

PENJADWALAN EKONOMIS PEMBANGKIT THERMAL DENGAN MEMPERHITUNGKAN RUGI RUGI SALURAN TRANSMISI MENGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIK

Adrianti

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

ABSTRAK

*Tujuan dasar dari penjadwalan ekonomis adalah mengatur pengoperasian unit pembangkit dengan biaya seekonomis mungkin, namun tetap dapat memenuhi kebutuhan daya untuk beban. Pengoperasian pembangkit secara ekonomis dipengaruhi oleh karakteristik pembangkit, limit daya output pembangkit, biaya bahan bakar untuk mengoperasikan pembangkit, dan rugi-rugi transmisi dari pembangkit ke beban. Algoritma genetik digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ekonomis. Kromosom pada genetik algoritma ini terdiri dari pengkodean *normalized incremental cost system*. Total bit pada tiap-tiap kromosom tergantung pada berapa banyak unit pembangkit. Rugi-rugi saluran transmisi pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan koefisien rugi matrik *B*. Pengujian program dilakukan pada sistem 9 bus dengan 3 pembangkit dan pada sistem 30 bus dengan 6 pembangkit. Hasil pengujian dengan metode algoritma genetik ini dibandingkan dengan menggunakan MATPOWER 3.2, yang menggunakan metoda *Optimal Power Flow*. Dari hasil pengujian program untuk sistem 9 bus dengan beban yang terhubung ke sistem sebesar 315 MW didapatkan hasil terbaik biaya pengoperasian pembangkit sebesar 5320.59 \$/h dan rugi-rugi saluran transmisi sebesar 4.496 MW, dengan MATPOWER, biaya pengoperasian pembangkit didapat sebesar 5296.69 \$/h dengan rugi-rugi saluran transmisi sebesar 3.307MW. Untuk sistem 30 bus, beban yang terhubung ke sistem sebesar 189.20 MW. Hasil terbaik pengujian program untuk sistem 30 bus dengan metode algoritma genetik didapatkan biaya pengoperasian pembangkit sebesar 572.74 \$/h dan rugi-rugi saluran transmisi sebesar 1.968 MW, sedangkan dengan MATPOWER hasil yang didapatkan adalah 576.89 \$/h dengan rugi-rugi saluran transmisi sebesar 2.860 MW.*

Kata kunci : penjadwalan ekonomis, algoritma genetik

1. Pendahuluan

Untuk memproduksi tenaga listrik yang semurah mungkin pada suatu sistem tenaga yang semua pembangkitnya terdiri dari pembangkit termal (PLTU, PLTD, PLTG), dibutuhkan penjadwalan ekonomis. Rugi-rugi transmisi, merupakan komponen yang significant untuk diperhitungkan, karena mempengaruhi biaya produksi, terutama jika sistem memiliki transmisi yang panjang dengan daya penyaluran yang besar.

Pengoperasian pembangkit secara ekonomis dipengaruhi oleh karakteristik pembangkit, limit daya *output* pembangkit, biaya bahan bakar untuk mengoperasikan pembangkit, dan rugi-rugi transmisi dari pembangkit ke beban.

Ada beberapa metoda yang dapat digunakan untuk menyelesaikan penjadwalan ekonomis pembangkit-pembangkit thermal. Metoda tradisional seperti metoda iterasi lambda, metoda gradien dan metoda Newton menggunakan kurva biaya *incremental*, yang diperoleh dari hubungan biaya *incremental* bahan bakar (R/kWh) terhadap daya *output*. Proses perhitungan dengan metoda tradisional ini dapat dilakukan jika kurva karakteristik biaya *incremental* ini diidealkan terlebih dahulu, sehingga kurva yang terbentuk menjadi halus dan *convex*. Untuk unit pembangkit yang memiliki kurva *non-convex* tidak dapat di

selesaikan dengan menggunakan metoda tradisional ini

Metoda algoritma genetik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pembangkit dengan kurva *non-convex*. Algoritma genetik ini bekerja berdasarkan teori evolusi. Algoritma genetika ini juga tidak dibatasi oleh bentuk kurva karakteristik pembangkit, karena algoritma genetik ini bekerja dengan menggunakan metoda probabilitas, bukan deterministik, selain itu algoritma genetik ini mencari solusi dari populasi yang dibangkitkan, sehingga algoritma genetik ini dapat memberikan banyak pilihan solusi.

Penggunaan algoritma genetik untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ekonomis pernah dilakukan oleh peneliti dari Aristotle University.^[8] Pada penelitiannya penjadwalan ekonomis yang dilakukan tidak memperhitungkan rugi-rugi saluran transmisi. Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh R. Ouiddir, M rahali dan Abdelhakem-koridak dari *University of Science and Technology of Oran*.^[9] Pada penelitiannya rugi-rugi saluran transmisi dihitung dengan menggunakan metoda Newton-Rhapon dan dianggap konstan.

Pada penelitian ini penulis mengembangkan penelitian yang didapatkan sebelumnya dimana rugi-rugi saluran transmisi dihitung dengan menggunakan koefisien rugi matrik *B* sehingga

besar rugi-rugi saluran transmisi tergantung dari besar daya output yang dibangkitkan.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- Menghasilkan suatu program komputer untuk menghitung penjadwalan ekonomis pembangkit termal dengan memasukkan pengaruh rugi-rugi saluran transmisi, menggunakan algoritma genetika
- Menghitung penjadwalan ekonomis pembangkit-pembangkit termal dengan mempertimbangkan rugi-rugi saluran transmisi dalam suatu sistem tenaga.

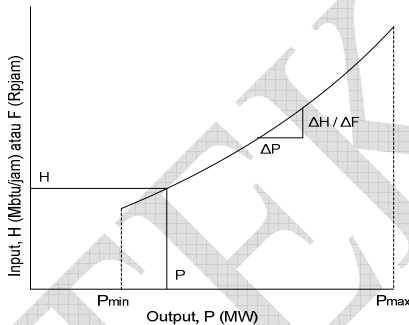
3. Karakteristik Unit Pembangkit Thermal

Untuk mendefinisikan karakteristik unit thermal digunakan :

H = Btu/jam, yaitu *input* panas ke unit

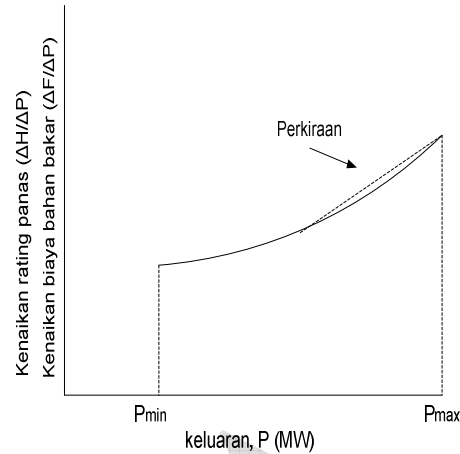
F = Biaya bahan bakar per jam Rp/jam

Gambar 1. menunjukkan karakteristik *input* dan *output* dari unit termal dalam bentuk yang ideal. *Input* dari pembangkit ditunjukkan pada sumbu tegak yaitu energi panas yang dibutuhkan dalam bentuk Mbtu/h (*million of btu per hour*) atau biaya total per jam (Rp/jam). *Output* dari pembangkit ditunjukkan pada sumbu mendatar yaitu daya listrik, yang memiliki batas-batas kritis operasi yaitu daya maksimum dan minimum dari pembangkit. Kurva ini didapat dari hasil tes panas pada pembangkit uap.



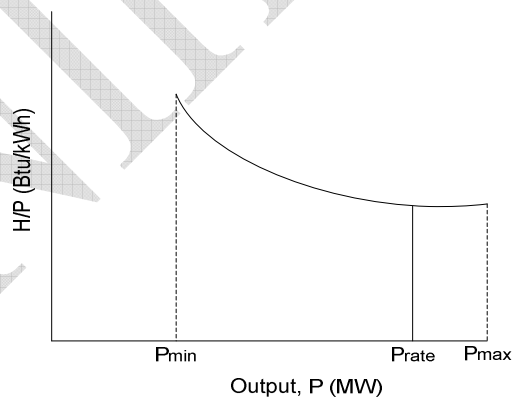
Gambar 1. Karakteristik input-output unit termal

Karakteristik lain yang perlu untuk diketahui dari suatu unit pembangkit termal adalah karakteristik laju kenaikan panas yang dapat juga dikatakan sebagai karakteristik kenaikan biaya. Bentuk karakteristik laju kenaikan panas ini dapat dilihat pada gambar 2. Karakteristik ini merupakan suatu kemiringan (*slope*) dari karakteristik *input* dan *output*. Pada karakteristik ini ditunjukkan nilai Btu per kWh atau Rp/kWh terhadap daya keluaran dalam satuan MW. Karakteristik ini lebih lanjut digunakan untuk perhitungan embebanan ekonomis dari unit pembangkit. Jika persamaan input-output unit pembangkit dinyatakan dalam pendekatan (aproksimasi) dengan menggunakan persamaan kuadrat, maka karakteristik kenaikan biaya akan mempunyai bentuk garis lurus.



Gambar 2. Karakteristik kenaikan biaya/panas unit termal.

Karakteristik terakhir yang perlu diketahui adalah karakteristik laju panas. Pada gambar 3 berikut diperlihatkan kurva laju panas yang menunjukkan karakteristik dari suatu unit pembangkit termal.



Gambar 3 Karakteristik efisiensi terhadap output.

Pada karakteristik laju panas ini sebagai *input* adalah jumlah panas per kilowattjam (Btu/kWh) dan *output* merupakan daya listrik dalam satuan MW. Karakteristik laju panas ini menunjukkan kerja sistem dari sistem pembangkit termal seperti kondisi uap, temperatur panas, tekanan kondensor dan siklus aliran air secara keseluruhan. Pada karakteristik terlihat bahwa efisiensi yang baik sebuah pembangkit termal terletak pada daerah limit maksimalnya.

4. Penjadwalan Ekonomis Unit Thermal

Penjadwalan ekonomis adalah langkah untuk menghasilkan operasi ekonomis suatu sistem tenaga. Operasi sistem tenaga pada frekuensi konstan dapat disebut “*power balance*” yaitu pembangkitan daya real sama dengan total beban. ditambah rugi-rugi. Dalam persamaan dapat dituliskan:

$$Pg = Pd + PL \tag{1}$$

Dengan :

$$P_g = \sum_{i=1}^n P_{g_i}$$

Dimana :

P_{g_i} = Output masing-masing pembangkit
 n = Jumlah pembangkit yang melayani sistem

P_D = Total beban sistem

P_L = Total rugi-rugi transmisi

Masing-masing pembangkit memiliki batas-batas dasar yaitu:

$$P_{\min_i} \leq P_{g_i} \leq P_{\max_i}$$

Batas atas suatu generator dihubungkan terhadap rating termal stator generator. Sedangkan batas minimal suatu generator berhubungan dengan operasi boiler yang menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin.

Biaya operasi sebuah unit terdiri dari biaya bahan bakar, biaya pekerja, dan biaya pemeliharaan. Semua jenis ini dikombinasikan dengan biaya bahan bakar, sehingga:

$$F_i = \text{biaya bahan bakar} \left(\frac{Rp}{MBtu} \right) \times H_i$$

Dimana:

F_i = biaya bahan bakar Rp/MBtu
 H_i = Input daya unit i dalam Mbtu/jam.

Tujuan utama karakteristik tersebut adalah untuk mendapatkan persamaan biaya yang diberikan dalam bentuk polinom orde kedua.

$$F_i = a_i P_{g_i}^2 + b_i P_{g_i} + c_i \quad (2)$$

Dimana:

i = pembangkit i , satu dari n unit
 F_i = biaya operasi pembangkit i dalam Rp/h
 P_{g_i} = output daya listrik pembangkit i .
 a, b, c = koefisien persamaan (konstanta)

Untuk total operasi sistem adalah:

$$F = \sum_{i=1}^n F_i$$

Suatu set persamaan yang mewakili fungsi objektif dengan kendala-kendala yang ada dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

$$P_{i \min} \leq P_i \leq P_{i \max} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_D \quad (5)$$

Setelah batas-batas pertidaksamaan dikenali, kemudian kondisi yang dibutuhkan dapat disimpulkan menjadi:

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \quad \text{untuk} \quad P_{i \min} < P_i < P_{i \max}$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \leq \lambda \quad \text{untuk} \quad P_i = P_{i \max}$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \geq \lambda \quad \text{untuk} \quad P_i = P_{i \min}$$

5. Rugi-rugi Saluran Transmisi.

Untuk memperoleh persamaan rugi-rugi saluran transmisi pada unit pembangkitan, kita asumsikan sebuah sistem yang terdiri dari 2 pembangkit dan dua beban yang terhubung oleh suatu saluran transmisi yang diwakili oleh matriks impedansi bus. Hasil ini diperoleh dengan dua langkah yaitu:

1. Dengan mencari impedansi bus sistem.
2. Transformasikan arus generator ke dalam keluaran daya pembangkitan yang menghubungkan persamaan rugi-rugi untuk sistem dengan beberapa unit pembangkit.

Pernyataan untuk rugi-rugi tenaga yang real dari jaringan untuk penjadwalan ekonomis adalah:

$$PL = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{g_i} B_{ij} P_{g_j} + \sum B_{i0} P_{g_i} + B_{00} \quad (6)$$

Terminologi B ini disebut koefisien rugi-rugi atau koefisien B, yang selalu simetris. Unit koefisien rugi-rugi dalam megawatt, dalam kasus P_L juga dalam megawatt.

6. Pengenalan Algoritma Genetik

Algoritma genetik adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan pada mekanisme evolusi biologis. Keberagaman pada evolusi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Variasi kromosom ini akan mempengaruhi laju reproduksi dan tingkat kemampuan organisme untuk tetap hidup. Pada dasarnya ada 4 kondisi yang sangat mempengaruhi proses evaluasi, yakni sebagai berikut:

- a. Kemampuan organisme dalam melakukan reproduksi.
- b. Keberadaan populasi organisme yang bias melakukan reproduksi.
- c. Keberagaman organisme dalam suatu populasi.
- d. Perbedaan kemampuan untuk survive

Individu yang lebih kuat (*fit*) akan memiliki tingkat survival dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang fit. Pada kurun waktu (sering dikenal dengan istilah

generasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organisme yang *fit*.

7. Tahapan Penjadwalan Ekonomis dengan Algoritma Genetik

Penjadwalan ekonomis dengan memperhitungkan rugi-rugi saluran transmisi memiliki dua tahapan yaitu perhitungan koefisien rugi matrik B dan proses optimasi dengan algoritma genetik. Koefisien rugi matrik B merupakan metode praktis untuk perhitungan rugi-rugi saluran transmisi dan untuk perhitungan *incremental loss*.^[10]

Berikut akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ekonomis dengan menggunakan metode algoritma genetik.

Tahap 1: Penentuan Parameter

Parameter yang akan ditentukan sebelum memulai proses optimasi dengan menggunakan algoritma genetik adalah jumlah kromosom dalam satu populasi (popsize), Peluang *crossover* (Pc), Peluang mutasi (Pm), peluang pelestarian kromosom (kb), jumlah generasi maksimum (maxgen).

Tahap 2: Inisialisasi populasi awal

Populasi awal dibangkitkan dengan membentuk string biner sebanyak 10 bit. Masing-masing bit dari string biner ini dibangkitkan secara acak.

Tahap 3: Encoding dan decoding string biner

- a. String biner di kodekan menjadi λ^{nm} (*normalise incremental cost system*)^[6].

Gambar 4 menunjukkan pengkodean λ^{nm} .

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| d_1 | d_2 | d_3 | d_4 | d_5 | d_6 | d_7 | d_8 | d_9 | d_{10} |
| x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 2^{-1} | 2^{-2} | 2^{-3} | 2^{-4} | 2^{-5} | 2^{-6} | 2^{-7} | 2^{-8} | 2^{-9} | 2^{-10} |

dimana : $d_i = \in (0,1) \quad i = 1, 2, \dots, 10$

Gambar 4. diagram pengkodean λ^{nm}

persamaan diatas dapat ditulis :

$$\lambda^{nm} = \sum_{i=1}^{10} d_i * 2^{-i} \tag{7}$$

- b. Tentukan λ_{\min} dan λ_{\max} dengan persamaan :

$$\lambda_{\min} = \min \left(\frac{dF_i(P_{gi} \min)}{P_{gi}} \right)$$

$$\lambda_{\max} = \max \left(\frac{dF_i(P_{gi} \max)}{P_{gi}} \right)$$

- c. Hitung nilai λ adalah :

$$\lambda = \lambda_{\min} + \lambda^{nm} (\lambda_{\max} - \lambda_{\min}) \tag{8}$$

- d. Tentukan daya output dengan persamaan

$$\frac{dF_i}{dP_{g_i}} = \lambda$$

Dimana

$$F_i = a_i P_{g_i}^2 + b_i P_{g_i} + c_i$$

maka

$$\frac{dF_i}{dP_{g_i}} = \frac{d(a_i P_{g_i}^2 + b_i P_{g_i} + c_i)}{dP_{g_i}}$$

Sehingga :

$$P_{g_i} = \frac{\lambda - b_i}{2a_i}$$

- e. Hitung rugi-rugi saluran transmisi dengan persamaan :

$$PL = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{g_i} B_{ij} P_{g_j} + \sum B_{i0} P_{g_i} + B_{00}$$

Tahap 4: Penentuan Fungsi fitness

Fungsi fitness merupakan hasil indeks dari algoritma genetika untuk menentukan kelangsungan hidup setiap kromosom. Pendefinisian fungsi fitness adalah menurut hasil yang diperlukan dari suatu permasalahan.

Tahap penentuan fitness adalah :

- a. Hitung biaya total operasi sistem

$$\sum_{i=1}^n F(P_{g_i})$$

- b. Hitung nilai ϕ

$$\phi = \sum P_{g_i} - (P_L + P_D)$$

- c. Hitung nilai bobot (w)

$$w = \sum Fi(P_i \max)$$

- d. Hitung

$$F_A = \sum_{i=1}^n F(P_{g_i}) + w(\phi)^2$$

- e. Nilai fitness selanjutnya ditentukan :

$$\text{fitness} = \frac{1}{F_A}$$

Tahap 5 : Seleksi

Proses seleksi merupakan pemilihan kromosom dari generasi ke n untuk masuk ke proses *crossover*. Metode seleksi yang digunakan adalah *roulette wheel selection*.

Langkah yang dilakukan untuk proses seleksi ini yaitu :

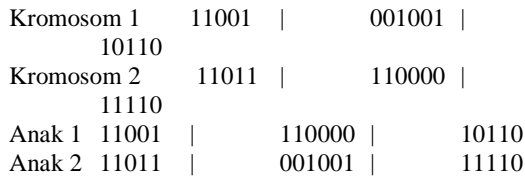
- a. Tentukan nilai total fitness.dalam populasi
- b. Tentukan nilai fitness relatif (pk) dengan cara :
 untuk : $k = 1, 2, \dots, \text{popsize}$
 maka $P(k) = \text{fitness}(k) / \text{total fitness}$
- c. Tentukan fitness kumulatif (qk)

untuk : $k = 1, 2, \dots, \text{popsize}$
 maka $q(k)=p(k)$
 $q(k+1)=q(k)+p(k+1)$

- d. Bangkitkan bilangan acak (r) antara 0-1 sebanyak jumlah populasi (popsize)
- e. Jika $r(k) < q(k)$ maka populasi ke k akan terpilih dalam proses seleksi ini, dan akan digunakan untuk tahap berikutnya.

Tahap 6 : Crossover (Penyilangan)

Proses crossover bertujuan untuk menyilangkan kromosom-kromosom yang terpilih dari proses seleksi. Untuk crossover bilangan biner penyilangan banyak titik. Proses penyilangan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Proses penyilangan banyak titik

Langkah-langkah yang dilakukan untuk proses *crossover* :

- a. Bangkitkan bilangan acak (r) antara 0-1 sebanyak jumlah populasi (popsize)
- b. Tentukan kromosom yang akan disilang untuk : $k = 1, 2, \dots, \text{popsize}$
 maka
 - Jika $r(k) < P_c$, maka kromosom k akan terpilih untuk proses crossover,
 - jika $r(k) > P_c$, maka kromosom k tidak akan terpilih untuk proses crossover.
- c. Jika kromosom yang terpilih ganjil, maka salah satu kromosom harus dibuang, sebab proses crossover ini bertujuan untuk menyilangkan antara 2 individu yang dijadikan sebagai induk.

Tahap 7 : Mutasi

Mutasi untuk bilangan biner adalah dengan mengganti satu atau beberapa nilai gen dari kromosom. Proses mutasi ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Proses mutasi

Langkah-langkah yang harus dikerjakan untuk proses mutasi:

- a. Hitung jumlah bit yang ada pada populasi, yaitu $\text{total_bit} = \text{popsize} * \text{panjang kromosom}$.
- b. Untuk memilih bit yang akan dimutasi, bangkitkan bilangan acak r antara 0-1 sebanyak jumlah bit pada populasi.
- c. Tentukan bit yang akan dimutasi untuk :

$k = 1, 2, \dots, \text{total_bit}$

maka

- Jika $r(k) < P_m$, maka bit tersebut akan mengalami mutasi.

Tahap 8 : Pelestarian Kromosom

Metode seleksi dalam algoritma genetik ini dilakukan secara random, sehingga ada kemungkinan bahwa kromosom yang sebenarnya sudah baik tidak terpilih dalam proses seleksi. Untuk itu perlu dilakukan pelestarian kromosom-kromosom terbaik, sehingga kromosom-kromosom yang sudah baik tersebut dapat lolos seleksi. Muhlenbein mengusulkan adanya perbaikan pada algoritma genetik yang dikenal dengan nama Breeder GAs (BGA)^[3]. Pada BGA ini digunakan parameter r , yang menunjukkan kromosom-kromosom terbaik. Kromosom-kromosom tersebut akan terus dipertahankan untuk generasi berikutnya. Langkah-langkah yang dilakukan untuk pelestarian kromosom.

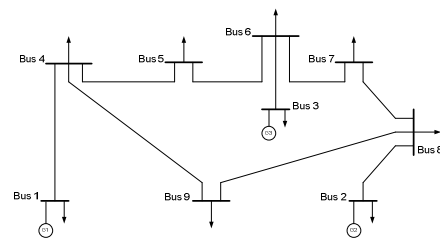
- a. Bangkitkan bilangan acak (r) antara 0-1 sebanyak jumlah populasi (popsize)
- b. Tentukan kromosom yang akan dibuang untuk : $k = 1, 2, \dots, \text{popsize}$

maka

Jika $r(k) < k_b$, maka kromosom ke k akan dibuang, dan digantikan dengan kromosom-kromosom yang baik.

8. Pengujian Program

Sistem yang digunakan untuk menguji program adalah data sistem 9 bus dan system 30 bus dari "A Matlab Power System Simulation Package". Untuk system 9 bus, data saluran, data bus bus, data biaya dan limit pembangkit, dapat dilihat pada table 1, Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 7. single-line diagram sistem 9 bus

Tabel 1. Data Saluran Sistem 9 Bus

| Saluran | | Impedansi seri | | Shunt Y |
|---------|----|----------------|--------|---------|
| Dari | Ke | R (pu) | X (pu) | Y/2(pu) |
| 1 | 4 | 0 | 0.0576 | 0 |
| 4 | 5 | 0.0170 | 0.0920 | 0.1580 |
| 5 | 6 | 0.0390 | 0.1700 | 0.3580 |
| 3 | 6 | 0 | 0.0586 | 0 |
| 6 | 7 | 0.0119 | 0.1008 | 0.2090 |
| 7 | 8 | 0.0085 | 0.0720 | 0.1490 |
| 8 | 2 | 0 | 0.0625 | 0 |
| 8 | 9 | 0.0320 | 0.1610 | 0.3060 |
| 9 | 4 | 0.0100 | 0.0850 | 0.1760 |

Tabel 2. Data Bus Sistem 9 Bus

| No bus | Mag V | Sudut V | Pg MW | Qg MVAR | Pd MW | Qd MVAR |
|--------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| 1 | 1 | 0 | 71.95 | 24.07 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 9.669 | 163 | 14.46 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 4.771 | 85 | -3.65 | 0 | 0 |
| 4 | 0.987 | -2.407 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0.975 | -4.017 | 0 | 0 | 90 | 30 |
| 6 | 1.003 | 1.926 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0.986 | 0.622 | 0 | 0 | 100 | 35 |
| 8 | 0.996 | 3.799 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0.958 | -4.350 | 0 | 0 | 125 | 50 |

Tabel 3. Data Biaya Dan Limit Pembangkit Sistem 9 Bus

| Pemb | Daya maks | Daya min | Polinomial | | |
|------|--------------|-------------|------------|---------|----------|
| | | | α | β | γ |
| 1 | 250 | 10 | 0.11 | 5 | 150 |
| 2 | 300 | 10 | 0.085 | 1.2 | 600 |
| 3 | 270 | 10 | 0.123 | 1 | 335 |

Hasil penjadwalan ekonomis yang diperoleh dengan metoda ini dibandingkan dengan hasil penjadwalan menggunakan software MATPOWER yang menggunakan optimal power flow. Untuk sistem 9 bus dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5 untuk sistem 30 bus

Tabel 4. Hasil Eksekusi Program Pejadwalan Ekonomis pada sistem 9 bus

| Pembangkit | MATPOWER 3.2 | Metode Algoritma Genetik |
|----------------|-----------------|-----------------------------|
| Pg1 | 89.8 | 90.16 |
| Pg2 | 134.32 | 134.33 |
| Pg3 | 94.19 | 94.80 |
| Rugi saluran | 3.307 | 4.496 |
| Tota biaya | 5296.69 | 5320.59 |
| Waktu eksekusi | 0.44 | 47.37 |

Tabel 5. Hasil Eksekusi Program Pejadwalan Ekonomis Pada sistem 30 bus

| Pembangkit | MATPOWER 3.2 | Metode Algoritma Genetik |
|----------------|-----------------|-----------------------------|
| Pg1 | 41.54 | 38.05 |
| Pg2 | 55.40 | 54.53 |
| Pg13 | 16.20 | 20.26 |
| Pg22 | 22.74 | 38.08 |
| Pg23 | 16.27 | 18.72 |
| Pg27 | 39.91 | 0.78 |
| Rugi saluran | 2.860 | 1.866 |
| Tota biaya | 576.89 | 572.36 |
| Waktu eksekusi | 4.50 | 113.44 |

9. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan:

1. Dari hasil yang didapatkan penjadwalan ekonomis dengan menggunakan metode algoritma genetik menghasilkan biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode *Optimal Power Flow*

dengan MATPOWER 3.2 pada sistem 30 bus dengan 6 pembangkit, sedangkan untuk sistem 9 bus dengan 3 pembangkit biaya yang didapatkan sedikit lebih mahal pada metode algoritma genetik dibandingkan dengan menggunakan MATPOWER 3.2.

2. Perhitungan rugi-rugi saluran transmisi dengan metode koefisien rugi matrik B berbeda jika dibandingkan dengan perhitungan rugi saluran transmisi dengan metode *power flow*. Pada sistem 9 bus dengan 3 pembangkit rugi-rugi saluran transmisi dengan menggunakan koefisien rugi matrik B lebih besar jika dibandingkan dengan rugi-rugi saluran transmisi yang dihitung dengan MATPOWER 3.2, sedangkan pada sistem 30 bus dengan 5 pembangkit rugi-rugi saluran transmisi yang dihitung dengan koefisien rugi matrik B lebih kecil jika dibandingkan rugi-rugi saluran transmisi yang dihitung dengan MATPOWER 3.2.

10. Daftar Kepustakaan

- [1] Aries Syamsuddin (2004) "Pengenalan Algoritma Genetik"
www.ilmukomputer.com
- [2] Grainger, Jhon J dan Wiliam D Stevenson (1994) "Power System Analysis" New York. McGraw Hill
- [3] Haupt, Randy L (1998) "Practical Genetic Algorithms" New Jersey. John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Kusumadewi, Sri (2005) "Penyelesaian Masalah Optimasi dengan teknik-teknik heuristik" Yogyakarta. Graha Ilmu.
- [5] Robandi, Imam (2006) "Desain Sistem Tenaga Modern" Surabaya. Penerbit Andi.
- [6] Saramortsis (2007) "Algorithm Solution to the Economic Dispatch Problem - Application to the Electrical Power Grid of Crete Island"
<http://citeseer.ist.psu.edu/268758.html>
- [7] Ouiddir, R (2004) "Economic Dispatch using a Genetic Algorithm: Application to Western Algeria's Electrical Power Network"
- [8] Winkipedia (2007) "genetic algorithm"
http://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm
- [9] Wood, Allen J. (1996) "Power Generation Operation and control" New York. John