UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Mitigasi Ketidakstabilan Sistem Kelistrikan Kalimantan Melalui Penetapan Batasan Transfer Aman Dan
Optimasi Pss Pasca Koneksi Sistem Khatulistiwa Dan Interkoneksi**
Prawatya Herlambang, Husni Rois Ali, S.T., M.Eng., Ph.D., DIC., SMIEEE.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sistem kelistrikan Kalimantan menghadapi tantangan stabilitas kritis seiring rencana koneksi penuh antara Sistem Interkoneksi Kalimantan (Kalteng–Kalsel–Kaltim-Kaltara, kapasitas terpasang ±2.737 MW) dengan Sistem Khatulistiwa (Kalimantan Barat, ±798 MW) melalui saluran transmisi 150 kV sepanjang ±800 km. Topologi jaringan yang radial dan panjangnya koridor transmisi berpotensi memicu osilasi antar-area berfrekuensi rendah yang lemah teredam, dengan risiko degradasi *damping ratio* jauh di bawah standar minimum Grid Code sebesar 10% (Permen ESDM No. 20 Tahun 2020).

Penelitian ini menganalisis dampak koneksi tersebut terhadap stabilitas *small-signal* sistem Kalimantan, menetapkan *safe power transfer corridor* antara kedua subsistem, serta mengoptimalkan parameter *Power System Stabilizer (PSS)* pada pembangkit kritis. Metodologi yang digunakan adalah FFT (*Fast Fourier Transform*) - *assisted modal analysis* yang dikombinasikan dengan simulasi RMS kontingensi dinamis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koneksi Sistem Interkoneksi dengan Sistem Khatulistiwa akan menyebabkan penurunan damping ratio dari 2,825% (kondisi baseline Interkoneksi-Ketapang) menjadi 1,987% pada mode osilasi dominan frekuensi 0,749 Hz dan meningkatkan *settling time osilasi* dari 7,1 detik menjadi lebih dari 20 detik. Analisis transfer daya mengungkapkan hubungan invers yang kuat: transfer dari Barito ke Khatulistiwa di atas 25 MW menghasilkan eigenvalue tidak stabil (*damping ratio* negatif), sementara transfer dari Khatulistiwa ke Barito aman hingga 75 MW dengan titik optimal pada 25 MW. Melalui *screening participation factor*, delapan pembangkit kritis diidentifikasi — empat unit *re-tuning* dan empat unit implementasi PSS baru — dengan parameter *lead-lag* (T1–T4) ditetapkan berbasis reduksi SMIB dan analisis FFT. Kombinasi PSS optimal dan batasan transfer aman menghasilkan titik operasi terbaik pada transfer Khatulistiwa ke Barito 25 MW, dengan *damping ratio* 4,06% (*modal analisis*) dan 4,2% (RMS kontingensi PLTU SLK) namun nilai ini tetap dibawah standar Grid Code 10%.

Penelitian ini menghasilkan kontribusi berupa *safe power transfer corridor* operasional pertama untuk koridor Kalbar–Kalteng, serta metodologi optimasi PSS yang dapat direplikasi pada sistem interkoneksi jarak jauh dengan topologi radial serupa.

Kata kunci: *Damping Ratio, Power System Stabilizer, Modal Analysis, Participation Factor, Transfer Limit, Sistem Kalimantan, Small-Signal Stability*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Mitigasi Ketidakstabilan Sistem Kelistrikan Kalimantan Melalui Penetapan Batasan Transfer Aman Dan
Optimasi Pss Pasca Koneksi Sistem Khatulistiwa Dan Interkoneksi**
Prawatya Herlambang, Husni Rois Ali, S.T., M.Eng., Ph.D., DIC., SMIEEE.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The Kalimantan electrical system faces a critical stability challenge with the planned full interconnection between the Kalimantan Interconnection System (Central, South, East and North Kalimantan; installed capacity ±2,737 MW) and the Khatulistiwa System (West Kalimantan; ±798 MW) via a 150 kV transmission corridor spanning approximately 800 km. The radial network topology and extended transmission corridor pose a significant risk of poorly damped low-frequency inter-area oscillations, with the damping ratio potentially degrading far below the Indonesian Grid Code minimum of 10% as stipulated in ESDM Ministerial Regulation No. 20/2020.

This study investigates the impact of this interconnection on the small-signal stability of the Kalimantan power system, establishes a safe power transfer corridor between the two subsystems, and optimizes Power System Stabilizer (PSS) parameters for critical generators. The adopted methodology integrates FFT (Fast Fourier Transform) -assisted modal analysis with dynamic RMS contingency simulation.

Results demonstrate that the interconnection of the Kalimantan Interconnection System with the Khatulistiwa System reduces the damping ratio from 2.825% — the post Interconnection–Ketapang baseline — to 1.987% at the dominant inter-area oscillation mode of 0.749 Hz, while extending the oscillation settling time from 7.1 seconds to over 20 seconds. Transfer power analysis reveals a strong inverse relationship between power flow level and damping ratio: transfer from Barito to Khatulistiwa exceeding 25 MW produces unstable eigenvalues with a positive real part, whereas transfer from Khatulistiwa to Barito remains stable up to 75 MW, with an optimal operating point at 25 MW. Participation factor screening identifies eight critical generators — four units for PSS re-tuning and four units for new PSS deployment — with lead-lag parameters (T1–T4) determined through SMIB reduction and FFT analysis. The combined application of optimal PSS settings and safe transfer limits yields the best operating point at a Khatulistiwa-to-Barito transfer of 25 MW, achieving a damping ratio of 4.06% under modal analysis and 4.2% under RMS contingency simulation with PLTU SLK trip; both values nonetheless remain below the 10% Grid Code target, indicating that further mitigation measures are warranted for full compliance.

This research contributes the first operationally defined safe power transfer corridor for the West Kalimantan–Central Kalimantan corridor, together with a replicable PSS optimization methodology applicable to long-distance radial interconnection systems.

Keywords— Damping Ratio, Power System Stabilizer, Modal Analysis, Participation Factor, Transfer Limit, Kalimantan System, Small-Signal Stabilit