

INTISARI

Pertumbuhan kebutuhan listrik di wilayah Jawa Tengah & DIY, khususnya pada Subsistem Pedan 1,2, menuntut peningkatan keandalan dan kapasitas sistem transmisi guna menjaga keberlanjutan pasokan listrik. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perencanaan sistem transmisi melalui penambahan pembangkit terhadap kinerja sistem tenaga listrik untuk periode 2025–2035. Metodologi yang digunakan meliputi pemodelan jaringan eksisting dan pengembangan sistem menggunakan perangkat lunak DIgSILENT PowerFactory, dengan analisis utama berupa studi aliran daya, analisis kontingensi N-1, serta evaluasi stabilitas tegangan dan frekuensi berdasarkan data beban, proyeksi pertumbuhan, dan rencana pengembangan dari RUPTL PLN serta data teknis PT PLN UP2B Jawa Tengah & DIY. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2025 total beban Subsistem Pedan 1,2 sebesar 467,7 MW dengan rata-rata pembebanan transformator 49,04% dan tegangan busbar antara 0,97–1,00 p.u.; setelah penambahan pembangkit (PLTSa Surakarta 10 MW pada 2027, PLTB Gunung Kidul 10 MW dan PLTB Samas 50 MW pada 2031, serta PLTP Lawu 55 MW pada 2033), terjadi perbaikan profil tegangan busbar (rata-rata naik menjadi 0,98–1,00 p.u.), penurunan pembebanan saluran (maksimum 41,72% pada 2035), serta margin GI tetap di bawah 30%. Analisis kontingensi N-1 menunjukkan sistem tetap andal dengan pembebanan saluran maksimum 85,13% pada skenario tahun 2035, tetapi masih di bawah batas aman 100%, dan penambahan *bank capacitor* 50 MVAR di GI Karanganyar juga meningkatkan tegangan *busbar* dari 0,95 p.u. menjadi 0,98 p.u. Hasil ini membuktikan bahwa perencanaan jaringan transmisi dan integrasi pembangkit baru mampu meningkatkan keandalan, memperbaiki profil tegangan, dan mengurangi risiko *overload* serta gangguan sistem pada Subsistem Pedan 1,2 hingga tahun 2035.

Kata kunci: Analisis sistem tenaga listrik, Peramalan beban, Keandalan sistem

ABSTRACT

Subsystems Pedan 1,2 require improvements in terms of reliability and transmission system capacity to maintain the sustainability of electricity supply. This study aims to analyze the impact of transmission system planning through the addition of power plants on the performance of the power system for the period 2025–2035. The methodology used includes modeling the existing network and developing the system using DlgSILENT PowerFactory software, with the main analysis covering power flow studies, N-1 contingency analysis, and voltage and frequency stability evaluation based on load data, growth projections, and development plans from PLN's RUPTL as well as technical data from PT PLN UP2B Central Java & DIY. The research results indicate that by 2025, the total load of the Pedan 1,2 Sub-system will reach 467.7 MW, with an average transformer load of 49.04% and busbar voltage between 0.97–1.00 p. u.; after the addition of power plants (PLTSa Surakarta 10 MW in 2027, PLTB Gunung Kidul 10 MW and PLTB Samas 50 MW in 2031, and PLTP Lawu 55 MW in 2033), there is an increase in the busbar voltage profile (average increases to 0.98–1.00 p.u.), a decrease in line load (maximum 41.72% in 2035), and the GI margin remains below 30%. The N-1 contingency analysis shows that the system remains reliable with a maximum line load of 85.13% in the 2035 scenario, but remains below the safe limit of 100%, and the addition of a 50 MVAR capacitor bank at the Karanganyar substation also increases the busbar voltage from 0.95 p.u. to 0.98 p.u. These results indicate that transmission network planning and the integration of new power plants can enhance reliability, improve voltage profiles, and reduce the risk of overloading and system disturbances in the Pedan 1,2 subsystem until 2035.

Keywords: Power system analysis, Load forecasting, System reliability