

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Economic Dispatch (ED) adalah proses pengalokasian daya dari berbagai unit pembangkit untuk memenuhi permintaan beban dengan biaya operasional minimum. ED memiliki peran penting dalam sistem tenaga listrik karena memungkinkan pembangkitan daya yang efisien, yang pada akhirnya dapat menekan biaya bahan bakar dan sumber daya lain yang digunakan dalam operasi pembangkitan. Dalam praktiknya, ED mempertimbangkan batasan operasional, seperti kapasitas maksimum dan minimum setiap unit pembangkit, serta karakteristik non-linear dari biaya bahan bakar yang terkait dengan perubahan output daya setiap pembangkit.

Secara umum, tujuan ED adalah menyelesaikan masalah optimasi dengan meminimalkan total biaya pembangkitan daya sambil tetap memenuhi permintaan beban secara optimal. Ketika sistem memiliki unit pembangkit dengan biaya yang bervariasi, ED akan mengalokasikan daya terlebih dahulu pada unit dengan biaya lebih rendah hingga batas maksimum daya unit tersebut tercapai, sebelum menyalurkan daya ke unit lain yang memiliki biaya lebih tinggi (Kaur et al., 2024). Dalam hal ini, ED dapat diformulasikan sebagai fungsi objektif non-linear dengan pembatasan tertentu, dan teknik optimasi seperti algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi optimal, terutama untuk sistem tenaga besar yang memiliki banyak pembangkit (Marzbani & Abdelfatah, 2024a)

Selain menekan biaya operasional, optimasi melalui ED juga memberikan keuntungan pada aspek keberlanjutan. Dengan mengurangi ketergantungan pada unit pembangkit dengan bahan bakar fosil, ED membantu mengurangi emisi dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Hal ini juga bermanfaat bagi konsumen, karena harga listrik dapat lebih terjangkau, dan pasokan listrik tetap terjaga dengan optimal, meningkatkan stabilitas dan keandalan sistem tenaga (Pattanaik et al., 2019).

Pendekatan konvensional seperti metode *Newton-Raphson* dan pemrograman linear cenderung memiliki keterbatasan dalam menangani permasalahan optimasi yang bersifat non-linear dan multi-modal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru yang lebih fleksibel dan mampu menemukan solusi optimal secara global. *Ant Colony Optimization* (ACO) adalah salah satu algoritma metaheuristik yang terinspirasi dari perilaku semut dalam mencari jalur terpendek menuju sumber makanan. Semut-semut ini meninggalkan jejak feromon di sepanjang jalur yang mereka tempuh, yang kemudian digunakan oleh semut lain sebagai panduan. Proses ini menciptakan mekanisme eksplorasi dan eksloitasi solusi secara adaptif. Dalam konteks permasalahan optimasi, *Ant Colony Optimization* memanfaatkan jejak feromon sebagai representasi probabilistik untuk membangun solusi. Kekuatan utama . *Ant Colony Optimization* terletak pada kemampuan adaptasinya dalam mengeksplorasi ruang solusi secara menyeluruh, serta ketahanannya terhadap perangkap solusi lokal.(Alaya et al., n.d.)

Dalam aplikasi pada permasalahan ED, algoritma . *Ant Colony Optimization* dapat dimodifikasi untuk mempertimbangkan pembatasan-pembatasan operasional

pembangkit. Misalnya, karakteristik non-linear seperti efek katup atau pembangkitan minimum dapat diintegrasikan ke dalam mekanisme evaluasi solusi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Ant Colony Optimization* memiliki kinerja yang kompetitif dibandingkan algoritma lain seperti Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm*) atau Algoritma Partikel Swarm (Particle Swarm Optimization), terutama dalam hal konvergensi ke solusi global (Fernández Valderrama et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma ACO pada sistem 30 bus IEEE. Sistem ini sering digunakan sebagai standar dalam analisis sistem tenaga karena kompleksitasnya yang merepresentasikan tantangan nyata. Dengan menggunakan *Ant Colony Optimization*, diharapkan dapat diperoleh solusi optimal yang tidak hanya lebih efisien dari segi biaya, tetapi juga stabil dan dapat diandalkan dalam berbagai kondisi operasi sistem tenaga.

1.2 Masalah Penelitian

Masalah penelitian ini muncul akibat tingginya konsumsi bahan bakar, sehingga penelitian mengenai economic dispatch (ED) menjadi penting untuk mengembangkan metode optimasi yang lebih efektif dalam menekan biaya bahan bakar. Sebagai komponen terbesar dalam biaya operasi pembangkit, pengurangan biaya bahan bakar dapat membantu menurunkan total biaya pembangkitan dan membuat tarif listrik lebih terjangkau bagi masyarakat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan algoritma *Ant Colony Optimization* dalam menyelesaikan permasalahan economic dispatch

(ED) pada sistem tenaga listrik IEEE 30 bus.

1.4 Batasan Masalah

- a. Penelitian ini hanya berfokus pada optimasi biaya bahan bakar tanpa memperhitungkan aliran daya atau pembatasan jaringan.
- b. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan model sistem tenaga listrik IEEE 30 bus, yang merupakan model uji standar dan tidak mencakup karakteristik spesifik jaringan di lapangan. Hasil optimasi yang diperoleh akan berlaku pada sistem 30 bus ini dan mungkin tidak sepenuhnya sesuai dengan jaringan nyata yang memiliki lebih banyak variabel dan kompleksitas.
- c. Penelitian ini hanya akan membandingkan algoritma *Ant Colony Optimization* dengan metode konvensional tertentu, seperti metode Lambda-iteration.
- d. Penelitian akan menggunakan sejumlah parameter khusus pada algoritma *Ant Colony Optimization*, seperti ukuran seperti tingkat evaporasi feromon, jumlah semut, dan iterasi maksimum disesuaikan melalui eksperimen awal yang akan disesuaikan untuk memperoleh hasil optimal pada sistem 30 bus IEEE.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Diharapkan penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem tenaga listrik dan optimasi, khususnya terkait penerapan algoritma *Ant Colony Optimization* untuk menyelesaikan masalah economic dispatch.

- b. Diharapkan hasil dari penelitian ini memberikan wawasan bagi operator sistem tenaga listrik mengenai alternatif optimasi biaya pembangkitan yang efektif dan efisien. Dengan pemahaman mengenai efektivitas Ant Colony Optimization, operator dapat mempertimbangkan penerapan metode optimasi ini dalam operasi sistem tenaga skala menengah dan besar.