

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin pesat dalam era globalisasi telah meningkatkan kebutuhan akan energi listrik sebagai kebutuhan pokok masyarakat. Energi listrik saat ini tidak hanya digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, tetapi juga menjadi fondasi utama dalam mendukung sektor industri, transportasi, dan infrastruktur kota pintar (smart city). Seiring dengan meningkatnya permintaan listrik, kebutuhan akan sistem tenaga listrik yang efisien dan andal menjadi semakin mendesak. Oleh karena itu, pengelolaan sistem tenaga listrik harus dapat mengakomodasi kebutuhan tersebut dengan cara yang efektif dan ekonomis (Aritonang et al., 2024)

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sistem tenaga listrik adalah pengaturan economic dispatch (ED), yaitu proses optimasi dalam menentukan pembagian daya yang dihasilkan oleh setiap unit pembangkit listrik untuk memenuhi permintaan beban dengan biaya operasional yang minimal. Konsep ED memungkinkan pengoperasian pembangkit listrik secara lebih efisien, di mana beban dialokasikan secara optimal ke pembangkit yang memiliki biaya operasi terendah. Dengan demikian, pembagian beban yang optimal di antara unit-unit pembangkit listrik dapat dicapai, sehingga biaya operasi total dapat diminimalkan. Proses ini juga mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kapasitas pembangkit,

efisiensi bahan bakar, dan batasan operasional unit pembangkit .(Kalakova et al., 2019)

Seiring dengan meningkatnya kompleksitas sistem tenaga listrik, pengelolaan ED membutuhkan metode optimasi yang lebih canggih. Metode konvensional seperti metode lambda-iteration dan metode kuadrat terkecil memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan konvergensi dan kemampuan menangani permasalahan nonlinier. Oleh karena itu, algoritma berbasis kecerdasan buatan (AI) mulai diterapkan. Salah satu metode optimasi berbasis AI yang banyak digunakan adalah algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) (Yalcinoz & Rudion, 2019).

Algoritma PSO adalah algoritma optimasi berbasis perilaku sosial burung dan serangga dalam mencari makanan. Algoritma ini menggunakan partikel-partikel yang bergerak dalam ruang pencarian dan memperbarui posisi mereka berdasarkan pengalaman pribadi dan pengalaman partikel lain di sekitarnya. Proses pencarian solusi dilakukan melalui pembaruan posisi dan kecepatan partikel dalam ruang pencarian. Setiap partikel akan mengeksplorasi ruang pencarian berdasarkan pengalaman terbaiknya sendiri (pbest) serta pengalaman terbaik dari seluruh partikel dalam populasi (gbest). Hal ini memungkinkan PSO untuk menemukan solusi optimal secara lebih cepat dan efektif dibandingkan metode konvensional (Wu et al., 2022).

PSO memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan, kecepatan konvergensi, dan kemampuannya untuk menangani masalah optimasi nonlinier dan multidimensi. Dibandingkan dengan metode optimasi berbasis pemrograman linier, PSO dapat menemukan solusi yang lebih baik dalam waktu yang lebih singkat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PSO lebih unggul

dalam mengatasi masalah economic dispatch karena kemampuannya untuk menghindari jebakan solusi lokal (local optima) yang sering kali menjadi kelemahan metode konvensional. Selain itu, pengembangan varian PSO yang lebih adaptif dan berbasis multi-objektif semakin meningkatkan kinerja algoritma ini, terutama dalam menghadapi perubahan beban dinamis dalam sistem tenaga Listrik.(Singh et al., 2023)

1.2 Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas masalah penelitian ini adalah karena tingginya penggunaan bahan bakar maka penelitian tentang economic dispatch (ED) diperlukan untuk mengembangkan metode optimasi yang lebih efisien dalam mengurangi biaya bahan bakar sebagai komponen terbesar biaya operasi pembangkit, sehingga dapat menekan total biaya pembangkitan dan membuat tarif listrik lebih terjangkau bagi konsumen. Berdasarkan masalah penelitian yang di jelaskan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan algoritma pso dalam menyelesaikan masalah (*economic dispatch (ED)*) pada sistem tenaga listrik IEEE 30 bus?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis penerapan algoritma PSO dalam menyelesaikan masalah *economic dispatch (ED)* pada sistem tenaga listrik IEEE 30 bus.

1.4 Batasan Masalah

- a. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan model sistem tenaga listrik IEEE 30 bus.

- b. Penelitian ini hanya mempertimbangkan kendala-kendala umum dalam optimasi economic dispatch.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah adanya kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya dalam penyelesaian permasalahan economic dispatch. Dengan menganalisis penggunaan algoritma PSO pada sistem IEEE 30 bus, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas algoritma PSO dalam menemukan solusi optimal dalam pembagian daya yang dihasilkan oleh setiap unit pembangkit listrik. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai penggunaan metode optimisasi dalam konteks sistem tenaga listrik.
- b. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah adanya kontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasional sistem kelistrikan. Dengan mengevaluasi penggunaan algoritma PSO dalam penyelesaian permasalahan economic dispatch, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi industri kelistrikan dalam mengoptimalkan penggunaan daya listrik. Dengan demikian, diharapkan dapat terjadi pengurangan biaya operasional yang diperlukan dalam sistem IEEE 30 bus. Selain itu, dengan melakukan perbandingan hasil antara algoritma PSO dan metode optimisasi lain, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan

rekomendasi yang dapat meningkatkan efisiensi operasional sistem tenaga listrik secara keseluruhan.