

PERHITUNGAN ECONOMIC DISPATCH TIGA BUAH PEMBANGKIT TANPA LOSSES DENGAN METODE MERIT ORDER

Yanuar Mahfudz Safarudin^{*1}, Ribka Stephani², Nur Fatowil Aulia¹,
Ahmad Hamim Su'udy¹, Nanang Apriandi MS¹, Baktiyar Mei Hermawan¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang, 50275

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto No.121-131, Siwalankerto, Kec. Wonocolo, Surabaya, 60236

*E-mail: mahfudz@polines.ac.id

Abstrak

Merit order merupakan suatu metode yang digunakan dalam tahap economic dispatch. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana, apabila dibandingkan dengan metode lain. Metode ini dilakukan dengan cara mengurutkan pembangkit dari yang paling murah hingga yang paling mahal berdasarkan biaya operasinya. Semakin rendah nilai biaya operasi (Rp/MWh) suatu pembangkit, maka dapat dikatakan pembangkit tersebut semakin ekonomis. Penelitian ini membahas mengenai penggunaan metode merit order untuk menghitung daya yang dibangkitkan pada masing-masing pembangkit. Terdapat tiga pembangkit yang digunakan untuk mencatu beban sebesar 975 MW. Simulasi digunakan dalam kondisi tanpa losses. Hasil menunjukkan bahwa merit order merupakan metode yang sederhana dan membantu dispatcher untuk mengambil keputusan lebih cepat. Kemudian SOP dari metode merit order dibuat berdasarkan biaya operasi pembangkit sehingga harus selalu di update sesuai perubahan harga bahan bakar.

Kata Kunci: *dispatcher, economic dispatch, merit order, pembangkit*

PENDAHULUAN

Dua tahapan utama dalam pengoperasian optimal pembangkit tenaga listrik adalah unit commitment dan economic dispatch. Unit commitment merupakan tahapan penjadwalan suatu pembangkit. Pada tahap ini pembangkit dijadwalkan untuk beroperasi dalam jangka waktu tertentu, dengan mempertimbangkan faktor maintenance, koordinasi PLTA dengan sistem perairan, forecast beban, dll. Sedangkan pada tahap economic dispatch, pembangkit yang telah dijadwalkan beroperasi tersebut dioptimalkan penggunaannya, sehingga biaya bahan bakar dapat diminimalkan.

Merit order merupakan suatu metode yang digunakan dalam tahap economic dispatch. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana, apabila dibandingkan dengan metode lain. Metode ini dilakukan dengan cara mengurutkan pembangkit dari yang paling murah hingga yang paling mahal berdasarkan biaya operasinya. Semakin rendah nilai

Perhitungan Economic Dispatch..... Yanuar, dkk
 biaya operasi (Rp/MWh) suatu pembangkit, maka dapat dikatakan pembangkit tersebut semakin ekonomis.

Dalam menyuplai beban, dispatcher akan memaksimalkan penggunaan pembangkit yang paling ekonomis terlebih dahulu. Apabila belum mencukupi, maka urutan ekonomis kedua dan seterusnya yang akan dimaksimalkan dalam menyuplai beban. Begitupun sebaliknya, bila beban menurun dan kelebihan daya pembangkit, maka daya pembangkitan akan dikurangi dari urutan yang paling mahal. Apabila daya pembangkit masih berlebih pada sistem, maka urutan termahal kedua dan seterusnya yang diturunkan, hingga daya yang dibangkitkan sama dengan daya beban ditambah rugi-rugi daya.

Metode ini sangat sederhana sehingga dispatcher hanya perlu mengurutkan penggunaan pembangkit sesuai dengan urutan merit order. Dalam metode ini hampir tidak terdapat persamaan matematika.

METODE PENELITIAN

Biaya Produksi

Pada pendahuluan sebelumnya telah dijelaskan bahwa tolak ukur prioritas pembangkit ditentukan oleh biaya produksinya. Biaya produksi merupakan nilai uang atau biaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 MWh daya (satuan Rp/MWh). Biaya produksi ini didapatkan dengan cara memasukkan nilai daya rata-rata ke dalam persamaan *incremental fuel cost* $\left(\frac{dF}{dP}\right)$.

Misalkan suatu pembangkit memiliki *cost function* atau persamaan biaya sebagai berikut:

$$F(P) = 500 + 5.3P + 0.004P^2 \text{ Rp/h}$$

$$P_{\min} = 200 \text{ MW}, P_{\max} = 450 \text{ MW}$$

Maka nilai *incremental fuel cost* yang merupakan turunan pertama fungsi persamaan biaya diperoleh sebagai berikut:

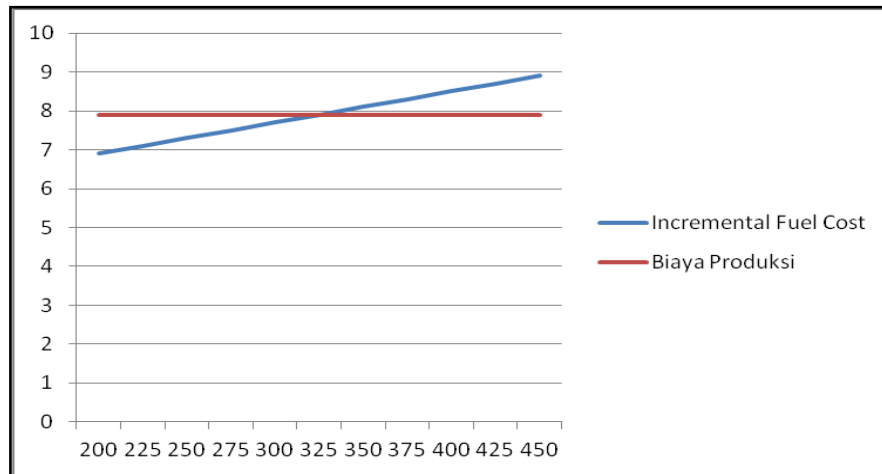
$$\frac{dF}{dP} = 5.3 + 0.008 \times P \text{ Rp/MWh}$$

Karena biaya produksi berubah-ubah untuk setiap nilai daya (MW), maka diambil daya rata-rata antara nilai P_{\min} dan P_{\max} yaitu 325 MW. Biaya produksi untuk pembangkit tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya Produksi} = 5.3 + (0.008 \times 325) \text{ Rp/MWh}$$

$$\text{Biaya Produksi} = 7.9 \text{ Rp/MWh}$$

Grafik di bawah menunjukkan perbandingan nilai *incremental fuel cost* dengan nilai biaya produksi.



Gambar 1. Perbandingan Nilai *Incremental Fuel Cost* dan Biaya Produksi

Dari grafik dapat dilihat bahwa biaya produksi mengambil nilai *incremental fuel cost* pada daya rata-ratanya.

Merit Order

Metode *merit order* digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan pembangkit agar biaya operasional menjadi seminimal mungkin. Algoritma *merit order* ini bekerja berdasarkan urutan biaya operasi pembangkit. Pembangkit yang paling murah akan dimaksimalkan terlebih dahulu untuk menyuplai beban. Berikut ini adalah langkah-langkah pengoptimalan pembangkit menggunakan metode *merit order*:

1. Mengumpulkan data pembangkit berupa *cost function*, dan batas daya minimum dan maksimum tiap pembangkit.
2. Menghitung biaya operasi seperti pada metode di BAB 2.
3. Membuat urutan *merit order* berdasarkan biaya operasi pembangkit, dari yang termurah hingga yang termahal.
4. Mengumpulkan data beban yang akan disuplai oleh pembangkit.
5. Menentukan batas daya minimum masing-masing pembangkit sebagai nilai awal daya yang dibangkitkan agar tidak terjadi *reverse power*.
6. Apabila daya yang dibangkitkan belum mencukupi kebutuhan beban, maka tambahkan daya pembangkitan mulai dari pembangkit termurah hingga termahal sesuai urutan *merit order*, hingga daya yang dibangkitkan seluruh pembangkit mencukupi daya yang dibutuhkan beban.

Perhitungan Economic Dispatch..... Yanuar, dkk

7. Apabila seluruh pembangkit sudah dimaksimalkan namun belum mencukupi kebutuhan beban, maka nyalakan pembangkit murah yang lain sesuai urutan *merit order*.
8. Apabila seluruh pembangkit sudah diminimalkan namun masih melebihi kebutuhan beban, maka matikan pembangkit termahal sesuai urutan *merit order*.

Algoritma Pemrograman

Metode *merit order* dapat diselesaikan menggunakan simulasi matlab. Bagian ini akan menjelaskan langkah-langkah penggunaan *merit order* pada matlab tanpa memperhitungkan *losses*.

Diketahui ada 3 buah pembangkit dengan fungsi biaya dan batasan sebagai berikut:

Pembangkit 1

$$F_1(P_1) = 500 + 5.3P_1 + 0.004P_1^2 \text{ Rp/h}$$

Min 200 MW, Max 450MW

Pembangkit 2

$$F_2(P_2) = 200 + 5.8P_2 + 0.009P_2^2 \text{ Rp/h}$$

Min 100 MW, Max 225MW

Pembangkit 3

$$F_4(P_4) = 400 + 5.5P_4 + 0.006P_4^2 \text{ Rp/h}$$

Min 150 MW, Max 350 MW

Ketiga pembangkit tersebut digunakan untuk menyuplai beban sebesar 975 MW, tanpa mempertimbangkan *losses*. *Merit order* digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan pembangkit, sehingga biaya operasi menjadi minimal. Berikut adalah langkah penyelesaiannya:

1. Menghitung biaya produksi dalam Rp/MWh dari masing-masing pembangkit, seperti yang telah dijelaskan pada BAB 2. Nilai biaya produksi dapat dicari dengan memasukkan daya rata-rata ke dalam fungsi *incremental fuel cost* $\left(\frac{dF}{dP}\right)$.

$$\frac{dF_1}{dP_1} = 5.3 + 0.008P_1 \text{ Rp/MWh}$$

$$\text{Biaya Produksi 1} = 5.3 + 0.008 \times 450 = 8.9 \text{ Rp/MWh}$$

$$\frac{dF_2}{dP_2} = 5.8 + 0.018P_2 \text{ Rp/MWh}$$

$$\text{Biaya Produksi 2} = 5.8 + 0.018 \times 225 = 9.85 \text{ Rp/MWh}$$

Perhitungan Economic Dispatch..... Yanuar, dkk

$$\frac{dF_4}{dP_4} = 5.5 + 0.012P_4 \text{ Rp/MWh}$$

$$\text{Biaya Produksi 3} = 5.5 + 0.012 \times 350 = 9.7 \text{ Rp/MWh}$$

2. Mengurutkan pembangkit mulai dari pembangkit termurah hingga pembangkit termahal, dilihat dari nilai biaya produksinya. Dari tahap pertama dapat dilihat bahwa urutan pembangkit dari yang termurah adalah pembangkit 1, pembangkit 3, pembangkit 2.
3. Selanjutnya membuat kombinasi yang dapat memenuhi beban sebesar 975 MW. Pembangkit 1 dimaksimalkan terlebih dahulu untuk menyuplai beban. Apabila belum mencukupi, maka pembangkit 3 dimaksimalkan. Begitu selanjutnya hingga pembangkit 2.
4. Apabila nilai beban lebih besar dari kapasitas pembangkit, maka sistem *overload*.
5. Hitung total *cost* dengan kombinasi tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dari program MATLAB tanpa *losses*

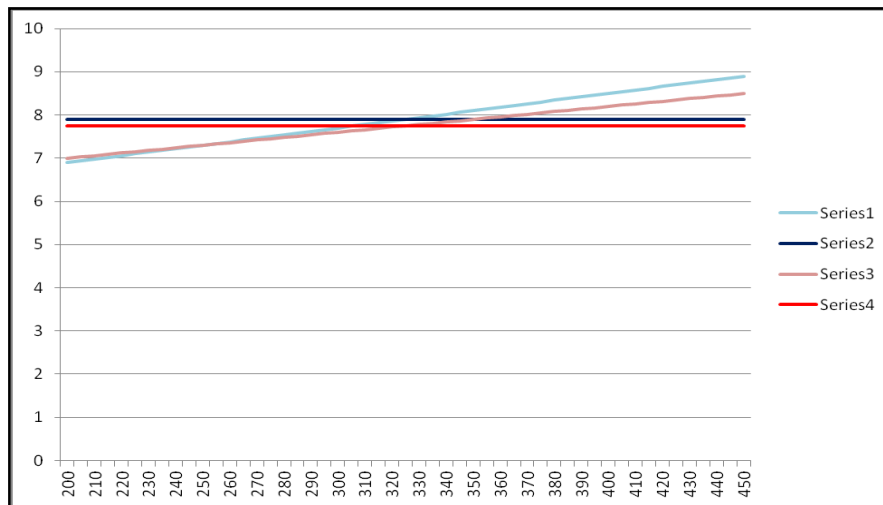
```
Load =
    975
urutan =
pembangkit 1
pembangkit 3
pembangkit 2
P =
    450
    350
    175
Totalcost =
    8.2456e+003
```

Hasil program diatas menunjukkan kombinasi pembangkit dengan harga total pembangkitan termurah menggunakan metode *merit order*. Dapat dilihat, pembangkit 1 dan 3 dimaksimalkan terlebih dahulu dalam menyuplai beban sebelum mulai menambahkan daya pada pembangkit 2.

Dari hasil program dapat dianalisa mengenai kelebihan dan kekurangan *merit order*. Untuk kelebihan *merit order* adalah metode *merit order* tidak menggunakan rumus yang rumit. Selain itu *dispatcher* dapat melakukan tindakan dengan cepat untuk menanggulangi kekurangan atau kelebihan daya, hanya dengan melihat SOP.

Perhitungan Economic Dispatch..... Yanuar, dkk

Untuk kekurangan metode merit order, SOP yang telah dibuat harus selalu di *update*, hal ini berkaitan dengan perubahan harga bahan bakar minyak, gas, dan batu bara. Kemudian biaya operasi yang digunakan untuk mengurutkan pembangkit kurang merepresentasikan karakteristik pembangkit di lapangan, karena sebenarnya biaya operasi berubah-ubah tergantung dari daya yang dibangkitkan. Sebagai contoh pembangkit A bisa jadi lebih murah dari pembangkit B pada rata-ratanya. Akan tetapi pada nilai daya tertentu sebenarnya pembangkit B lebih murah dari pembangkit A, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 2. Biaya Operasi Pembangkit

Dari gambar dapat dilihat bahwa pembangkit B memiliki biaya operasi yang lebih murah daripada pembangkit A yaitu pada daya yang rendah. Biaya operasi diambil pada nilai rata-rata yaitu nilai tengah.

Solusi yang dihasilkan metode *merit order* tidak optimal, ini disebabkan kekurangan pada poin ke dua. Metode ini hanya memberikan solusi yang mendekati nilai optimal.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Menggunakan metode merit order, didapatkan hasil pembangkit 1 membangkitkan 450 MW, pembangkit 2 membangkitkan 350 MW, dan pembangkit 3 membangkitkan 175 MW pada beban 975 MW.
2. *Merit order* merupakan metode yang sederhana dan membantu *dispatcher* untuk mengambil keputusan lebih cepat.
3. SOP dari metode *merit order* dibuat berdasarkan biaya operasi pembangkit sehingga harus selalu di *update* sesuai perubahan harga bahan bakar.

Perhitungan Economic Dispatch..... Yanuar, dkk
4. Penggunaan *merit order* di dunia nyata tidak hanya berdasarkan faktor harga, tetapi menyesuaikan dengan kondisi di lapangan. Dari kondisi tersebut dibuatlah keputusan dengan biaya produksi yang terendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermawan DEA. *Bahan Ajar Kuliah Sistem Energi*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- [2] Hermawan DEA. *Bahan Ajar Operasi Ekonomik Sistem Tenaga*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- [3] RB. Zainal. *PT. PLN (PERSERO) P3B JB Bidang Operasi Sistem Sub Bidang Operasi Sistem, Dokumen Level 3 Instruksi Kerja Pengaturan Frekuensi*. Nomor dokumen BOPS/IKA/04-006.
- [4] Suriyan Arif Wibowo. *Optimasi Economic Dispatch Pembangkit Sistem 150 Kv Jawa Timur Menggunakan Metode Merit Order*. Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS. 2012
- [5] W. Ongsakul. *Real-time economic dispatch using merit order loading for linear decreasing and staircase incremental cost functions*. *Electric Power Systems Research* 51 (1999) 167–17.