

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

International Atomic Energy Agency (IAEA) memprediksi hingga tahun 2030 permintaan energi di dunia akan meningkat sebesar 45% atau rata-rata peningkatan tiap tahunnya 1,6%. Kebutuhan terhadap energi di Indonesia mengalami kenaikan sebesar 6% per tahunnya (Yusuf, 2012). Indonesia sendiri masih dominan menggunakan sumber energi berbasis bahan fosil yang semakin menipis ketersediaannya. Sumber energi alternatif sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan (*sustainability*) di masa yang akan datang. Salah satu sumber energi alternatif yang cukup menjanjikan adalah energi nuklir.

Reaktor nuklir merupakan suatu tempat yang didesain sedemikian sehingga didalamnya dapat terjadi reaksi pembelahan inti secara berantai. Saat ini reaktor nuklir yang dikembangkan adalah reaktor generasi IV. Reaktor generasi IV adalah jenis reaktor daya yang lebih inovatif dari reaktor generasi sebelumnya. Salah satu reaktor generasi IV adalah reaktor pembiak cepat berpendingin logam cair atau LMFBR (*Liquid Metal cooled Fast Breeder Reactor*).

Prinsip kerja reaktor cepat adalah dengan memanfaatkan bahan fisil dan fertil sebagai bahan bakar. Bahan fertil merupakan bahan bakar yang dapat diubah menjadi bahan bakar fisil dengan tangkapan neutron cepat. Pada reaktor cepat, neutron cepat hasil fisi langsung dimanfaatkan untuk mengubah bahan bakar fertil. Penggunaan bahan bakar fisil dan fertil dapat diperoleh dari campuran beberapa

aktinida sebagai bahan bakar pada reaktor cepat. Penggunaan bahan bakar campuran yang biasa digunakan adalah campuran uranium plutonium dengan nitrida, karbida dan oksida (Waltar dan Reynolds, 1981).

Neutron berenergi tinggi yang diperoleh dari hasil fisi dimanfaatkan untuk mengubah bahan fertil menjadi bahan fisil sehingga pada reaktor jenis LMFBR tidak diperlukan moderator untuk mentermalkan energi neutron seperti yang terdapat pada reaktor termal. Reaktor ini dapat dirancang dengan ukuran sedang untuk mencapai optimalisasi reaksi. Jika suatu reaktor cepat dapat memproduksi bahan fisil yang lebih banyak dari pada bahan fisil yang digunakan, maka reaktor ini disebut reaktor pembiak cepat (LMFBR).

LMFBR merupakan salah satu jenis reaktor yang menjadi kandidat reaktor masa depan. Hal ini karena LMFBR memanfaatkan bahan bakar fertil yang melimpah di alam. Uranium-235 yang merupakan bahan bakar fisil hanya terdapat 0,72% di alam dan sisanya merupakan bahan bakar fertil seperti ^{238}U .

Bahan bakar yang biasa digunakan dalam reaktor pembiak cepat yaitu UN-PuN, UC-PuC, dan MOX. Bahan pendingin yang digunakan yaitu jenis logam cair. Pada awalnya logam cair yang digunakan sebagai pendingin ialah natrium (Na) namun seiring dengan berkembangnya teknologi, kandidat pendingin lain yang digunakan berupa timbal (Pb), timbal bismut (Pb-Bi) dan natrium kalium (NaK).

Analisis neutronik pada reaktor cepat dengan variasi bahan pendingin (Na, Pb, dan Pb-Bi) telah dilakukan oleh Nurwinda (2009) dengan hasil penggunaan pendingin Pb-Bi pada reaktor cepat memberikan karakteristik neutronik paling optimal. Cinantya (2014) juga telah melakukan analisis neutronik pada reaktor

cepat berpendingin Pb-Bi dengan variasi bahan bakar (UN-PuN, UC-PuC dan MOX) yang menyatakan bahwa penggunaan UN-PuN memberikan fluks neutron dan distribusi daya paling besar serta memiliki karakteristik neutronik paling optimal dibanding dengan bahan bakar lain.

Penyusutan bahan bakar (*burn up*) terjadi setelah reaktor beroperasi dalam jangka waktu tertentu. Perhitungan *burn up* merupakan salah satu perhitungan standar untuk menganalisis bahan bakar reaktor. Dari perhitungan ini nilai rasio pembiakan (*breeding ratio*) dan level *burn up* selama reaktor beroperasi dapat dipantau. Rasio pembiakan merupakan perbandingan bahan fisil yang diproduksi dan yang musnah dalam satu siklus (Waltar dan Reynolds, 1981). Adapun faktor yang mempengaruhi susutan bahan bakar diantaranya adalah pola pengisian bahan bakar dan fraksi bahan bakar yang digunakan. Fraksi bahan bakar yang digunakan dalam rancangan teras reaktor cepat berada dalam rentang 30% - 45% yang terdiri dari bahan fertil dan fisil (Waltar dan Reynolds, 1981).

Lestari dan Fitriyani (2014) telah melakukan penelitian tentang pengaruh bahan bakar UN-PuN, UC-PuC dan MOX terhadap nilai *breeding ratio* pada reaktor pembiak cepat. Penelitian ini menegaskan bahwa UC-PuC memiliki rasio pembiakan yang tinggi namun pada UN-PuN memiliki rasio pembiakan yang stabil, namun pada MOX tidak adanya pembiakan bahan bakar fisil. Arisa (2007) melakukan analisis terhadap pembiakan Pu-239 pada reaktor cepat. Kedua penelitian ini membahas analisis *burn up* untuk geometri teras berbentuk silinder 2 dimensi (R-Z).

Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh fraksi bahan bakar UN-PuN terhadap nilai *burn up* pada reaktor cepat berpendingin timbal bismut (Pb-Bi). Fraksi bahan bakar dapat mempengaruhi banyaknya reaksi fisi yang terjadi. Reaksi fisi sendiri dapat mempengaruhi nilai *burn up* dan nilai *breeding ratio*.

Perhitungan dan desain teras reaktor pada penelitian ini dilakukan secara simulasi komputasi yang diawali dengan penentuan faktor multiplikasi neutron, distribusi fluks neutron dan distribusi daya yang didapatkan dari penyelesaian persamaan difusi multigrup secara numerik. Nilai fluks neutron hasil penyelesaian persamaan ini digunakan untuk analisis penyusutan bahan bakar (analisis *burn up*). Selama reaktor beroperasi akan dilakukan pengamatan terhadap nilai faktor multiplikasi (k_{eff}), densitas nuklida, nilai *burn up* dan nilai rasio pembiakan bahan fisil (*breeding ratio*).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fraksi bahan bakar yang paling efektif, sehingga diperoleh nilai parameter-parameter *burn up*. Parameter-parameter yang diteliti yaitu nilai *burn up* dan *breeding ratio* pada reaktor cepat berpendingin logam cair (LMFBR), dimana bahan bakar yang digunakan berupa UN-PuN.

1.3 Manfaat penelitian

Setelah diketahuinya nilai rasio pembiakan bahan bakar akan diperoleh fraksi bahan bakar yang paling efektif untuk reaktor LMFBR. Oleh karena itu

diharapkan reaktor secara optimal menghasilkan bahan fisil yang lebih banyak daripada yang dipakai.

1.4 Batasan masalah

Simulasi diterapkan dengan menggunakan kode FIITB.CHI yang dikembangkan dalam bahasa pemrograman Delphi 7.0 untuk menentukan nilai *burn up* pada jenis reaktor cepat berpendingin logam cair Pb-Bi dengan geometri teras silinder 2 dimensi (R,Z). Bahan bakar yang digunakan yaitu jenis UN-PuN dengan fraksi bahan bakar yang divariasikan. Variasi bahan bakar yang digunakan adalah 35% - 45%, hal ini karena struktur yang digunakan yaitu 20%. Perhitungan nilai *burn up* akan dilihat setiap tahunnya selama 1 siklus yaitu 4 tahun operasi.

