

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang membutuhkan pasokan energi yang besar. Saat ini, Indonesia yang berpenduduk sekitar 239 juta jiwa membutuhkan energi listrik sebesar 142,53 TWH dengan kapasitas pembangkit listrik nasional sekitar 34 GW. Dan pada tahun 2025 mendatang, diperkirakan kebutuhan listrik tersebut akan naik hingga 100 GW. Tingginya kebutuhan energi tersebut ternyata tidak diimbangi dengan ketersediaan sumber energi yang dimiliki Indonesia. Sebagai gambaran, kandungan minyak bumi Indonesia diperkirakan hanya mencapai 18 tahun lagi, cadangan produksi gas diperkirakan sekitar 61 tahun, dan cadangan batubara sekitar 147 tahun lagi. Berdasarkan data Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) tahun 2013, 54% penggunaan energi di Indonesia berasal dari minyak bumi, 26,5% dari gas bumi, dan 14% berasal dari batubara. BPPT memprediksi Indonesia mengalami krisis energi dan menjadi negara yang tergantung pada impor energi pada tahun 2027 mendatang (BPPT, 2013), untuk itu perlu adanya sumber energi alternatif untuk menggantikan energi yang dihasilkan oleh bahan bakar fosil dan gas alam.

Energi hasil reaksi fisi pada suatu reaktor nuklir menjadi salah satu sumber energi alternatif yang menjanjikan sebagai solusi bagi permasalahan krisis energi. Hal ini dapat dilihat dari beberapa kelebihan yang dimiliki reaktor nuklir dibandingkan dengan pembangkit energi konvensional berbasis bahan fosil. Perbandingan energi yang dihasilkan dari 1 gram material fisil dengan 1 gram karbon diperoleh angka yang menakjubkan. Terdapat perbedaan yang sangat besar (sekitar 3×10^6 kali). Dari konversi satuan dapat disimpulkan bahwa 1 gram bahan material fisil ini dapat menghasilkan energi yang bisa dibandingkan dengan energi hasil pembakaran 2,6 ton senyawa karbon (Walter, 1981). Keuntungan lain yang dimiliki

reaktor nuklir adalah daya dukungnya dalam mengurangi pemanasan global. Pada proses operasi normal reaktor nuklir tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca sehingga tidak mencemari udara.

Salah satu bagian yang terpenting dari reaktor adalah teras reaktor. Teras reaktor terdiri dari sejumlah elemen bahan bakar dan elemen non bahan bakar seperti batang kendali, pendingin dan perisai beton. Bahan bakar utama suatu reaktor nuklir cenderung menggunakan bahan fisil yaitu bahan yang mudah berfisi dan mempunyai probabilitas untuk berfisi lebih besar. Adapun bahan fertil yaitu bahan yang berpotensi untuk diubah menjadi bahan fisil juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pada reaktor nuklir. Jumlah bahan fertil di alam sangat berlimpah bila tidak dimanfaatkan maka akan terbuang percuma, karena dia akan meluruh dengan sendirinya. Seiring perkembangan zaman, para ilmuwan telah mengembangkan suatu jenis reaktor yaitu reaktor cepat yang beroperasi dengan memanfaatkan neutron berenergi tinggi hasil reaksi fisi untuk mengubah bahan fertil menjadi bahan fisil.

Di dalam reaktor cepat, reaksi fisi harus dikontrol dengan sangat cermat dan teliti, sehingga dalam perancangannya dibutuhkan analisis yang komprehensif. Secara umum analisis tersebut meliputi analisis neutronik, analisis termohidrolik, dan analisis keselamatan. Produksi energi yang terjadi pada sistem reaktor sangat tergantung pada produksi neutron di teras reaktor tersebut. Sementara peluruhan neutron berlangsung secara spontan. Sehingga pada analisis neutronik pengendalian dari produksi neutron ini sangat menjadi perhatian penting. Analisis neutronik berkaitan dengan manajemen bahan bakar nuklir, meliputi proses pembakaran dan pengolahan bahan bakar serta susutan bahan bakar (*burn up*) yang terjadi pada teras reaktor.

Setelah reaktor beroperasi pada jangka waktu tertentu, maka terjadi penyusutan bahan bakar di setiap lokasi sehingga perlu dilakukan penggantian atau perubahan konfigurasi

bahan bakar reaktor. Hal ini dilakukan karena bahan bakar yang terletak pada posisi tengah di dalam teras reaktor mempunyai bagian bakar yang lebih besar daripada bahan bakar yang berada pada posisi pinggir. Oleh karena itu perlu dilakukan perubahan konfigurasi bahan bakar reaktor dengan cara menggeser bahan bakar. Setiap penggantian atau perubahan susunan bahan bakar di dalam teras reaktor akan berpengaruh terhadap distribusi fluks neutron yang dihasilkan pada tiap titik lokasi oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran distribusi fluks neutron. Setelah dilakukan pengukuran distribusi fluks neutron, maka dapat dilakukan perhitungan terhadap nilai laju reaksi. Perhitungan laju reaksi juga sangat penting dilakukan seperti perhitungan fluks neutron, karena distribusi fluks dan laju reaksi yang tidak merata dapat mengakibatkan nilai pemuncakan daya (*power-peaking*) yang tidak diinginkan.

Penelitian yang telah banyak dilakukan hanya sampai perhitungan distribusi fluks neutron. Beberapa diantaranya yaitu perhitungan fluks neutron pada reaktor Kartini dengan dua dimensi dua kelompok (Wulan dan Bambang, 1988), dan maksimalisasi fluks neutron cepat pada posisi iradiasi pusat (CIP) reaktor G.A. Siwabessy (Riyatun, dkk.,1998).

Untuk melihat besarnya nilai laju reaksi maka dilakukan penelitian tentang perhitungan laju reaksi neutron dengan pendekatan yang lebih spesifik yang dihitung dalam sebuah sel bahan bakar dalam teras reaktor. Disain reaktor ini menggunakan Uranium-Plutonium Nitrid sebagai bahan bakar dan Pb-Bi sebagai pendingin. Disamping itu, disain reaktor ini juga memerlukan metode komputasi lanjut untuk menjamin akurasi tinggi dalam waktu yang cepat. Data *library* yang digunakan dalam penelitian ini adalah JFS-3-J33 dari JAEA (Japan Atomic Energy Agency).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memperoleh laju reaksi fisi, serapan dan total dalam sel bahan bakar nuklir pada reaktor cepat pada suhu reaksi tetap.
2. Memperoleh laju reaksi fisi, serapan dan total dalam sel bahan bakar nuklir pada reaktor cepat dengan variasi suhu reaksi.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini analisis hanya dilakukan untuk menentukan laju reaksi dalam sel bahan bakar nuklir pada reaktor cepat. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode *collision probability* (CP) yang didasarkan dari bentuk integral persamaan transport neutron. Simulasi pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0.

1.4 Manfaat Penelitian

Laju reaksi dapat dijadikan dasar perhitungan distribusi fluks yang merata yang akan mengurangi *power peaking* (pemuncakan daya) dalam teras reaktor nuklir.

