

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian konfigurasi teras NuScale dengan menggunakan variasi bahan bakar MOX yang dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Seluruh variasi bahan bakar MOX di teras NuScale mencapai nilai yang kritis di awal siklus, yaitu 1,0823 (monoThPu); 1,0890 (monoUPu); 1,0783 (multiUPu); 1,0948 (multiThUPu); dan 1,0820 (multiThU2). Hasil ini menunjukkan bahwa desain konfigurasi MOX memenuhi syarat  $k_{eff} \geq 0,99$  sebagai batasan pada aliran fluks neutron.
2. Fraksi fisil awal yang terkandung di dalam bahan bakar menjadi faktor utama yang mempengaruhi tingkat keberlanjutan siklus operasi. Konfigurasi teras monoThPu, monoUPu, multiUPu, dan multiThUPu, dengan kandungan Pu-239 dan Pu-238 yang tinggi, mampu mempertahankan nilai batas  $k_{eff}$  dan reaktivitas hingga 24 bulan. Proses konversi isotop fertil Th-232 dan U-238 menjadi isotop fisil dalam variasi MOX turut mendukung peningkatan kekritisan teras. Sebaliknya, konfigurasi teras multiThU2 dengan fraksi fisil rendah, hanya mampu mencapai batas  $refueling k_{eff}$  dan reaktivitas hingga 16 bulan.
3. Isotop fisil yang memiliki jumlah rata-rata hasil neutron yang berbeda memengaruhi distribusi fluks neutron di teras reaktor. Isotop fisil Pu-239 dan Pu-241 yang memiliki jumlah rata-rata hasil neutron yang lebih besar, yaitu masing-masing  $2,8836 \pm 0,0047$  dan  $2,9479 \pm 0,0055$  membuat distribusi fluks neutron pada konfigurasi teras monoThPu, monoUPu, multiUPu, dan multiThUPu memiliki puncak yang lebih tajam di tengah teras. Sedangkan pada konfigurasi teras multiThU2, distribusi fluks neutron cenderung lebih landai dengan puncak fluks yang rendah akibat laju produksi yang lambat dari Th-232 yang terkandung di

dalam bahan bakar dan U-233 yang hanya memiliki jumlah rata-rata hasil neutron lebih kecil, yaitu  $2,4968 \pm 0,0035$ .

4. Penggunaan fraksi fisil Pu-239, Pu-241 dan konversi U-238 menjadi Pu-239 di dalam bahan bakar monoUPu dan multiUPu menyebabkan fluktuasi yang tinggi pada nilai PPF, yaitu dengan rentang nilai masing-masing 1,165-1,180 dan 1,167-1,178. Bahan bakar dengan fraksi fertil Th-232 pada bahan bakar monoThPu dan multiThU2 menunjukkan potensi dalam menjaga kestabilan daya jangka panjang akibat terbentuknya U-233 secara bertahap selama iradiasi. Sedangkan, pada multiThUPu, kandungan isotop fertil U-238 dan Th-232 dengan waktu paroh yang berbeda memengaruhi ketersediaan isotop fisil dan menyebabkan fluktuasi PPF yang tinggi.

## 1.2 Saran

Beberapa saran yang perlu dikaji dan dianalisa lebih lanjut terkait penelitian diantaranya:

1. Diperlukan kajian lebih lanjut terkait aspek *sensitivity analysis* dari desain teras MOX yang telah disimulasikan untuk mengetahui pengaruh perubahan *input* bahan bakar terhadap parameter neutronik.
2. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menambahkan kajian penggunaan gadolinia pada bahan bakar MOX.
3. Penggunaan variasi MOX yang hanya dilakukan pada *batch* A-01 memengaruhi distribusi fluks neutron yang terpusat dan nilai PPF yang fluktuatif, sehingga perlu dilakukan pemodelan variasi MOX lanjutan dengan menempatkan MOX pada seluruh *batch* teras.
4. Memasukkan analisis ekonomi serta dampak dari penggunaan MOX terhadap pengelolaan limbah nuklir dan potensi daur ulang bahan bakar, agar dapat menilai kelayakan implementasinya dari aspek biaya dan manfaat jangka panjang.