 500˚C. Agustina (2010) dalam penelitiannya mengenai

optimasi geometri teras reaktor dan komposisi bahan bakar berbentuk bola pada desain *High Temperature Fast Reactor* (HTFR) menyimpulkan faktor multiplikasi neutron mengalami penurunan seiring kenaikan temperatur, baik saat reaktor baru dihidupkan (*beginning of life)* maupun selama 800 hari penggunaan. Putra (2014) dalam penelitiannya mengenai desain teras dan bahan bakar PLTN jenis HTR-PBMR pada daya 50 MWe dengan menggunakan kode SRAC 2006 menyimpulkan bahwa dengan membandingkan penggunaan *burnable poison* gadolinium (III) oksida dan erbium (III) oksida didapatkan faktor multiplikasi neutron yang semakin berkurang seiring kenaikan temperatur baik saat reaktor baru dihidupkan maupun saat reaktor mau dimatikan.

Bahan bakar untuk reaktor HTGR memilki dua bentuk yaitu berbentuk prismatik dan berbentuk bola. Bahan bakar berbentuk bola yang biasa disebut dengan kernel terdiri dari bahan bakar yang dilapisi oleh pelindung berupa campuran pirokarbon dan silikon karbida dan paduan tersebut biasa disebut dengan TRISO. Saat ini telah dikembangkan material pelapis bahan bakar TRISO menggunakan zirkonium karbida yang menunjukkan karakteristik bahwa zirkonium karbida lebih tahan panas dibandingkan silikon karbida dan lebih tahan terhadap korosi kimia oleh produk fisi (Dewita, 2008). Pengembangan lebih lanjut terhadap bahan bakar TRISO dengan pelapis zirkonium karbida perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kekritisan reaktor HTGR dibandingkan dengan TRISO berlapis silikon karbida.

Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh temperatur terhadap kekritisan reaktor HTGR dengan bahan bakar TRISO dengan lapisan zirkonium karbida. Perhitungan dan desain teras reaktor pada penelitian ini dilakukan dengan cara simulasi komputasi, dan untuk mendapatkan nilai faktor multiplikasi neutron (k_{eff}) didapatkan dari penyelesaian persamaan difusi multigrup secara numerik. Selama reaktor beroperasi dilakukan pengamatan terhadap nilai faktor multiplikasi neutron (k_{eff}), reaktivitas reaktor (ρ) dan koefisien reaktivitas temperatur. Nilai faktor multiplikasi neutron digunakan untuk menentukan kritikalitas dari reaktor HTGR. Dari hasil tersebut dilakukan perbandingan karakteristik material ZrC dan SiC sebagai pelapis bahan bakar TRISO terhadap parameter neutronik yang diamati.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh temperatur yang optimal dari reaktor HTGR, mengetahui faktor keselamatan melekat yang ada pada reaktor HTGR serta mengetahui kualitas bahan ZrC sebagai pelapis bahan bakar TRISO dibandingkan dengan SiC. Dari penelitian ini diharapkan dapat diperolehnya informasi mengenai fitur keselamatan dalam reaktor HTGR serta material yang baik untuk pelapis bahan bakar TRISO.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, perhitungan neutronik pada reaktor HTGR diterapkan untuk variasi temperatur bahan bakar dan

pendingin menggunakan komposisi bahan pelapis TRISO ZrC dan pendingin helium. Penelitian ini dilakukan melalui simulasi komputasi menggunakan *Standard Thermal Reactor Analysis Code System* (SRAC). Data nuklir yang digunakan berupa JENDL-3.3, dengan temperatur bahan bakar dari 800˚C, 1000˚C, 1200˚C, 1400˚C dan 1600˚C dan temperatur pendingin 300˚C, 400˚C, 500˚C, 600˚C dan 700˚C.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA