UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarekonfigurasi Optimal Berbasis Reduksi Skenario Hibrida dan Particle Swarm Optimization untuk Peningkatan Kapasitas Hosting PLTS pada Jaringan Distribusi Aktif
Andhika Satria Wibisono, Dr. Wijaya Yudha Atmaja, S.T., M.Eng.; Dr. Ir. Yusuf Susilo Wijoyo, S.T., M.Eng., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Peningkatan penetrasi PLTS atap pada jaringan distribusi dapat mempersempit margin operasi, terutama saat keluaran PLTS tinggi dan beban rendah. Kondisi ini diperumit oleh ketidakpastian lokasi dan kapasitas PLTS, serta tingginya beban komputasi apabila seluruh skenario Monte Carlo digunakan langsung dalam optimasi. Penelitian ini mengusulkan prarekonfigurasi kendali tetap berbasis reduksi skenario hibrida dan *Particle Swarm Optimization* untuk meningkatkan kapasitas *hosting* PLTS pada IEEE 123-*bus test feeder*. Metode yang digunakan meliputi simulasi aliran daya berbasis OpenDSS dan pengolahan data serta optimasi menggunakan Python, pemodelan *time-series*, pembentukan 100 skenario Monte Carlo, reduksi skenario, optimasi konfigurasi *voltage regulator*, *capacitor bank*, dan *branch switch*, serta validasi terhadap seluruh skenario Monte Carlo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas *hosting* awal tervalidasi hanya sebesar 2% karena dibatasi oleh tegangan maksimum. Setelah prarekonfigurasi, kapasitas *hosting* tervalidasi meningkat menjadi 94% dengan tetap memenuhi batas tegangan, pembebanan saluran, pembebanan transformator, *voltage unbalance factor*, konvergensi aliran daya, dan topologi jaringan. Reduksi skenario juga menurunkan waktu PSO dari 1425,637 s menjadi 80,462 s dan waktu total komputasi dari 4118,038 s menjadi 1931,191 s. Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu meningkatkan penerimaan PLTS, mengurangi beban komputasi, dan menjaga operasi jaringan tetap layak pada penetrasi PLTS tinggi.

Kata kunci: kapasitas *hosting* PLTS, PLTS atap, jaringan distribusi aktif, reduksi skenario hibrida, prarekonfigurasi kendali tetap, *Particle Swarm Optimization*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarekonfigurasi Optimal Berbasis Reduksi Skenario Hibrida dan Particle Swarm Optimization untuk Peningkatan Kapasitas Hosting PLTS pada Jaringan Distribusi Aktif
Andhika Satria Wibisono, Dr. Wijaya Yudha Atmaja, S.T., M.Eng.; Dr. Ir. Yusuf Susilo Wijoyo, S.T., M.Eng., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The increasing penetration of rooftop photovoltaic (PV) systems in distribution networks can narrow the operating margin, particularly during high PV output and low-load conditions. This condition is further complicated by the uncertainty of PV locations and capacities, as well as the high computational burden when all Monte Carlo scenarios are used directly in the optimization process. This research proposes a fixed-control prereconfiguration method based on hybrid scenario reduction and Particle Swarm Optimization to enhance PV hosting capacity on the IEEE 123-bus test feeder. The proposed method includes OpenDSS-based power-flow simulation, data processing and optimization using Python, time-series modeling, generation of 100 Monte Carlo scenarios, scenario reduction, optimization of voltage regulator taps, capacitor bank states, and branch switch statuses, and validation using all Monte Carlo scenarios. The results show that the initial validated hosting capacity is only 2% because it is limited by the maximum-voltage constraint. After prereconfiguration, the validated hosting capacity increases to 94% while satisfying voltage limits, line loading, transformer loading, voltage unbalance factor, power-flow convergence, and network topology constraints. Scenario reduction also reduces the PSO time from 1425.637 s to 80.462 s and the total computation time from 4118.038 s to 1931.191 s. These results indicate that the proposed method can improve PV accommodation, reduce computational burden, and maintain feasible distribution network operation at high penetration PV.

***Keywords**: PV hosting capacity, rooftop PV, active distribution network, hybrid scenario reduction, fixed-control prereconfiguration, Particle Swarm Optimization*