

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a. Variasi ketebalan dan jenis material reflektor memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai *effective multiplication factor* sebagai indikator utama kritikalitas reaktor. Reflektor grafit memberikan performa terbaik di antara reflektor lainnya seperti Be⁹, Be₂C, dan tembaga dengan nilai k_{eff} tertinggi sebesar 1,1784 pada ketebalan 200 cm. Namun, laju peningkatan $\frac{\Delta k_{eff}}{\Delta r}$ mulai menurun setelah 140 cm, menunjukkan titik jenuh reflektif. Oleh karena itu, ketebalan optimal ditentukan pada 140 cm, karena memberikan efisiensi neutronik tinggi dengan ukuran reflektor yang masih sesuai untuk desain reaktor mikro yang kompak.
- b. Variasi material dan konsentrasi *burnable poison* (BP) memengaruhi kritikalitas, kestabilan reaktivitas, dan keselamatan reaktor. Erbium 0,12% menghasilkan k_{eff} 1,0115 pada BOC, efektif menurunkan reaktivitas awal dan menjaga kestabilan hingga MOC. Dari analisis reaktivitas terhadap konsentrasi *burnable poison*, erbium menunjukkan rasio sebesar -0,0172 (% $\Delta k/k$)/ppm pada BOC dan tetap negatif sebesar -0,0029 (% $\Delta k/k$)/ppm pada MOC, menandakan kemampuannya menyerap neutron bertahan lebih baik dibandingkan gadolinium dan iridium. Selain itu, penggunaan erbium membantu mempertahankan nilai TCR tetap negatif, sedangkan nilai VCR yang positif masih dapat dikompensasi oleh efek pendinginan dari TCR negatif, sehingga sistem tetap aman.

- c. Konfigurasi reflektor dan *burnable poison* yang dioptimalkan dalam penelitian ini memenuhi kriteria keselamatan operasi *micro molten salt reactor* berdasarkan evaluasi nilai reaktivitas batang kendali, *temperature coefficient of reactivity*, dan *void coefficient of reactivity*. Optimasi jumlah batang kendali menunjukkan bahwa konfigurasi empat batang kendali memberikan margin kendali yang memadai, dengan penurunan reaktivitas sebesar 7,6913 % $\Delta k/k$ pada BOC dan 7,1992 % $\Delta k/k$ pada MOC, cukup untuk menjamin kemampuan pengendalian reaktor selama operasi normal maupun dalam kondisi saat reaktivitas tertinggi. Hasil evaluasi termal menunjukkan bahwa nilai TCR tetap negatif sepanjang siklus operasi, menandakan bahwa reaktor memiliki sifat *self-regulating* terhadap kenaikan suhu. Sedangkan nilai VCR yang positif tetap dalam batas aman dan pengaruhnya dapat dikompensasi oleh efek penurunan reaktivitas dari TCR negatif. Dengan tercapainya semua parameter keselamatan ini, konfigurasi *Micro Molten Salt Reactor* yang diusulkan dinilai layak untuk mendukung pengembangan sumber energi bersih dan berkelanjutan di wilayah Terdepan, Terluar, dan Tertinggal (3T) Indonesia.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disimpulkan, peneliti memiliki beberapa saran agar penelitian ke depannya lebih optimal, yaitu:

- a. Secara teoretis, penelitian ini dapat disempurnakan dengan menambahkan analisis margin padam reaktor dalam kondisi *One Stuck Rod* (OSR) untuk mengevaluasi kemampuan sistem kendali mencapai keadaan subkritis jika terjadi kegagalan pada salah satu batang kendali, menambahkan perhitungan parameter neutronik untuk teras reaktor dengan penambahan *burnable poison* erbium yaitu perhitungan fluks neutron, spektrum neutron, dan distribusi daya.

- b. Mempertimbangkan penggunaan *burnable poison* erbium yang didistribusikan secara homogen dalam grafit moderator.
- c. Secara implementatif, penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan sumber energi bersih dan berkelanjutan di wilayah 3T melalui penerapan *Micro Molten Salt Reactor* (MSR) yang kompak, efisien, dan aman.

