

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan tingkat emisi karbon dari bahan bakar fosil, terutama batu bara, telah menjadi salah satu penyebab terjadinya pemanasan dunia (*global warming*). Tak hanya itu, ketersediaan bahan bakar fosil juga kian menipis dan menjadi langka, oleh karena itu kebutuhan mendesak akan sumber energi alternatif yang tidak berkontribusi terhadap degradasi lingkungan merupakan topik yang sedang hangat diperbincangkan oleh para peneliti dan pemegang kepentingan di dunia ini (Wahyono dkk., 2024). Di antara alternatif-alternatif tersebut, energi nuklir merupakan solusi yang layak karena kemampuannya untuk menghasilkan energi dalam jumlah besar dengan emisi karbon yang minimal (IEA, 2021).

Energi nuklir terutama dimanfaatkan melalui dua proses, yaitu fisi nuklir dan fusi nuklir. Pada abad ini, teknologi fisi nuklir yang memanfaatkan uranium sebagai bahan bakar, telah menjadi sumber energi standar di banyak negara maju. Namun, fisi nuklir memiliki beberapa tantangan, termasuk terbatasnya ketersediaan uranium dan limbah radioaktif berbahaya yang dihasilkan dari reaksi fisi (Sridhar, 2020). Keterbatasan ini menyoroti perlunya penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam teknologi fusi nuklir, yang menjanjikan sumber energi yang lebih berkelanjutan dan lebih aman.

Fusi nuklir, tidak seperti fisi, menggunakan sumber daya yang melimpah seperti air dan tidak menghasilkan limbah radioaktif dalam jangka panjang (Mohamed dkk., 2024). Namun, untuk mencapai reaksi fusi nuklir yang mandiri masih merupakan tantangan ilmiah yang signifikan. Salah satu kriteria penting untuk reaktor fusi yang berhasil adalah Kriteria Lawson, yaitu kondisi yang diperlukan agar reaktor fusi dapat menghasilkan lebih banyak energi daripada yang dikonsumsi. Kriteria Lawson berfokus pada tiga faktor utama: kepadatan elektron (n), suhu reaktor (T), dan durasi reaksi (τ) (Nur, 2011). Di antaranya,

densitas elektron memainkan peran yang sering dikaji dalam menjaga stabilitas dan kelangsungan reaksi fusi.

Di Asia Tenggara terdapat satu reaktor fusi nuklir berbentuk tokamak yaitu Thailand Tokamak-1 (TT-1) di Thailand. TT-1 beroperasi baru-baru ini pada tahun 2023 menandai tonggak penting dalam penelitian fusi nuklir. Sebagai reaktor tokamak pertama di kawasan ini, TT-1 merupakan langkah penting untuk mengembangkan fusi nuklir sebagai sumber energi praktis. Terdapat beberapa penelitian yang mengkaji reaktor ini, terutama pada simulasi dan pemodelan yang dilakukan oleh Wisitsorasak dan rekannya (Wisitsorasak dkk., 2024). Di dalam TT-1 terdapat 2 parameter yang diharapkan sangat berpengaruh terhadap nilai densitas elektron yaitu durasi pengisian gas ke dalam TT-1 *Gas Puffing* (GP) dan pemanas ohmic *Heating Field Voltage* (HVF).

Penelitian ekstensif masih diperlukan, terutama dalam mengoptimalkan kerapatan elektron di dalam reaktor, untuk mencapai kondisi yang diperlukan agar reaksi fusi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengoptimalan densitas elektron di TT-1 sangat penting untuk memajukan teknologi energi fusi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil durasi pengisian gas ke dalam TT-1 (*Gas Puffing*) yang optimal untuk mendapatkan densitas elektron tertinggi.
2. Untuk mendapatkan hasil tegangan medan pemanas (*Heating Field Voltage*) yang optimal untuk mendapatkan densitas elektron tertinggi.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Pengembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang plasma dan fusi nuklir
2. Pengembangan teknologi baru yaitu berupa TT-1 yang optimal