

ABSTRAK

Reaktor fusi nuklir tipe tokamak menghadapi tantangan berupa iradiasi neutron yang dapat mengaktivasi material struktural menjadi radioaktif. Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik aktivasi neutron dan efektivitas shielding pada material Stainless Steel (SS) 304L dan SS 316L yang digunakan sebagai vacuum chamber wall (VCW) pada model tokamak ASDEX Upgrade menggunakan kode simulasi MCNP6. Sumber neutron yang digunakan adalah reaksi fusi deuterium-deuterium (D-D) berenergi 2,45 MeV dengan laju produksi 1×10^{16} neutron per detik. Variasi ketebalan VCW yang dianalisis adalah 2 cm, 4 cm, dan 8 cm. Parameter yang dikaji meliputi distribusi fluks neutron, arus neutron, laju reaksi aktivasi, dan efektivitas shielding. Hasil simulasi menunjukkan bahwa SS 304L dan SS 316L memiliki distribusi fluks neutron dan performa shielding yang hampir identik, dengan perbedaan kurang dari 0,3% pada skenario yang di analisis. Peningkatan ketebalan juga meningkatkan laju aktivasi material akibat bertambahnya peluang interaksi neutron di dalam material. Reaksi aktivasi dominan pada kedua material adalah $^{54}\text{Fe}(n,p)^{54}\text{Mn}$, sedangkan SS 316L menunjukkan aktivasi tambahan yang signifikan melalui reaksi $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)^{99}\text{Mo}$ akibat keberadaan unsur molibdenum. Laju aktivasi Mo pada SS 316L bahkan melebihi kontribusi reaksi aktivasi unsur lainnya pada seluruh ketebalan yang ditinjau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis material memberikan pengaruh yang relatif kecil terhadap efektivitas shielding dibandingkan ketebalan VCW. Meskipun kedua material memiliki performa shielding yang setara, SS 304L menghasilkan tingkat aktivasi yang lebih rendah karena tidak mengandung molibdenum. Selain itu, peningkatan ketebalan memberikan trade-off antara efektivitas shielding dan aktivasi material yang perlu dipertimbangkan dalam desain komponen struktural reaktor fusi.

Kata kunci: aktivasi neutron, MCNP6, shielding, SS 304L, SS 316L