UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimization of Photovoltaic (PV) Hosting Capacity in 20 kV Distribution System Using Grey Wolf Optimizer (GWO) Algorithm
Syah Ridho Natiqoh, Dr. Ir. Atikah Surriani, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The shift towards sustainable energy systems to combat global warming, stemming from emissions from fossil fuel-based power generation, has sped up the incorporation of photovoltaic (PV) systems into distribution networks. However, uncontrolled integration of PV on a large scale could cause operational challenges in power systems. Consequently, studies on hosting capacity are necessary to establish the highest PV capacity that can be added without breaching technical operational limits. Given the intricate and nonlinear nature of the hosting capacity issue, effective optimization methods are vital. This research suggests utilizing a Grey Wolf Optimizer (GWO), a metaheuristic optimization technique, to find the best location and size of PV systems, aiming to boost PV integration while minimizing power losses in the system. To streamline the process, the Site Planning Model (SPM) technique was used to pinpoint potential locations for PV setup, thereby cutting down search efforts and computational time. The effectiveness of the proposed method was assessed using the IEEE 33-bus 20 kV distribution system for both single and multiple PV installations, considering inverter power factors of unity and 0.95 lagging. The outcomes revealed that the GWO algorithm exhibited consistent and reliable convergence, achieving a maximum PV integration of 90.28% and an 84.86% reduction in system power losses in the case of three PV units at a 0.95 lagging power factor. Additionally, a power factor closer to unity in the inverter tended to lower the maximum PV integration. The proposed method also enhanced voltage profiles, decreased line loads, and improved the overall performance of the distribution system.

Keywords: Grey Wolf Optimizer (GWO), Hosting Capacity, Maximum penetration, Minimum power losses, Photovoltaic (PV).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimization of Photovoltaic (PV) Hosting Capacity in 20 kV Distribution System Using Grey Wolf Optimizer (GWO) Algorithm
Syah Ridho Natiqoh, Dr. Ir. Atikah Surriani, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Peralihan menuju sistem energi berkelanjutan untuk mengatasi pemanasan global yang disebabkan oleh emisi dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil telah mempercepat integrasi sistem photovoltaic (PV) ke dalam jaringan distribusi. Namun, integrasi PV dalam skala besar yang tidak terkendali berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan operasional pada sistem tenaga listrik. Oleh karena itu, studi hosting capacity diperlukan untuk menentukan kapasitas maksimum PV yang dapat diintegrasikan tanpa melanggar batasan operasional teknis yang berlaku. Mengingat permasalahan hosting capacity memiliki karakteristik yang kompleks dan nonlinier, diperlukan metode optimasi yang efektif untuk memperoleh solusi yang optimal. Penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma Grey Wolf Optimizer (GWO), yaitu teknik optimasi metaheuristik, untuk menentukan lokasi dan kapasitas PV yang optimal dengan tujuan meningkatkan penetrasi PV sekaligus meminimalkan rugi-rugi daya sistem. Untuk menyederhanakan proses pencarian solusi, metode Site Planning Model (SPM) digunakan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi potensial pemasangan PV sehingga ruang pencarian dan waktu komputasi dapat dikurangi. Kinerja metode yang diusulkan dievaluasi menggunakan sistem distribusi IEEE 33-bus 20 kV pada skenario pemasangan PV tunggal maupun multipel dengan faktor daya inverter sebesar satu dan 0,95 lagging. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma GWO memiliki kemampuan konvergensi yang stabil dan konsisten, dengan penetrasi PV maksimum mencapai 90,28% serta pengurangan rugi-rugi daya sistem sebesar 84,86% pada skenario tiga unit PV dengan faktor daya 0,95 lagging. Selain itu, faktor daya inverter yang semakin mendekati unity cenderung menurunkan tingkat penetrasi PV maksimum yang dapat dicapai. Metode yang diusulkan juga mampu meningkatkan profil tegangan, mengurangi pembebanan saluran, dan meningkatkan kinerja sistem distribusi secara keseluruhan.

Kata kunci: Grey Wolf Optimizer (GWO), Hosting Capacity, Maksimum penetrasi, Minimalisasi rugi-rugi daya, Photovoltaic (PV).