UNIVERSITAS
GADJAH MADA
OPTIMASI LOKASI DAN KAPASITAS STATIC VAR COMPENSATOR (SVC) PADA SISTEM TRANSMISI 150 kV GORONTALO MENGGUNAKAN ALGORITMA TEACHINGâ€“LEARNING-BASED OPTIMIZATION (TLBO)
Muhammad Budianoor Yudhifani, Ir. Roni Irnawan, S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE. ; Dr.-Ing. Ir. Yohan Fajar Sidik, S.T.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The development of the 150 kV Gorontalo transmission system during the 2025–2027 period leads to changes in network topology and load distribution, which affect voltage profiles and increase active power losses. This condition highlights the need for optimal reactive power management to maintain voltage quality and improve power transmission efficiency. One of the devices used for reactive power compensation is the Static Var Compensator (SVC), which is capable of supplying or absorbing reactive power according to system requirements. However, the effectiveness of SVC is highly dependent on its installation location and capacity.

This study aims to determine the optimal location and capacity of SVC in the 150 kV Gorontalo transmission system using the Teaching–Learning-Based Optimization (TLBO) algorithm by considering the minimization of active power losses and installation costs while maintaining system voltage limits. The analysis was conducted under steady-state conditions using load flow simulations in DIgSILENT PowerFactory integrated with Python. The evaluation is carried out under two operating conditions, namely Annual Peak Load (BPT) and Annual Low Load (BRT) for the study periods of 2025, 2026, and 2027.

The results show that the TLBO algorithm effectively determines the optimal SVC location and capacity with stable convergence. The installation of SVC reduces active power losses by 7.34% and 1.45% in 2025, 1.18% and 11.08% in 2026, and 21.92% and 23.13% in 2027 for BPT and BRT conditions, respectively. In addition, SVC improves the voltage profile such that all bus voltages remain within the Grid Code limits of 0.90–1.10 p.u., including reducing the maximum voltage from 1.1081 p.u. to 1.0225 p.u. in the 2027–BRT condition. Therefore, the results of this study can be used as technical recommendations for reactive power planning in the 150 kV Gorontalo transmission system.

Keywords—*SVC, TLBO, active power loss, voltage profile, steady-state, system optimization*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
OPTIMASI LOKASI DAN KAPASITAS STATIC VAR COMPENSATOR (SVC) PADA SISTEM TRANSMISI 150 kV GORONTALO MENGGUNAKAN ALGORITMA TEACHINGâ€“LEARNING-BASED OPTIMIZATION (TLBO)
Muhammad Budianoor Yudhifani, Ir. Roni Irnawan, S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE. ; Dr.-Ing. Ir. Yohan Fajar Sidik, S.T.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Perkembangan sistem transmisi 150 kV Gorontalo pada periode 2025–2027 menyebabkan perubahan topologi jaringan dan distribusi pembebanan yang berdampak pada profil tegangan serta peningkatan rugi daya aktif. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengaturan daya reaktif yang optimal untuk menjaga kualitas tegangan dan meningkatkan efisiensi penyaluran energi listrik. Salah satu perangkat yang dapat digunakan adalah *Static Var Compensator* (SVC), yang mampu menyuplai maupun menyerap daya reaktif sesuai kebutuhan sistem. Namun, efektivitas SVC sangat dipengaruhi oleh lokasi pemasangan dan kapasitas yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi dan kapasitas optimal SVC pada sistem transmisi 150 kV Gorontalo periode 2025–2027 menggunakan algoritma *Teaching–Learning-Based Optimization* (TLBO), serta mengevaluasi pengaruh pemasangannya terhadap rugi daya aktif dan profil tegangan sistem. Analisis dilakukan pada kondisi *steady-state* menggunakan simulasi aliran daya pada perangkat lunak DIgSILENT PowerFactory yang terintegrasi dengan Python. Evaluasi dilakukan pada dua kondisi operasi, yaitu Beban Puncak Tahunan (BPT) dan Beban Rendah Tahunan (BRT) untuk tahun studi 2025, 2026, dan 2027.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa TLBO mampu menentukan lokasi dan kapasitas SVC optimal dengan proses konvergensi yang stabil. Lokasi optimal SVC bergeser dari Bus 04 dan Bus 06 pada tahun 2025, ke Bus 13 pada tahun 2026, serta Bus 12 dan Bus 14 pada tahun 2027. Pemasangan SVC menurunkan rugi daya aktif sebesar 7,34% dan 1,45% pada tahun 2025, 1,18% dan 11,08% pada tahun 2026, serta 21,92% dan 23,13% pada tahun 2027, masing-masing untuk kondisi BPT dan BRT. Pada tahun 2027, kondisi *overvoltage* berhasil diatasi sehingga seluruh tegangan bus kembali berada dalam batas Grid Code Sulawesi 0,90–1,10 p.u. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi teknis dalam perencanaan kompensasi daya reaktif pada sistem transmisi 150 kV Gorontalo.

Kata kunci — SVC, TLBO, rugi daya aktif, profil tegangan, *steady-state,* optimasi sistem