

ABSTRAK

Agung Yaspatria Sabdani Halawa: Optimisasi Penentuan ukuran *Static Var Compensator* (SVC) Untuk Perbaikan Jatuh Tegangan Pada Dengan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) Pada Gardu Induk Payageli. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan, 2025.

Penelitian ini mengatasi permasalahan jatuh tegangan dan ketidakstabilan pada sistem distribusi 20 kV di Trafo Daya II (TD2) Gardu Induk Payageli. Analisis awal menggunakan software ETAP mengungkapkan bahwa pada kondisi beban puncak, tegangan di Bus 7 turun menjadi 18,912 kV (94,56% dari nominal), melebihi batas toleransi SPLN, dengan rugi daya aktif 94,2 kW dan faktor daya 80,7%. Untuk menstabilkan tegangan yang fluktuatif akibat variasi beban harian, penelitian ini menerapkan *Static Var Compensator* (SVC) pada Bus 7. Ukuran kapasitas SVC yang optimal ditentukan menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Keunggulan PSO dimanfaatkan untuk menangani dinamika sistem dengan fungsi objektif meminimalkan deviasi tegangan berdasarkan profil tegangan aktual yang berubah-ubah selama 24 jam, mencakup kondisi *under-voltage*, *normal load*, dan *over-voltage*. Hasil optimasi PSO menghasilkan kapasitas SVC sebesar 21,28 Mvar (Qc) dan 19,75 Mvar (QL). Simulasi validasi pada ETAP membuktikan bahwa SVC dengan ukuran hasil PSO ini secara efektif mempertahankan stabilitas tegangan pada semua skenario beban. Tegangan Bus 7 berhasil dinaikkan dan distabilkan pada 19,421 kV (97,1%) pada kondisi kritis, sekaligus mampu meredam tegangan lebih (*over-voltage*) kembali ke batas aman. Selain itu, implementasi SVC-PSO juga meningkatkan faktor daya menjadi 96,1% dan mengurangi rugi daya aktif menjadi 78 kW. Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode PSO berhasil diterapkan untuk menentukan ukuran SVC yang adaptif dan robust dalam mempertahankan stabilitas tegangan sistem distribusi terhadap variasi beban harian di Gardu Induk Payageli.

Kata Kunci: Jatuh Tegangan, *Static Var Compensator* (SVC), *Particle Swarm Optimization* (PSO), Etap, Matlab, Gardu Induk Payageli.

ABSTRACT

Agung Yaspatria Sabdani Halawa: *Optimization of Static Var Compensator (SVC) Sizing for Voltage Drop Improvement Using the Particle Swarm Optimization (PSO) Method at the Payageli Substation. Thesis. Faculty of Engineering, State University of Medan, 2025.*

This research addresses the issues of voltage drop and instability in the 20 kV distribution system at Power Transformer II (TD2) of the Payageli Substation. An initial analysis using ETAP software revealed that during peak load conditions, the voltage at Bus 7 dropped to 18.912 kV (94.56% of nominal), exceeding the permissible limits set by the Indonesian State Electricity Company Standard (SPLN), with an active power loss of 94.2 kW and a power factor of 80.7%. To stabilize the voltage fluctuations caused by daily load variations, a Static Var Compensator (SVC) was implemented at Bus 7. The optimal SVC capacity was determined using the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm. The strength of PSO was leveraged to handle system dynamics, with the objective function set to minimize voltage deviation based on the actual fluctuating voltage profile over a 24-hour period, encompassing under-voltage, normal load, and over-voltage conditions. The PSO optimization resulted in an optimal SVC capacity of 21.28 Mvar (Qc) and 19.75 Mvar (QL). Validation simulations in ETAP proved that the PSO-sized SVC effectively maintained voltage stability across all load scenarios. The voltage at Bus 7 was successfully increased and stabilized to 19.421 kV (97.1%) under critical conditions, while also being able to suppress over-voltage and return it to a safe limit. Furthermore, the implementation of the PSO-optimized SVC also improved the power factor to 96.1% and reduced active power losses to 78 kW. This study concludes that the PSO method was successfully applied to determine an adaptive and robust SVC size for maintaining distribution system voltage stability against daily load variations at the Payageli Substation.

Keywords: *Voltage Drop, Static Var Compensator (SVC), Particle Swarm Optimization (PSO), ETAP, MATLAB, Payageli Substation.*