

Perumusan Model Integrasi PLTB dengan menggunakan Algoritma Seasonal Daily Variability dan Uncertainty berbasis Hybrid Artificial Intelligence : studi kasus pada Sistem Tenaga Listrik Sulawesi Bagian Selatan = Formulation of WPP Integration Model by using the Seasonal Daily Variability and Uncertainty Algorithm based on Hybrid Artificial Intelligence : case study in the Southern Sulawesi Power System

Dhany Harmeidy Barus, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20525581&lokasi=lokal>

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan salah satu energi terbarukan yang cukup populer dan sudah banyak dikembangkan karena kelebihanannya sebagai energi bersih, berbahan bakar murah, serta biaya investasinya yang cenderung semakin ekonomis. Tetapi di sisi lain PLTB termasuk pembangkit bersifat intermiten yang disebabkan adanya fluktuasi alami (variability) dan kesalahan prediksi (uncertainty) dari daya keluaran PLTB tersebut. Kondisi ini berpotensi menyebabkan gangguan sistem serta pemadaman listrik konsumen yang cukup besar, bahkan sampai terjadi blackout. Untuk itu diperlukan model integrasi PLTB yang tepat dalam menentukan kebutuhan tambahan cadangan operasi yang optimal sebagai antisipasi sifat intermiten PLTB tersebut, sehingga sistem tenaga listrik dapat tetap beroperasi secara andal dan ekonomis.

Penelitian ini bertujuan menentukan model algoritma untuk menghitung kebutuhan tambahan cadangan operasi harian yang dinamis dan optimal pada integrasi PLTB di sistem Sulawesi bagian Selatan (Sulbagsel). Dengan menggunakan usulan algoritma Multi-Stage Statistical Approach (MSSA) maka dapat diketahui karakteristik daya keluaran PLTB pada sistem Sulbagsel. Kemudian hasil analisa tersebut diolah dengan menggunakan usulan algoritma Seasonal Daily Variability and Uncertainty (SDVU) berbasis Hybrid Artificial Intelligence (Hybrid AI) untuk memprediksi pola variability dan uncertainty dari data yang ada untuk menghitung parameter Dynamic Confidence Level (DCL). Hasil DCL tersebut kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan optimal tambahan cadangan operasi harian yang dibutuhkan.

Dari beberapa alternatif Hybrid AI yang digunakan, diketahui bahwa kombinasi Seasonal Auto Regressive Moving Average (SARIMA) dan Long Short-Term Memory (LSTM) menghasilkan prediksi yang paling akurat dan konsisten, baik untuk data variability maupun uncertainty. Dampak signifikan dari penelitian ini ditunjukkan dengan adanya potensi penghematan biaya bahan bakar pembangkit rata-rata sekitar 250 milyar rupiah per tahun untuk kebutuhan tambahan cadangan operasi saat dibandingkan dengan metoda eksisting yang menggunakan parameter Static Confidence Level (SCL) dengan tingkat keandalan yang sama.

.....Wind Power Plant (WPP) is part of renewable energy which is quite popular and has been widely developed due to its advantages as clean energy, cheap fuel, and decreasing trend of its investment cost. But on the other hand, WPP is part of Variable Renewable Energy (VRE) due to natural fluctuation (variability) and forecast errors (uncertainty) of the wind power output. This situation has the potential to cause significant system disturbance and costumer power outages, even blackouts. For this reason, a WPP integration model is needed in determining the optimum operational operating reserve to anticipate of the

intermittent nature of the WPP, so that the electric power system can be operated reliably and economically.

This study aims to determine the algorithm model to calculate the need for additional dynamic and optimal daily operational reserves for the integration of WPP in the Southern Sulawesi power system. By using the first proposed method, Multi-Stage Statistical Approach (MSSA) algorithm, the characteristics of the wind power output can be discovered. Then the results of the analysis are processed using the second proposed method, Seasonal Daily Variability and Uncertainty (SDVU) algorithm based on Hybrid Artificial Intelligence (Hybrid AI) to forecast variability and uncertainty patterns of the observed data in calculating Dynamic Confidence Level (DCL) parameters. The DCL results are then used to determine the optimal daily additional operating reserve.

Among the Hybrid AI variants, it is concluded that the combination of Seasonal Auto Regressive Moving Average (SARIMA) and Long Short-Term Memory (LSTM) produces the most accurate and consistent forecast, both for variability and uncertainty data. The significant impact of this research is indicated by the potential cost savings of around 250 billion rupiah per year on average for additional operational reserves when compared to the existing method using Static Confidence Level (SCL) parameters with the same level of reliability.