

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Tujuan utama pada proses pembangkitan energi listrik adalah harus mencapai harga pembangkitan yang minimum. Salah satu cara yang digunakan untuk dapat mencapai tujuan utama tersebut adalah dengan melakukan optimasi biaya operasi pembangkitan energi listrik. Salah satu solusi untuk dapat meminimalkan biaya bahan bakar pembangkitan yaitu dengan menggunakan metode yang biasa kita kenal dengan *Economic Dispatch (ED)*. Penelitian yang dilakukan oleh Yassir Asnawi ini membandingkan hasil dari metode Algoritma Genetika dengan Tournament Selection (AGTS) dan metode *Quadratic Programming*. Algoritma genetika ialah algoritma yang terinspirasi dari teori evolusi atau seleksi alamiah. Metode tersebut diuji pada persoalan sistem IEEE 30 Bus dengan berbagai beban 600 MW dan 800 MW. Hasil dari metode *Quadratic Programming* yaitu 32.096,58 \$/jam untuk daya sebesar 600 MW dan 41.898,45 \$/jam untuk beban sebesar 800 MW. Sedangkan metode AGTS menunjukkan solusi yang lebih ekonomis yaitu 32.905,06 \$/jam untuk daya sebesar 600 MW dan 41.896,84 \$/jam untuk daya 800 MW. Artinya metode yang digunakan mampu mendapatkan nilai optimal dengan waktu yang cukup singkat [3].

Sudah banyak penelitian yang dilakukan tentang permasalahan optimasi biaya pembangkitan unit pembangkit listrik dengan berbagai macam metode. Penelitian yang dilakukan D. Rumana dkk. membahas tentang permasalahan *Economic Dispatch* dengan *Valve Point Loading*. Permasalahan dalam jurnal ini yaitu unit-unit pembangkit yang memiliki banyak katup dan fungsi biaya *non-convex*. Karena hal itu metode yang digunakan sebelumnya yaitu *Lagrange* tidak dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Sehingga penulis memilih untuk menggunakan metode Algoritma Genetika untuk dapat menyelesaikan permasalahan *Economic Dispatch* dengan fungsi biaya *non-convex* tersebut. Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan penulis menyatakan bahwa algoritma genetika mampu memecahkan permasalahan tersebut dengan ketepatan dan efektifitas Algoritma genetika tersebut [4].

Penelitian yang dilakukan L. Mellouk dkk. Menggunakan metode Algoritma Genetika untuk menyelesaikan persoalan *Demand Side Management (DSM)* dan *Dynamic Economic Dispatch (DED)* sebagai dua langkah yang saling melengkapi pada proses optimisasi. AG dikembangkan agar menemukan hasil yang optimal. Tujuan dari penelitian yang dilakukan oleh L. Mellouk dkk. Yaitu meminimalkan biaya operasi pembangkitan, mengurangi rugi-rugi daya di

grid. Hasil penelitian menggunakan metode AG menunjukkan adanya peningkatan kinerja lebih dari 10% [5].

Economic Dispatch adalah hal penting pada manajemen sistem tenaga listrik. Jurnal yang ditulis oleh K. Ika Putri membahas tentang *Economic Dispatch* pada sistem kelistrikan Sumatera Barat, PT.PLN (Persero) PLTD Pauh Limo, PLTG Pauh Limo, dan PLTU Ombilin dengan metode iterasi lamda. Total beban puncak yang dimiliki sistem kelistrikan Sumatera Barat sebesar 512 MW. Pembagian beban setiap unit diterapkan metode iterasi lamda yang mendapatkan hasil yang lebih murah jika dibandingkan dengan biaya yang didapatkan tanpa melakukan optimasi biaya pembangkitan. Biaya total yang dihasilkan oleh metode iterasi lamda sebesar Rp. 57.295.977,57 sedangkan biaya yang dihasilkan tanpa melakukan optimasi biaya pembangkitan sebesar Rp. 64.186.425,25. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan yaitu metode iterasi lamda dengan melakukan optimasi biaya pembangkitan mendapatkan total biaya yang lebih ekonomis dalam persoalan *economic dispatch* [6].

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 *Economic Dispatch* (ED)

Economic dispatch (ED) adalah upaya yang dilakukan untuk dapat meminimalkan biaya operasi pembangkitan tenaga listrik agar seminimal mungkin dengan daya yang disuplai kepada beban tetap sesuai kebutuhan setiap beban itu sendiri dan tetap mempertimbangkan berbagai kekangan-kekangan yang ada. Kekangan-kekangan tersebut merupakan daya total yang dihasilkan harus sesuai dengan permintaan beban, kekangan sistem, kekangan keseimbangan antara total daya yang dihasilkan dengan total beban yang akan disuplai., dan kekangan unit pembangkit yang berkaitan dengan biaya operasi pembangkitan sehingga biaya operasi yang dikeluarkan menjadi lebih efisien [7].

Ujicoba permasalahan ED pada sistem IEEE-24 bus 26 unit dimana masing-masing beban memiliki beban jangka pendek yang berbeda yaitu 24 jam dan setiap jamnya pun berbeda. Biaya operasi pembangkitan harus diminimisasi agar biaya operasi terpenuhi atau efisien. Maka dari itu diperlukan perhitungan ED sebagai berikut:

Pemodelan fungsi biaya bahan bakar :

$$F_i(P_i) = a_i + b_i P_i + c_i P_i^2 \quad \text{R/h} \quad (2.1)$$

Keterangan :

i = unit pembangkit

a, b, c = koefisien biaya bahan bakar dari unit I (\$/jam)

P_i^t = daya yang dibangkitkan pada unit i pada jam ke t (MW)

Dan fungsi total biaya yang diminimalkan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\min F_T = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) \quad (2.2)$$

Keterangan :

F_T = total biaya bahan bakar (\$/Mbtu)

F_i = biaya bahan bakar pada unit ke i (\$/Mbtu)

N = jumlah unit pembangkit

Fungsi tersebut memiliki sejumlah kekangan. Untuk dapat mencapai biaya operasi yang diinginkan perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Total daya yang dihasilkan oleh unit pembangkit harus sesuai dengan total beban yang ada dan tanpa memperhitungkan rugi-rugi transmisi. Persamaannya seperti dibawah ini :

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_d^t \quad (2.3)$$

Keterangan :

P_d^t = total beban saat jam ke t (MW)

2. Daya yang dibangkitkan oleh unit pembangkit tidak boleh berada dibawah nilai daya minimum dan diatas daya maksimum yang sudah ditentukan setiap pembangkit [8].

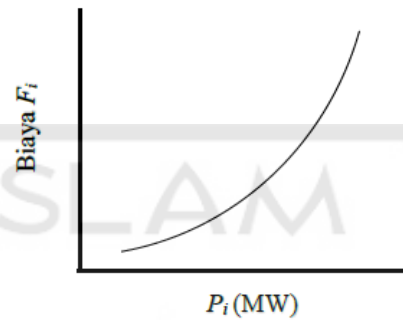
$$P_{i,min} \leq P_i \leq P_{i,max} \quad (2.4)$$

$P_{i,min}$ = batas minimal daya pembangkitan pada unit ke i (MW)

$P_{i,max}$ = batas maksimal daya pembangkitan pada unit ke i (MW)

Dari persamaan (2.1) yaitu pemodelan fungsi biaya didapatkan grafik dari karakteristik unit pembangkit seperti pada Gambar 2.1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa parameter biaya meningkat atau membesar ketika daya semakin bertambah. Artinya jika daya yang akan dibangkitkan nilainya semakin besar, maka total biaya yang dibutuhkan untuk membangkitkan

daya tersebut akan ikut meningkat. Hal tersebut dapat terjadi dipengaruhi oleh bahan bakar yang digunakan oleh setiap unit pembangkit. Karena unit pembangkit termal seperti PLTG, PLTU, PLTD dll menggunakan material mentah, lain halnya dengan PLTA atau unit pembangkit hidro yang menggunakan Air sebagai tenaga yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik.



Gambar 2. 1 Kurva biaya bahan bakar

2.2.2 Algoritma Genetika

Metode yang akan digunakan oleh penulis untuk menyelesaikan permasalahan pada ED adalah metode Algoritma Genetika. Dalam permasalahan ED diperlukan optimasi agar mampu menyelesaikan persoalan yang ada. Algoritma Genetika pertama kali ditemukan oleh Jhon Holland dari Universitas Michigan pada awal tahun 1970-an di New York, Amerika Serikat.

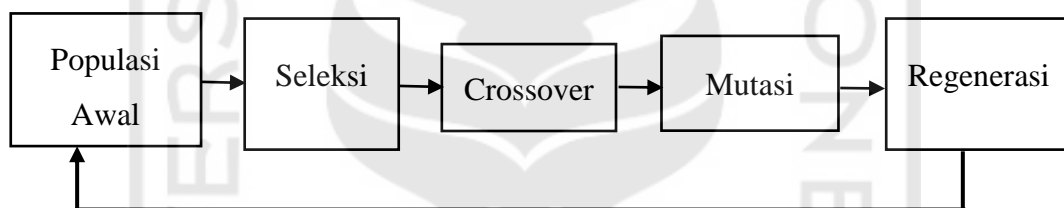
Cara kerja dari algoritma ini berdasarkan genetika alam dan seleksi alam. Algoritma ini diinspirasi dari teori evolusi untuk mendapatkan jalan keluar dari sebuah masalah optimasi. AG menerapkan teknik acak untuk mendapatkan hasil optimasinya. AG memperbaiki kode yang didapat dari pengkodean parameter, parameter tersebut akan diubah menjadi deret biner yang membentuk struktur informasi yang nantinya akan dievaluasi. AG dibantu dengan teknik probabilitas dalam proses mengevaluasi informasi tersebut [9].

AG menerapkan ilmu biologi untuk setiap langkah yang digunakan. AG akan melakukan analisa pada sekmpulan hasil dan akan mengiterasi semua anggota kumpulan tersebut. Data yang ada akan dikodekan kemudian diubah menjadi sejumlah informasi. Pengkodean ini diperlukan untuk pertukaran informasi secara efektif. Sejumlah informasi yaitu kromosom atau individu yang mewakili satu penyelesaian. Kemudian kromosom tersebut disusun oleh sejumlah bit yang dinamakan gen yang mempunyai nilai yang dinamakan *allele* dan tempat yang dinamakan *lokus*. Individu yang berkumpul tersebut ialah populasi. Dengan melaukan iterasi pada populasi

tersebut nantinya akan mendapatkan populasi yang terbaru dengan masing-masing individu yang baru.

Evaluasi terhadap individu dilakukan melalui cara membagi kromosom kemudian diterapkan pada fungsi objektif yang telah disiapkan. Hasil evaluasi nantinya akan diproses agar mendapatkan nilai *fitness* yang bisa dirumuskan melalui beragam cara sesuai dengan tujuan optimasi [5]. Jika digunakan untuk mendapatkan hasil maksimal, dapat diterapkan dengan nilai fungsi objektif supaya nilai dari fungsi objektif tersebut semakin tinggi, sehingga *fitness* pun akan semakin tinggi. Jika akan digunakan untuk meminimalkan nilai itu direpresentasikan berbanding terbalik dengan fungsi objektifnya.

Individu dengan nilai *fitness* lebih baik mempunyai peluang untuk dipilih pada iterasi selanjutnya. Proses pencarian pada algoritma genetika akan berakhir ketika mencapai iterasi maksimal yang sudah ditentukan. Dalam penerapannya AG memiliki sejumlah operator genetik untuk proses optimasi yaitu inisialisasi, seleksi, *crossover*, mutasi dan regenerasi [7]. Dapat kita lihat pada Gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2. 2 Langkah-langkah Optimasi pada AG

A. Populasi Awal

Langkah awal yang dilakukan pada penerapan AG adalah dengan cara membangkitkan populasi awal dimana dengan proses pembangkitan secara acak namun harus tetap memperhatikan prosedur yang sudah ditentukan dan syarat yang harus dipenuhi pada setiap membangkitkan individu.

B. Seleksi

Setelah melakukan proses pertama yaitu membangkitkan populasi awal, proses selanjutnya yang harus dilakukan adalah dengan melakukan seleksi. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan induk yang berkualitas dengan memperhatikan nilai *fitness*. Kemungkinan individu akan dipilih untuk dapat menghasilkan keturunan selanjutnya berdasarkan nilai *fitness* yang dibandingkan dengan nilai *fitness* dari semua individu yang berada didalam populasi. Artinya, individu dengan nilai *fitness* terbaik memiliki peluang lebih banyak untuk dikembangkan lagi.

C. Crossover

Langkah ketiga yaitu dengan melakukan *crossover* atau pindah silang. Salah satu operator yang ada pada AG yang bertujuan untuk menghasilkan keturunan yang baru dari dua induk yang dipindah silangkan. Langkah ini diterapkan pada masing-masing individu yang mempunyai probabilitas *crossover* yang ditentukan.

D. Mutasi

Mutasi adalah langkah yang dilakukan untuk memodifikasi nilai dari satu atau beberapa gen agar dapat mengetahui perbedaan pada populasi. Mutasi ini bertujuan untuk merubah gen yang tidak muncul setelah proses seleksi atau pada saat inisialisasi populasi.

E. Populasi Baru

Setelah melakukan ke 4 langkah diatas, nantinya akan menghasilkan sebuah populasi baru dimana populasi baru ini akan menggantikan populasi yang tidak terpilih karena memiliki nilai yang tidak baik pada proses seleksi [5].

