UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimisasi Parameter Power System Stabilizer Menggunakan Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Stabilitas Sudut Rotor Generator Berbasis Simulasi
Muhammad Ali Ridha, Ir. Candra Febri Nugraha, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sistem tenaga listrik merupakan sistem dinamis yang mengalami perubahan kondisi operasi dan gangguan sehingga dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara daya mekanik dan daya elektrik generator. Kondisi tersebut memunculkan osilasi elektromekanik yang berpotensi menurunkan stabilitas sudut rotor, terutama pada sistem *multimachine*. Salah satu metode untuk meningkatkan redaman osilasi adalah *Power System Stabilizer* (PSS), namun penentuan lokasi pemasangan dan parameter optimal masih menjadi tantangan karena setiap generator memiliki kontribusi yang berbeda terhadap mode osilasi sistem. Penelitian ini bertujuan menentukan lokasi pemasangan dan parameter PSS untuk meningkatkan performa *small-signal stability*. Penelitian dilakukan pada sistem IEEE 14 Bus menggunakan *modal analysis* dan *participation factor* untuk mengidentifikasi generator yang berkontribusi dominan terhadap mode osilasi kritis. Parameter PSS2A yang meliputi *gain stabilizer* (Ks), *washout filter* (Tw), dan kompensator *lead-lag* (Ts1–Ts4) dioptimalkan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang terintegrasi dengan DIgSILENT PowerFactory melalui DIgSILENT *Programming Language*. Evaluasi dilakukan melalui simulasi *time-domain* dengan gangguan hubung singkat tiga fasa dan fungsi objektif berupa indeks performa *Integral Time Absolute Error* (ITAE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa generator G0008 dan G0001 dipilih sebagai lokasi pemasangan PSS. Parameter optimasi meningkatkan rasio redaman mode kritis dari 4,905% menjadi 7,452%, meningkatkan performa sistem sebesar 36,931% berdasarkan ITAE dibandingkan kondisi tanpa PSS, sedangkan PSS konvensional hanya sebesar 0,102%, serta mempercepat *settling time* sebesar 46–48%. Analisis *robustness* melalui 30 *independent runs* menghasilkan koefisien variasi sebesar 0,010% pada G0001 dan 0,123% pada G0008. Implementasi pada sistem tenaga listrik Timor tahun 2025 dengan pemasangan PSS pada PLTU Bolok dan PLTD Kupang meningkatkan performa sistem sebesar 8,525% berdasarkan ITAE.

Kata kunci: *Modal Analysis*, Optimisasi Parameter, *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Power System Stabilizer* (PSS), Stabilitas Sudut Rotor

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimisasi Parameter Power System Stabilizer Menggunakan Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Stabilitas Sudut Rotor Generator Berbasis Simulasi
Muhammad Ali Ridha, Ir. Candra Febri Nugraha, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Power systems are dynamic systems that experience operating condition changes and disturbances, which may cause an imbalance between the mechanical input power and the electrical output power of generators. This condition gives rise to electromechanical oscillations that can reduce rotor angle stability, particularly in multimachine power systems. One method to improve oscillation damping is the Power System Stabilizer (PSS), but determining its optimal installation locations and parameters remains challenging because each generator contributes differently to the system oscillation modes. This study aims to determine the optimal PSS installation locations and parameter settings to improve small-signal stability performance. The IEEE 14-Bus system was analyzed using modal analysis and participation factor analysis to identify generators that predominantly contribute to the critical oscillation mode. The PSS2A parameters, including the stabilizer gain (Ks), washout filter (Tw), and lead–lag compensators (Ts1–Ts4), were optimized using the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm integrated with DIgSILENT PowerFactory through the DIgSILENT Programming Language. Performance was evaluated through time-domain simulations under a three-phase short-circuit disturbance using the Integral Time Absolute Error (ITAE) performance index. The results show that generators G0008 and G0001 were selected as the optimal PSS installation locations. The optimized parameters increased the damping ratio of the critical mode from 4.905% to 7.452%, improved system performance by 36.931% based on the ITAE compared with the system without PSS, whereas the conventional PSS achieved only a 0.102% improvement, and reduced the settling time by 46–48%. Robustness analysis based on 30 independent runs produced coefficients of variation of 0.010% for G0001 and 0.123% for G0008. Implementation on the 2025 Timor power system, with PSS installed at PLTU Bolok and PLTD Kupang, improved system performance by 8.525% based on the ITAE.

Key words: Modal Analysis, Parameter Optimization, Particle Swarm Optimization (PSO), Power System Stabilizer (PSS), Rotor Angle Stability