

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat terhadap energi di Indonesia semakin meningkat, menurut proyeksi Badan Energi Dunia (*International Energy Agency-IEA*), hingga tahun 2030 permintaan energi meningkat 45% atau rata-rata 1,6% per tahun, sedangkan kebutuhan energi di Indonesia naik sebesar 6% per tahun. Hal ini mengakibatkan kebutuhan masyarakat terhadap energi beberapa waktu ke depan akan semakin sulit terpenuhi. Sebagian besar atau sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil (Kementerian ESDM, 2016). Bahan bakar fosil merupakan sumber energi tidak terbarukan dan menyumbang 33% karbon di atmosfer per tahun yang berdampak pada efek pemanasan global (Ashby dan Smidman, 2010). Salah satu solusi sumber energi alternatif yang cukup menjanjikan adalah energi nuklir yang menggunakan energi hasil reaksi fisi.

Secara umum energi nuklir dihasilkan melalui dua mekanisme yaitu pembelahan inti atau reaksi fisi dan reaksi fusi atau penggabungan inti (Duderstadt dan Hamilton, 1976). Pembelahan inti atau reaksi fisi merupakan mekanisme yang banyak digunakan sampai saat ini untuk menghasilkan energi nuklir dalam sebuah reaktor. Perkembangan reaktor nuklir semakin maju seiring dengan peningkatan kebutuhan energi. Perkembangan ini dimaksudkan untuk menghasilkan reaktor nuklir modern dengan sistem keamanan yang tinggi dan juga memasok energi termal untuk industri. Jenis reaktor modern adalah reaktor generasi IV.

Keunggulan dari reaktor generasi IV dibandingkan generasi sebelumnya meliputi pengurangan biaya pokok, keamanan nuklir yang dipertinggi, limbah nuklir yang diperkecil, dan pengurangan lebih lanjut dalam risiko pembuatan senjata (Driscoll dan Heizler, 2005). Pada reaktor generasi IV, terdapat enam tipe reaktor yaitu (Rooijen, 2006) : *Gas Cooled Fast Reactor (GFR)*, *Sodium Cooled Fast Reactor (SFR)*, *Lead Cooled Fast Reactor (LFR)*, *Molten Salt Reactor (MSR)*, *Super Critical Water Reactor (SCWR)*, *Very High Temperature Reactor (VHTR)*.

SFR merupakan jenis reaktor cepat. Keuntungan dari reaktor cepat diantaranya adalah siklus bahan bakar dapat menggunakan uranium alam. SFR mempunyai sistem siklus bahan bakar tertutup pada temperatur keluaran sekitar 530°C-550°C dan rentang daya 1500-1700 MWe. Bahan pendingin dari SFR adalah natrium (Na). Kelebihan dari pendingin natrium adalah berbentuk padat pada temperatur kamar, mencair pada temperatur 98,1°C dan mulai menguap pada suhu 892°C, memiliki temperatur operasi yang lebar dibanding air biasa (H₂O) serta mempunyai panas spesifik yang besar, sehingga sangat baik dijadikan sebagai media perpindahan panas (Suwoto dan Zuhair, 2012).

Penelitian ini menggunakan strategi *shuffling* sebagai periode *refuelling* (pengisian bahan bakar). Strategi *shuffling* adalah strategi bahan bakar yang beroperasi tanpa pengayaan, strategi ini menggunakan uranium alam sebagai bahan bakar. Uranium alam yang digunakan sebagai bahan bakar reaktor terlebih dahulu dibakar dalam jangka waktu tertentu sehingga menghasilkan bahan bakar fisil yang dapat berfisi di dalam reaktor.

Perhitungan neutronik pada perancangan reaktor sangat diperlukan untuk mengetahui faktor multiplikasi, level *burn up*, integral *conversion ratio* dan densitas nuklida ^{235}U , ^{238}U dan ^{239}Pu . Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis neutronik pada SFR menggunakan SRAC (*Standart Thermal Reactor Analysis Code System*) yang dikembangkan oleh JAERI (*Japan Atomic Energy Research Institute*).

Penelitian yang dilakukan oleh Guskha (2015) dengan hasil reaktor LFR daya 300 (MWTh) mempunyai nilai faktor multiplikasi neutron dan *burn up* yang paling optimal dengan nilai k_{eff} per periode *burn up* mendekati nilai 1 (reaktor dalam keadaan kritis). Penelitian yang dilakukan oleh Nurwinda (2009) hasil yang didapatkan dengan penggunaan pendingin Pb-Bi pada reaktor cepat memberikan karakteristik neutronik yang paling optimal.

Cinantya (2014) tentang analisis neutronik pada reaktor cepat berpendingin Pb-Bi dengan variasi bahan bakar (UN-PuN, UC-PuC, dan MOX) yang menghasilkan penggunaan bahan bakar UN-PuN memiliki distribusi fluks neutron dan distribusi daya yang paling besar serta juga memiliki karakteristik neutronik yang paling optimal dibandingkan dengan bahan bakar lain dan oleh Rida (2007) dengan desain tinggi teras dan diameter teras aktif 250 cm dan 200 cm, pembagian teras 6 *region* yang menggunakan perbandingan fraksi bahan bakar, *cladding*, dan *coolant* sebesar 51%, 14% dan 35% menghasilkan daya keluaran 1500 MWTh.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan analisis neutronik berdasarkan variasi daya keluaran 300, 350, 400, 450 dan 500 MWTh pada reaktor cepat SFR. Geometri teras yang digunakan adalah silinder dengan ukuran tinggi teras dan diameter teras aktif adalah 250 cm dan 200 cm dan berbahan bakar

uranium alam dengan strategi *shuffling* arah radial. Penelitian ini dilakukan secara simulasi komputasi dengan menggunakan kode SRAC yang dikembangkan oleh JAEA (*Japan Atomic Energy Agency*) dengan JENDL-3.2 sebagai *library*. Program SRAC dapat dijalankan untuk melakukan perhitungan desain reaktor SFR yang telah dirancang. Hasil yang diperoleh kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* menjadi bentuk grafik hubungan variasi daya keluaran terhadap waktu dengan berbagai parameter neutronik yaitu k_{eff} , k_{inf} , level *burn up*, Integral *Conversion Ratio*, dan densitas (^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu).

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh daya keluaran terhadap karakteristik neutronik yang meliputi faktor multiplikasi (k_{eff} , k_{inf}), level *burn up*, integral *conversion ratio*, dan densitas nuklida (^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu) pada teras reaktor.

Manfaat dari penelitian ini untuk memperoleh spesifikasi daya keluaran dengan kinerja neutronik yang optimal sesuai dengan desain yang digunakan.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, perhitungan neutronik pada reaktor SFR dengan variasi daya keluaran 300, 350, 400, 450 dan 500 MWth. Penelitian ini menggunakan program SRAC yang dikembangkan oleh JAERI dengan JENDL-3.2 sebagai *library* yang ada pada SRAC. Hasil yang didapatkan berupa k_{eff} , k_{inf} , integral *conversion ratio*, level *burn up* dan densitas nuklida (^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu) yang diolah ke dalam bentuk grafik dengan menggunakan *Software Microsoft Excell*.