

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 dan merupakan salah satu komponen kunci dalam pengelolaan sistem tenaga listrik, yang bertujuan untuk menentukan distribusi daya pembangkitan secara optimal. Proses ini dirancang untuk meminimalkan biaya pembangkitan dengan tetap memenuhi kebutuhan beban serta mempertimbangkan batasan teknis, seperti kapasitas pembangkit maksimum dan minimum, efisiensi pembangkitan, serta faktor kehilangan daya pada jaringan transmisi. Dalam sistem multi-pembangkit, tujuan utama ED adalah mengatur daya secara proporsional berdasarkan biaya pembangkitan masing-masing unit. Hal ini dilakukan dengan mengutamakan pembangkit berbiaya rendah terlebih dahulu hingga batas maksimalnya terpenuhi, sebelum memanfaatkan pembangkit lain yang lebih mahal. (Kalakova et al., 2019)

Secara garis besar, tujuan *Economic Dispatch* (ED) adalah memecahkan masalah optimasi dengan cara mengatur pembangkitan daya sehingga total biaya operasional menjadi seminimal mungkin, sekaligus memastikan kebutuhan beban terpenuhi secara efisien. Pada sistem dengan unit pembangkit yang memiliki biaya operasional berbeda, ED akan memprioritaskan alokasi daya pada unit dengan biaya termurah hingga kapasitas maksimumnya tercapai, sebelum melibatkan unit pembangkit lain

dengan biaya yang lebih tinggi. ED dapat dirumuskan sebagai sebuah fungsi objektif non-linear dengan batasan-batasan tertentu yang harus dipenuhi. Untuk menemukan solusi optimal, terutama pada sistem tenaga besar dengan banyak unit pembangkit, metode optimasi seperti algoritma genetika sering digunakan. Algoritma ini mampu mengatasi kompleksitas masalah, termasuk non-linearitas dan kendala operasional, dengan cara yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional. (Kaur et al., 2024).

Optimasi melalui ED 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).

Seiring perkembangan teknologi komputasi dan algoritma optimasi, pendekatan berbasis metaheuristik, seperti Genetic Algorithm (GA), telah menunjukkan potensi besar dalam menyelesaikan masalah Economic Dispatch (ED). GA, yang terinspirasi dari seleksi alam, menggunakan seleksi, persilangan, dan mutasi untuk menjelajahi ruang solusi yang luas. Studi terkini menegaskan efektivitas GA dalam menghindari solusi lokal dan menjelajahi ruang pencarian dengan baik. Keunggulan ini menjadikannya metode yang ideal untuk menangani kompleksitas dan non-linearitas yang sering muncul pada masalah ED (Marzbani & Abdelfatah, 2024a).

GA bekerja dengan menciptakan populasi awal secara acak, yang kemudian berevolusi melalui generasi berulang hingga solusi optimal atau solusi terbaik tercapai. Dalam konteks ED, individu dalam populasi ini mewakili kombinasi dari pengaturan daya yang berbeda untuk masing-masing pembangkit. Dengan memanfaatkan operator genetika, GA dapat mengidentifikasi konfigurasi daya yang menghasilkan biaya operasional paling rendah, sambil tetap memperhatikan kendala yang ada dalam sistem. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa GA memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan akurasi ketika diterapkan pada ED, khususnya pada sistem yang kompleks seperti jaringan listrik multibus (Kalakova et al., 2019b).

Sistem 30 bus IEEE adalah sistem uji yang sering digunakan dalam studi optimasi dan analisis sistem tenaga listrik. Sistem ini terdiri dari 30 bus, 6 pembangkit, dan 41 jalur transmisi, yang memungkinkan simulasi skenario dunia nyata dengan tingkat kerumitan yang cukup tinggi. Model ini juga mempertimbangkan berbagai kendala teknis, seperti batasan kapasitas pembangkit, distribusi beban, dan batas stabilitas sistem. Sistem 30 bus IEEE memberikan lingkungan yang sesuai untuk menguji dan mengevaluasi algoritma optimasi dalam konteks ED, karena karakteristiknya yang mewakili kondisi nyata dalam jaringan tenaga listrik skala menengah (Foqha et al., 2024)

Penelitian ini mengimplementasi algoritma genetika pada sistem 30 bus IEEE diharapkan dapat mengoptimalkan proses pembangkitan dengan mengurangi total biaya pembangkitan, sehingga dapat menjadi solusi yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, penelitian ini

dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan metode optimasi yang lebih efisien dan adaptif dalam pengoperasian sistem tenaga listrik.

1.2. Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas masalah Penelitian ini adalah karna tingginya penggunaan bahan bakar dan merupakan komponen terbesar biaya operasional pembangkit maka penelitian tentang economic dispatch (ED) diperlukan untuk mengembangkan metode optimasi yang lebih efisien dalam mengurangi biaya bahan bakar sehingga dapat menekan total biaya pembangkitan sehingga tarif listrik lebih terjangkau bagi konsumen.

1.3. Tujuan Penelitian

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

1.4. Batasan Masalah

- a. Penelitian ini hanya akan 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.
- c. Penelitian ini hanya akan membandingkan sebelum optimalisasi dan sesudah optimalisasi menggunakan algoritma genetika
- d. Penelitian akan menggunakan sejumlah parameter khusus pada algoritma genetika.

1.5. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Akademis

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem tenaga listrik dan optimasi, khususnya terkait penerapan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah economic dispatch. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam mengeksplorasi dan membandingkan algoritma optimasi lainnya untuk aplikasi serupa.

b. Manfaat Praktis bagi Operator Sistem Tenaga

Hasil penelitian ini memberikan wawasan bagi operator sistem tenaga listrik mengenai alternatif optimasi biaya pembangkitan yang efektif dan efisien. Dengan pemahaman mengenai efektivitas algoritma genetika, operator dapat mempertimbangkan penerapan metode optimasi ini dalam operasi sistem tenaga skala menengah dan besar.

c. Manfaat Ekonomis

Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi total biaya pembangkitan dalam sistem tenaga listrik melalui penggunaan algoritma genetika untuk optimasi ED. Pengurangan biaya operasional ini dapat berdampak positif pada harga jual listrik, yang pada akhirnya memberikan keuntungan ekonomis baik bagi penyedia energi maupun konsumen.

d. Manfaat bagi Perkembangan Teknologi

Penelitian ini mendorong inovasi dalam penggunaan algoritma metaheuristik pada sistem tenaga, membuka peluang bagi pengembangan

perangkat lunak optimasi berbasis algoritma genetika yang lebih canggih. Implementasi teknologi ini dapat mendukung otomatisasi dan peningkatan efisiensi pada sistem operasi tenaga listrik.

e. Manfaat Lingkungan

Dengan mengoptimalkan economic dispatch yang lebih efisien, konsumsi bahan bakar pada pembangkit listrik dapat ditekan, sehingga dapat menurunkan emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya. Manfaat ini mendukung upaya keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan dampak negatif dari operasional pembangkit listrik.