

INTISARI

Keandalan sistem tenaga listrik sangat bergantung pada pengelolaan pembebanan jaringan yang optimal. Dalam sistem transmisi 150 kV, PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban (UP2B) Jateng dan DIY menetapkan batas standar operasi sebesar 55% dari kapasitas maksimal saluran, serta 110% saat kondisi kontingensi N-1, sejalan dengan pengaturan sistem proteksi. Saluran 150 kV Pedan-Jajar yang memiliki kapasitas 1620 A berisiko mengalami *overload* saat kontingensi, terutama karena gardu induk Mangkunegaran dan Jajar yang tersuplai dari saluran ini merupakan gardu penting yang tidak boleh mengalami padam. Tindakan rekonduktor membutuhkan *upgrade* tower, yang dinilai kurang ekonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pembebanan Gardu Induk Mangkunegaran dan Jajar dari potensi *overload* saluran Pedan-Jajar saat kontingensi N-1 melalui pemindahan beban trafo daya 150/20 kV dan Rekonfigurasi Jaringan. Metodologi dilakukan melalui studi kasus, pengumpulan data teknis jaringan, perhitungan pembebanan trafo daya 150/20 kV, dan pemodelan sistem menggunakan perangkat lunak DIgSILENT *Power Factory* 2021. Optimalisasi pembebanan akan dilakukan re-evaluasi pada pengolahan data pembebanan trafo dan simulasi untuk pembebanan saluran 150 kV Pedan-Jajar.

Kondisi aliran daya pada tahun 2035 setelah dilakukan pemindahan beban trafo 150/20 kV dan rekonfigurasi jaringan dalam kondisi sesuai dengan standar PLN dengan pembebanan *Interbus Transformer* (IBT) Pedan 1,2 masing-masing sebesar 62,96%, dan pembebanan *Interbus Transformer* (IBT) Boyolali 1,2 masing-masing sebesar 71,68%, serta tegangan pada gardu induk karanganyar naik dari sebesar 143 kV menjadi 143,9 kV. Kondisi kontingensi N-1 penghantar Pedan – Jajar terjadi *overload* pada tahun 2035 sebesar 142,5%, serta setelah re-evaluasi menjadi sebesar 106,2%. Optimalisasi pembebanan memberikan hasil signifikan pada saluran 150 kV Pedan-Jajar pada tahun 2035, dengan total *Energy Saved* (ES) mencapai 1.249,80 MWh dan pengurangan nilai *Expected Energy Not Supplied* (EENS) sebesar 1.244,01 MWh/tahun. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa langkah pemindahan beban dan rekonfigurasi jaringan yang dilakukan secara bertahap berhasil meningkatkan keandalan sistem dan menurunkan resiko kehilangan energi.

Kata kunci: Pemindahan Beban, Rekonfigurasi Jaringan, DIgSILENT, *Energy Saved* (ES), *Expected Energy Not Supplied* (EENS)

ABSTRACT

Power system reliability is highly dependent on optimal network loading management. In 150 kV transmission system, PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban (UP2B) Jateng and DIY sets a standard operating limit of 55% of maximum capacity of line, as well as 110% during N-1 contingency conditions, in line with the protection system settings. 150 kV Pedan-Jajar line, which has a capacity of 1620 A, is at risk of overload during a contingency, especially since Mangkunegaran and Jajar substations supplied from this line are important substations that must not experience blackouts. Reconductor action requires a tower upgrade, which is considered less economical.

Study case to loading optimisation of Mangkunegaran and Jajar substations from potential overload of Pedan-Jajar line during contingency N-1 through transfer of 150/20 kV power transformer loads and network reconfiguration. Methodology is carried out through case studies, collection of network technical data, calculation of 150/20 kV power transformer loading, and system modelling using DIgSILENT Power Factory 2021 software. Optimisation of loading will be carried out re-evaluation on transformer loading data processing and simulation for 150 kV Pedan-Jajar line loading.

Power flow conditions in 2035 after 150/20 kV transformer load transfer and network reconfiguration are conditions in accordance with PLN standards with Pedan 1,2 Interbus Transformer (IBT) loading of 62.96% each, and Boyolali 1,2 Interbus Transformer (IBT) loading of 71.68% each, and voltage at Karanganyar substation rises from 143 kV to 143.9 kV. Contingency conditions N-1 conductor Pedan - Jajar occurs overload in 2035 by 142.5%, and after re-evaluation to 106.2%. Load optimization provides significant results on 150 kV Pedan-Jajar line in 2035, with a total Energy Saved (ES) of 1,249.80 MWh and a reduction in Expected Energy Not Supplied (EENS) value of 1,244.01 MWh/year. These values indicate that gradual load shifting and network reconfiguration measures have improved system reliability and reduced risk of energy loss.

Key words: Load Shifting, Network Reconfiguration, DIgSILENT, Energy Saved (ES), Expected Energy Not Supplied (EENS)