

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar belakang**

Energi merupakan salah satu aspek penting dari masa ke masa, energi juga merupakan hal penting bagi kehidupan manusia. Salah satu energi yang sangat dibutuhkan manusia adalah energi listrik. Seiring berkembangnya jaman, manusia sekarang semakin ikut berkembang dan berinovasi khususnya pada bidang ilmu pengetahuan dan teknologi untuk membuat serta merangkai berbagai macam alat otomatisasi yang bisa mempermudah manusia untuk melakukan sebuah kegiatan. Akan tetapi hampir semua alat – alat tersebut memakai sumber listrik sebagai sumber energi utama. Bahkan beberapa alat ada yang membutuhkan energi yang cukup besar untuk membuatnya berfungsi.

Pada masa ini energi listrik yang tersedia di Indonesia sedang dalam kondisi tidak stabil, hal ini dapat dilihat dari seringnya terjadi pemadaman bergilir di beberapa daerah di Indonesia. Indonesia sudah seharusnya menggunakan semua sumber potensi yang ada di dunia ini untuk menghasilkan energi listrik, dimulai dari energi angin, energi sinar matahari dan bahkan energi nuklir.

Berbicara mengenai energi nuklir, pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) merupakan salah satu alternatif penghasil energi listrik masa kini. Konsep PLTN hampir sama dengan pembangkit listrik lainnya, yaitu dengan

menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik. Hanya saja PLTN menggerakkan turbin dengan uap yang di hasilkan oleh reaktor nuklir.

Namun dikarenakan besarnya energi nuklir tersebut, energi nuklir digolongkan menjadi energi yang cukup berbahaya. Terbukti dari sejarah yang mencatat beberapa kecelakaan reaktor nuklir yang terjadi di beberapa negara berkembang seperti Jepang. Kecelakaan reaktor yang terjadi di beberapa negara tentunya mampu memberikan motivasi bagi para peneliti supaya dapat mengambil hikmah untuk mempelajari lebih dalam mengenai teknologi keselamatan reaktor nuklir.

Hingga saat ini telah muncul konsep reaktor gas temperatur tinggi (HTGR). HTGR merupakan jenis reaktor termal berpendingin gas helium yang dapat memproduksi panas hingga 1000°C. Reaktor ini merupakan reaktor SMR (*Small Medium Reactor*) atau reaktor skala kecil menengah, yang mempunyai fitur keselamatan melekat dan sistem keselamatan teknis pasif, sehingga mempunyai tingkat keselamatan dan keandalan yang lebih baik. Selain itu reaktor ini juga memiliki kemampuan untuk mati sendiri ketika reaktor mengalami kecelakaan dan panas sisa dari reaktor akan dikeluarkan melalui sirkulasi udara. Berkat beberapa fungsi tersebut, HTGR telah menarik banyak perhatian bagi masyarakat, dengan harapan bisa mencapai tujuan yang aman, efisien, ramah lingkungan dan mempunyai keuntungan ekonomi yang tinggi(Wang.2004).

HTGR menggunakan bahan bakar nuklir yang dilapisi oleh lapisan penyangga disebut lapisan *buffer* yang termuat dari material *pyrolytic carbon*, lalu dilapisi oleh tiga lapisan terstruktur. Lapisan terstruktur yang pertama adalah

lapisan IPyC (*inner pyrolytic carbon*), yang kedua adalah lapisan SiC (*silicon carbide*) dan yang terakhir adalah lapisan OPyC (*outer pyrolytic carbon*). Partikel bahan bakar tersebut diberi nama partikel TRISO (*tristructural isotropic*). Pelapisan bahan bakar tersebut dimaksudkan agar radiasi yang dihasilkan bahan bakar ketika reaktor beroperasi dapat diperkecil.

Dalam perkembangannya HTGR mempunyai dua buah desain bahan bakar, yaitu tipe prismatic dan *pebble-bed*. HTGR dengan desain bahan bakar tipe prismatic, memasukan sejumlah partikel bahan bakar dimasukan dalam elemen bahan bakar silindris dan disusun dalam blok heksagonal. Sedangkan HTGR dengan desain bahan bakar tipe *pebble-bed*, sejumlah partikel bahan bakar didispersi kedalam matriks *graphite* berbentuk bola.

Untuk pengujian partikel bahan bakar desain *pebble-bed*, digunakanlah program TIMCOAT. Program TIMCOAT merupakan program Fortran yang mengimplementasikan performa bahan bakar dari model HTGR dengan desain bahan bakar tipe *pebble-bed*. Sebelum kemunculan program TIMCOAT, telah ada program sebelumnya yang terlihat mirip seperti TIMCOAT, program tersebut bernama CRYSTAL (*Code for analysis of Stresses in coated particLes*). Tentunya program TIMCOAT lebih banyak dipakai karena mampu mensimulasikan banyak faktor penyebab rusaknya partikel bahan bakar, sedangkan program CRYSTAL hanya mampu mensimulasikan tegangan pada lapisan partikel bahan bakar.

Berdasarkan latar belakang yang telah terurai, penulis memilih melakukan penelitian mengenai simulasi uji ketahanan partikel bahan bakar TRISO untuk

menghitung nilai kegagalannya sebagai tugas akhir. Judul yang diajukan untuk tugas akhir ini adalah “Analisis Probabilitas Partikel TRISO Menggunakan Program TIMCOAT Dan PEBBED”. Desain reaktor yang digunakan adalah *High Temperature Reactor* 10 MWth (HTR-10) dan *High Temperature Reactor Pebble-Bed Modular* (HTR-PM) yang dioperasikan oleh Universitas Tsinghua, Beijing, Cina. Jenis ini dipilih berdasarkan desainnya yang hampir sama dengan Reaktor Daya Eksperimental (RDE) yang saat ini sedang dikembangkan oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Diharapkan hasil dari penelitian tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dihasilkan sejumlah rumusan masalah yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Bagaimana pengaruh lapisan SiC terhadap partikel bahan bakar?
2. Bagaimana partikel bahan bakar bisa mengalami kegagalan atau kerusakan?
3. Bagaimana perbedaan kegagalan partikel bahan bakar pada HTR-10 dan HTR-PM?

## **1.3. Pembatasan Masalah**

Tugas akhir ini dilakukan secara simulasi menggunakan program TIMCOAT dan PEBBED yang dioperasikan oleh sistem operasi Ubuntu untuk menghitung nilai kegagalan partikel bahan bakar. Proses simulasi kegagalan partikel dilakukan pada dua buah jenis reaktor yaitu HTR-10 dan HTR-PM. Hasil

dari kedua reaktor tersebut akan dibandingkan satu sama lain. Desain HTR-10 dan HTR-PM diambil dari beberapa referensi, desain tersebut sudah termasuk parameter susunan partikel bahan bakar.

Proses simulasi perhitungan nilai kegagalan hanya dilakukan menggunakan program TIMCOAT. Untuk program PEBBED sendiri, pada penelitian ini penulis hanya akan mengambil data distribusi daya yang dihasilkan dari *output* program PEBBED yang sebelumnya telah disimulasikan. Data distribusi daya tersebut akan melengkapi program TIMCOAT. Namun, pada penelitian ini data distribusi daya yang digunakan adalah data yang telah homogen dengan program TIMCOAT.

Selain itu, salah satu lapisan dari partikel akan divariasikan. Hal tersebut dimaksudkan agar proses analisis pada HTR-10 dan HTR-PM dapat dilakukan. Lapisan partikel yang divariasikan hanyalah ketebalan dari lapisan *silicon carbide*.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis kegagalan partikel bahan bakar pada HTR-10 dan HTR-PM menggunakan program TIMCOAT.
2. Membandingkan nilai kegagalan partikel bahan bakar antara HTR-10 dan HTR-PM.

## 1.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan dua buah metode pengumpulan data, diantaranya:

1. Studi literatur, yaitu metode berdasarkan informasi materi yang berhubungan dengan penelitian. Jurnal, skripsi, tesis dan karya tulis ilmiah lainnya digunakan sebagai referensi.
2. Pemodelan komputasi, untuk mendapatkan nilai kegagalan pada partikel bahan bakar, maka diperlukan pemodelan dan proses perhitungan dengan menggunakan program TIMCOAT.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Pembahasan pokok dari penelitian ini untuk setiap BAB diuraikan secara singkat.

BAB I           Pendahuluan mendeskripsikan latar belakang yang menunjang proses terjadinya kegagalan partikel bahan bakar, rumusan masalah, tujuan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB II           Tinjauan pustaka berisi tentang rincian mengenai desain keselamatan *pebble-bed* HTGR, pengalaman pada desain *pebble-bed* HTGR dan deskripsi bahan bakar *pebble-bed* HTGR.

BAB III          Metode penelitian berisi proses penelitian secara lengkap dan

proses permodelan TIMCOAT.

**BAB IV** Hasil pembahasan berisi tentang hasil dari simulasi perhitungan berupa nilai kegagalan partikel bahan bakar pada HTR-10 dan HTR-PM, serta nilai kegagalan partikel bahan bakar dengan lapisan SiC pada kedua reactor yang divariasikan.

**BAB V** Penutup berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan selanjutnya.

