



INTISARI

Perkembangan teknologi dan industrialisasi telah meningkatkan ketergantungan manusia pada listrik yang stabil dan andal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi sistem tenaga listrik melalui optimasi parameter operasional menggunakan pendekatan simulasi perangkat lunak dan algoritma *reinforcement learning*. Model *Modified New England 39-Bus* digunakan dalam penelitian ini untuk merepresentasikan sistem tenaga listrik yang kompleks dengan berbagai elemen penting.

Metodologi yang digunakan mencakup simulasi perangkat lunak menggunakan *Visual Studio Code* dan *DigSILENT PowerFactory* serta penerapan algoritma *Deep Deterministic Policy Gradient* (DDPG) untuk optimasi parameter operasional seperti *load scales*, status operasional generator, *dispatch*, dan besaran tegangan generator. *Dataset* yang digunakan adalah hasil simulasi dengan 2169 skenario acak yang memungkinkan analisis sensitivitas yang mendalam terhadap berbagai kondisi operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan *load scales* cenderung menyebabkan penurunan frekuensi nadir dan frekuensi *rebound*, sedangkan status operasional generator yang optimal dapat meningkatkan stabilitas sistem. Kemudian, *dispatch* yang merata atau optimal dapat mengurangi risiko kelebihan beban pada generator individual dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Terakhir, tegangan yang seimbang dapat meminimalisasi kondisi *over-voltage* yang berbahaya bagi peralatan dan kondisi *under-voltage* yang dapat menurunkan efisiensi operasi serta menyebabkan kegagalan sistem.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah simulasi perangkat lunak dan penerapan *reinforcement learning* dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem tenaga listrik. Implikasi praktis dari penelitian ini meliputi rekomendasi untuk pengelola sistem tenaga listrik dalam mengidentifikasi dan mengoptimalkan variabel kritis untuk mencegah pemadaman listrik dan meningkatkan kualitas layanan listrik. Penelitian ini juga membuka jalan bagi pengembangan solusi dan inovasi lebih lanjut dalam bidang stabilitas sistem tenaga listrik.

Kata kunci : Stabilitas Sistem Tenaga, Optimasi Parameter Operasional, Simulasi Perangkat Lunak, Analisis Sensitivitas, Algoritma DDPG

ABSTRACT

The advancement of technology and industrialization has increased human reliance on stable and reliable electricity. Therefore, this study aims to enhance the stability and efficiency of power systems by optimizing operational parameters using software simulation approaches and reinforcement learning algorithms. The Modified New England 39-Bus model is used in this research to represent a complex power system with various critical elements.

The methodology employed includes software simulation using Visual Studio Code and DigSILENT PowerFactory and applying the Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG) algorithm to optimize operational parameters such as load scales, generator operational status, dispatch, and generator voltage levels. The dataset comprises simulation results with 2169 random scenarios, enabling in-depth sensitivity analysis under various operational conditions. The research findings indicate that increased load scales decrease the nadir and rebound frequency, while optimal generator operational status can improve system stability. Furthermore, balanced or optimal dispatch can reduce the risk of overloading individual generators and enhance overall system efficiency. Finally, balanced voltage can minimize hazardous over-voltage and under-voltage conditions that can decrease operational efficiency and cause system failures.

This research concludes that software simulation and the application of reinforcement learning can significantly contribute to improving the reliability and efficiency of power systems. Its practical implications include recommendations for power system operators to identify and optimize critical variables to prevent power outages and enhance electricity service quality. This study also paves the way for further solutions and innovations in power system stability.

Keywords : *Power System Stability, Operational Parameter Optimization, Software Simulation, Sensitivity Analysis, DDPG Algorithm*