

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**



**ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
GENETIC ALGORITHM ARITHMATIC CROSSOVER  
PADA PT. PEMBANGKIT JAWA-BALI**

**SKRIPSI**

*Disusun Oleh :*  
**BAMBANG SUNGKONO**  
Nim : 99.12.086

**MARET 2006**

**DATA BASE MANAGEMENT SYSTEM  
INTERACTION WITH EXISTING DATABASES  
ON THE USE OF MIGRATION TECHNOLOGIES  
KIRILLOV RODION ALEXEYEVICH**

**ESTADOS UNIDOS DE MEXICO. DISTRITO FEDERAL  
ESTADOS UNIDOS DE MEXICO. DISTRITO FEDERAL  
ESTADOS UNIDOS DE MEXICO. DISTRITO FEDERAL**

卷之三

# નોંધાવણા

卷之三

## LEMBAR PERSETUJUAN

### **ANALISA ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM ARITHMETIC CROSSOVER PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA - BALI**

#### **SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Guna  
Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :**

**BAMBANG SUNGKONO  
NIM : 99.12.086**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

**Diperiksa dan Disetujui**  
**Dosen Pembimbing**



( Ir. Firdaus Yudi Limpraptono, MT )  
Nip. Y. 1039500274

( Ir. Choirul Saleh, MT )  
Nip. Y. 1018800190

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Terima kasih yang pertama kali dan yang sebesar – besarnya penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga terselesainya Skripsi ini dengan baik. Serta Rosul Allah SWA yang membawa umatnya dari zaman jahiliah ke zaman yang terang – benderang.

Terima kasih banyak kepada bapak Ir.Choirul Saleh, MT yang selalu mem luangkan waktu, tenaga dan fikiranya dalam membimbing dan menuntut saya dalam penyelesaian Skripsi. Penulis juga ucapkan kepada Ibu Barita SH yang selalu memberi semangat dan dorongan secara moril.

Juga kepada ayahanda dan ibunda tercinta yang selalu memberi semangat dan dorongan baik secara materil maupun moril, dan tak lupa adik – adikku tersayang tanpa kalian aku tak bisa menyelesaikan skripsi ini.

Tanks my friends # ekotel, dedi, lutfi, sapi'i and mandra akhirnya kita sama memperoleh gelar sarjana ST. dan juga buat jhon ST, ngep, doni gondrongST ,mukti ST (programmer) serta teman- teman yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu.

DESIGN DEGAN



## **ABSTRAKSI**

### **ANALISA ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM ARITHMATIC CROSSOVER PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI**

**(Bambang Sungkono, NIM 99.12.086, T. Elektro E.L S-1, 57 Hal, 2006)**

**(Dosen Pembimbing : Ir. Choirul Saleh,MT)**

**Kata Kunci:** Economic Dispatch, Genetic Algorithma, Arithmatic Crossover

Dalam skripsi ini membahas masalah optimasi dengan menggunakan pendekatan genetic baru berdasarkan *arithmetic crossover* untuk memecahkan masalah *economic dispatch*. Elitism, aritmethic crossover dan mutasi biasa digunakan dalam *genetic algorithm* untuk menghasilkan nilai yang diinginkan berdasarkan operasi dalam metode tersebut. Pendekatan baru ini kemudian dibandingkan dengan yang telah ada sebelumnya.

Proses Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* memberikan sebuah analisa penyelesaian yang cukup efektif dalam mengoptimalkan pembebanan dan sekaligus penghematan biaya total operasional PT. PJB. Pada tanggal 10 Maret 2004 selisih biaya total operasional PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover* sebesar Rp. 1.649.627.350,- dioptimasikan 9,4 % Pada tanggal 13 Maret 2004 selisih biaya total operasional PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* sebesar Rp. 1.427.396.718,- dioptimasikan 9,0 %. Pada tanggal 14 Maret 2004 selisih biaya total operasional PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* sebesar Rp. 888.805.670,- dioptimasikan 6,0 %.

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas Karunia dan Hidayahnya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, guna memenuhi persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Energi Listrik, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun Menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah membantu, membimbing dan mengarahkan mulai dari awal hingga akhir terselesaiya skripsi ini.

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Muctar Asroni, MSEE, selaku Dekan Fakultas Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Institut Tenologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT, selaku dosen Pembimbing yang memberikan masukan, dorongan semangat dan bantuanya.
5. Serta semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa skripsi ini masih jauh sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran akan kami terima dengan senang hati.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan memperkaya ilmu pengetahuan khususnya bagi mahasiswa pada jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.

Malang, Maret 2006

Penyusun

## DAFTAR ISI

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>      | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b> | <b>ii</b>  |
| <b>ABSTRAKSI .....</b>          | <b>iii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>     | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>          | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>       | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>       | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR GRAFIK.....</b>       | <b>xii</b> |

### **BAB I PENDAHULUAN**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1.1.latar belakang .....         | 1 |
| 1.2. perumusan masalah.....      | 2 |
| 1.3. Tujuan .....                | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah .....       | 3 |
| 1.5. Metode Penelitian .....     | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan ..... | 4 |
| 1.7. Kontribusi .....            | 4 |

### **BAB II TEORI DASAR**

|  |   |
|--|---|
| 2.1. Sistem Tenaga Listrik .....         | 5 |
| 2.2. Operasi Sistem Tenaga Listrik ..... | 6 |
| 2.3. Karakteristik Pembangkit .....      | 9 |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.1. Karakteristik <i>Input-Output</i> .....   | 9  |
| 2.3.2. Karakteristik <i>Heat Reat</i> .....  | 12 |
| 2.3.3. Karakteristik <i>Incremetal Heat Rate</i> dan <i>Incremetal Fuel Cost</i> ..... | 12 |
| 2.4. Economi Dispatch.....   | 14 |
| 2.4.1. Fungsi biaya Bahan Bakar .....  | 18 |
| 2.4.2. Penyelesaian Economic Dispacth dengan Metode Pengali-La Grange.....             | 14 |
| 2.4.3. Penyelesaian Economic Dispacth dengan Metode Iterasi Lamda .....                | 17 |
| 2.4.4. Economic Dispacth dengan mengabaikan rugi – rugi Transmisi ....                 | 19 |

### **BAB III APLIKASI METODE GENETIC ALGORITHMMA ARITHMATIC CROSSOVER UNTUK ECONOMIC DISPACTH**

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Economic Dispacth .....                             | 22 |
| 3.2. Konsep Dasar Genetic Algorithma .....               | 23 |
| 3.3. Struktur Umum Genetic Algorithma .....              | 24 |
| 3.4. Genetic Algorithma dengan Arithmatic Crossover..... | 25 |
| 3.4.1. Evolusi Fitness .....                             | 25 |
| 3.4.2. Seleksi .....                                     | 26 |
| 3.4.3. Crossover .....                                   | 27 |
| 3.4.4. Operator Mutasi .....                             | 27 |
| 3.4.5. Funngsi Objektif .....                            | 27 |
| 3.4.6. Elitism .....                                     | 28 |

## **BAB IV ANALISA DATA MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM A RITHMATIC CROSSOVER**

|   |          |
|---|----------|
| 4.1. Program Komputer menggunakan Metode Genetic Algorithma – Arithmatic Crossover.....   | 29       |
| 4.2. Algoritma Program .....<br>4.2.1. Flow Chart Program.....  | 29<br>30 |
| 4.3. Data Pembangkit Thermal .....  | 32       |
| 4.4. Aplikasi Metode <i>Genetic Algorithm Arithmatic Crossover – di PT. PJB</i> .....   | 34       |
| 4.5. Data Pembebatan.....   | 34       |
| 4.6. Hasil Perhitungan Dan Analisa Data .....   | 37       |
| 4.6.1. Hasil Perhitungan PT. PJB.....<br>4.6.2. Tampilan Program Komputer dan Hasil Perhitungan - dengan Metode Genetic Algorithma Arithmatic Crossover ..... | 37<br>41 |
| 4.6.2.1. Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Metode – <i>Genetic Algorithm Arithmatic Crossover</i> .....  | 46       |
| 4.6.3. Perbandingan Hasil Perhitungan PT. PJB Dengan Metode – <i>Genetic Algorithm Arithmatic Crossover</i> .....   | 48       |
| 4.7. Pengujian Program Dengan Validasi Pada Jurnal.....<br>4.7.1. Data Jurnal .....   | 53<br>53 |

## **BAB V KESIMPULAN**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan ..... | 57 |
|-----------------------|----|

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Gambar 2-1.  | Unit <i>Boiler-Turbin-Generator</i> .....                       | 10 |
| Gambar 2-2.  | Kurva Karakteristik <i>Input-Output</i> Pembangkit Thermal..... | 11 |
| Gambar 2-3.  | Kurva Karakteristik <i>Hate Rate</i> Unit Pembangkit .....      | 12 |
| Gambar 2-4.  | Kurva Karakteristik <i>Incremental Fuel Cost Rate</i> .....     | 14 |
| Gambar 2-5.  | N Unit melayani beban $P_R$ .....                               | 16 |
| Gambar 2-6.  | Grafik Penyelesaian dengan Metode Iterasi Lamda .....           | 19 |
| Gambar 2-7.  | N Unit Pembangkit Thermal Melayani Beban $P_R$ .....            | 20 |
| Gambar 3-1   | String Chromosome Real.....                                     | 23 |
| Gambar 4-1.  | Single Line Pembangkitan Jawa- Bali.....                        | 32 |
| Gambar 4-2.  | Tampilan Program Utama.....                                     | 41 |
| Gambar 4-3.  | Menampilkan Input Data .....                                    | 42 |
| Gambar 4-4.  | Parameter <i>Genetic Algorithm Arithmatic Crossover</i> .....   | 42 |
| Gambar 4-5.  | Tampilan Data Pembangkit .....                                  | 43 |
| Gambar 4-6.  | Tampilan Data Pembebanan .....                                  | 43 |
| Gambar 4-7.  | Tampilan Data PT. PJB .....                                     | 44 |
| Gambar 4-8.  | Hasil Optimasi Menggunakan GAAC .....                           | 45 |
| Gambar 4-9.  | Tampilan Data Jurnal.....                                       | 54 |
| Gambar 4-10. | Tampilan Data Beban.....  | 54 |
| Gambar 4-11. | Tampilan Data Generator.....                                    | 55 |
| Gambar 4-12. | Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Data Jurnal .....          | 55 |

## **DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.1. Data Unit Thermal PT. PJB Tahun 2002 .....                          | 33 |
| Tabel 4.2. Data Unit Thermal yang siap beroperasi .....                        | 34 |
| Tabel 4.3. Data Perhitungan Total Beban.....                                   | 35 |
| Tabel 4.4. Data Beban Unit Thermal Pada PT.PJB .....                           | 36 |
| Tabel 4.5. Hasil Pehitungan Biaya Operasional Perjam 10 Maret 2004.....        | 38 |
| Tabel 4.6. Hasil Pehitungan Biaya Operasional Perjam 13 Maret 2004.....        | 39 |
| Tabel 4.7. Hasil Pehitungan Biaya Operasional Perjam 14 Maret 2004.....        | 40 |
| Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Menggunakan Metode GAAC 10 Maret 2004.....        | 46 |
| Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Menggunakan Metode GAAC 13 Maret 2004.....        | 47 |
| Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Menggunakan Metode GAAC 14 Maret 2004.....       | 48 |
| Tabel 4.11. Hasil Perbandingan Biaya Operasional Perjam 10 Maret 2004.....     | 49 |
| Tabel 4.12. Hasil Perbandingan Biaya Operasional Perjam 13 Maret 2004.....     | 50 |
| Tabel 4.13. Hasil Perbandingan Biaya Operasional Perjam 14 Maret 2004.....     | 51 |
| Tabel 4.14 Perbandingan Total Biaya Operasional PT PJB Dengan Metode GAAC .... | 52 |
| Tabel 4.15. Data Unit Pembangkit Thermal Pada Jurnal.....                      | 53 |
| Tabel 4.16. Data Perbandingan Uji Validasi.....                                | 56 |

## **DAFTAR GRAFIK**

|  |    |
|--|----|
| Grafik 4.1. Perbandingan Biaya Operasional Perjam 10 Maret 2004..... | 49 |
| Grafik 4.2. Perbandingan Biaya Operasional Perjam 13 Maret 2004..... | 50 |
| Grafik 4.3. Perbandingan Biaya Operasional Perjam 14 Maret 2004..... | 51 |
| Grafik 4.4 Perbandingan Total Biaya Operasional .....                | 52 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Pembangkitan tenaga listrik merupakan bagian dari pemasalahan energi dan lingkungan yang dihadapi oleh Indonesia sebagai negara yang berkembang. Secara garis besar, suatu sistem tenaga listrik dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu : sisi pembangkit tenaga listrik, saluran transmisi dan jaringan distribusi atau beban. Untuk suatu operasi pada beban tertentu, perhitungan ekonomis harus tetap merupakan suatu prioritas atau nilai yang harus diperhitungkan disamping hal-hal yang lain, sehingga nantinya diperlukan suatu rencana operasi yang optimum dengan tetap memenuhi beberapa persyaratan pengoperasian sistem tenaga listrik yaitu antara lain : daya yang dibangkitkan cukup untuk memasok beban dan rugi-rugi daya pad saluran transmisi, tegangan bus sesuai dengan ratingnya serta tidak adanya pembebanan lebih pada unit-unit pembangkit yang beroperasi.

Dalam pembangkitan tenaga listrik dilakukan usaha agar biaya pembangkitannya semurah mungkin. Usaha untuk mengoptimalkan biaya operasi ini, salah satunya dilakukan dengan penerapan *Economic Dispatch*. Di dalam operasi sistem tenaga listrik, *Economic Dispatch* adalah hal yang sangat perlu diperhatikan untuk mendapatkan biaya bahan bakar yang sangat ekonomis dalam suatu sistem pembangkit.

Koordinasi antara unit-unit pembangkit yang ada pada sistem tenaga listrik sangat diperlukan untuk mencapai biaya operasi yang seoptimal mungkin. Pada skripsi ini akan dibahas metode alternatif masalah optimasi biaya pembangkitan

dengan mengoptimalkan biaya operasi dengan penerapan *Economic Dispatch* dengan metode *Genetic Algorithm Aritmatic Crossover*.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas dijelaskan bahwa biaya pembangkitan sangat berhubungan dan berpengaruh terhadap koordinasi antara unit-unit pembangkit yang menyalurkan tenaga listrik pada beban yang berubah-ubah. Maka muncul permasalahan yaitu bagaimana mengoptimalkan biaya pembangkitan dengan menggunakan *Economic Dispatch* yang dihasilkan oleh pembangkit. Maka skripsi ini diberi judul :

**"Analisa *Economic Dispatch* Dengan Menggunakan Metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover* di PT. Pembangkitan Jawa Bali ".**

### **1.3. Tujuan Pembahasan**

Tujuan dari skripsi ini adalah memberikan analisis penerapan Pembebanan Ekonomis (*Economic Dispatch*) dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover* untuk mengoptimalkan biaya bahan bakar pada suatu sistem tenaga listrik. Dimana analisa dalam skripsi ini hanya pada sistem tenaga listrik di PT. PLN Pembangkitan Jawa- Bali.

### **1.4. Batasan Masalah**

Permasalahan dalam sistem tenaga listrik merupakan permasalahan yang luas, sehingga untuk membatasi apa saja yang dibahas maka ditentukan bahwa skripsi ini :

- Tidak membahas masalah rugi-rugi transmisi dan sistem dalam keadaan normal.
- Tidak membahas biaya *start-up*, biaya *shut down*, *combined cycle* dan *spinning reserve*
- Daya listrik setiap unit pembangkit harus disertai beberapa batasan (kapasitas maksimum dan minimum).
- Hanya membahas analisa perhitungan pada unit pembangkit thermal (pembangkit thermal tenaga uap dan gas ) pada lingkungan kerja PT. Pembangkit Jawa-Bali.
- Analisa Perhitungan hanya sebatas pada tanggal 10,13 dan 14 maret 2004 dalam perhari (24 jam) dengan 19 Unit Pembangkit yang siap beroperasi
- Pembahasan di titik beratkan pada segi ekonomis dari pada teknis.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metodologi yang dibahas dalam pembahasan skripsi ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi kepustakaan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan pembahasan masalah.
2. Studi lapangan unutk mendapatkan data parameter unit thermal yang dibutuhkan dari obyek penelitian yaitu di PT. PLN PJB yang diperlukan berpedoman pada teori yang diperoleh dari studi kepustakaan.
3. Perhitungan *Economic Dispatch* dengan metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover*.

4. Membuat evaluasi, sehingga dapat disimpulkan dari perhitungan antara sebelum dan sesudah optimasi.

## **1.6.Sistematika Penulisan**

Penyusunan skripsi ini terbagi dalam beberapa sistematika bab pembahasan yang terdiri dari :

1. Bab I berisi tentang pendahuluan dari skripsi yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan kontribusi penelitian.
2. Bab II berisi tentang teori dasar tentang karakteristik pembangkit, *Economic Dispatch*, fungsi biaya bahan bakar.
3. Bab III berisi tentang *metode Genetic Algorithm Arithmatic Crossover*.
4. Bab IV berisi tentang analisa data dan perhitungan serta alur program tentang *Economic Dispatch* menggunakan *metode Genetic Algorithm Arithmatic Crossover*.
5. Bab V berisi tentang kesimpulan.

## **1.7. Kontribusi**

Dari hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat menjadi solusi alternative pada PT. PLN ( Persero) Pembangkitan Jawa – Bali, dalam usaha untuk meminimalkan biaya operasi khususnya biaya pembangkitan yang merupakan biaya terbesar pada sistem tenaga listrik.

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1. Sistem Tenaga Listrik<sup>[2]</sup>

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan diperlukan berbagai peralatan listrik. Peralatan-peralatan tersebut dihubungkan satu sama lain yang saling berhubungan dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik adalah satu kesatuan yang terintegrasi antara pembangkit tenaga listrik. Gardu induk (pusat beban) yang satu sama yang lain dihubungkan.

Pengelolaan sistem tenaga listrik merupakan persoalan yang cukup rumit, sehingga diperlukan suatu manajemen operasi yang baik. Manajemen operasi sistem tenaga listrik harus memikirkan bagaimana menyediakan tenaga listrik yang seekonomis mungkin dengan tetap memperhatikan mutu dan keandalan. Mutu dan keandalan diukur dengan frekuensi, tegangan dan jumlah gangguan. Masalah mutu tenaga listrik tidak semata-mata merupakan masalah operasi tenaga listrik tetapi erat kaitanya dengan pemeliharaan instalasi tenaga listrik dan juga pengembangan sistem tenaga listrik karena mengingat konsumsi tenaga listrik oleh pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu oleh karena itu hasil-hasil operasi sistem tenaga listrik perlu dianalisa dan dievaluasi untuk menjadi masukan bagi pemeliharaan instalasi serta pengembangan sistem tenaga listrik. Mutu tenaga listrik yang merupakan kendala / *constraints* terhadap biaya pengadaan tenaga listrik yang serendah mungkin, maka kompromi antar kedua hal yang merupakan masalah optimasi yang cukup kompleks.

Daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik tergantung kepada daya yang terpasang unit-unit pembangkit dan juga pada kesiapan operasi unit-unit tersebut. Berbagai faktor seperti gangguan kerusakan dan pemeliharaan rutin, menyebabkan unit pembangkit menjadi tidak siap operasi.

## **2.2. Sistem Operasi Pada Sistem Tenaga Listrik<sup>[2]</sup>**

Seperti diketahui bahwa dalam masalah pengaturan beban pada suatu operasi sistem tenaga listrik harus selalu dicapai suatu keadaan operasi yang bisa diandalkan dan cukup ekonomis.

Ada beberapa kinerja yang dilakukan untuk menjamin keandalan sistem operasi antara lain, pengaturan frekuensi dan tegangan sistem untuk berada pada harga normalnya karena adanya perubahan beban sistem. Dan seperti yang diketahui dan berulang kali disebutkan bahwa tenaga listrik tidak dapat disimpan sehingga dalam operasinya harus selalu dicapai keseimbangan antara penyediaan dengan pemenuhan kebutuhan daya serta perlu juga diingat bahwa sistem selalu berubah setiap saat. Maka sudah tentu jauh-jauh sebelumnya sudah harus diketahui atau diramalkan keadaan tersebut dengan tetap yaitu keadaan beban pada hari itu dari waktu ke waktu sampai selama 24 jam. Keadaan beban ini digambarkan sebagai kebutuhan daya sebagai fungsi dari waktu yang disebut dengan lengkung beban harian. Lengkung beban harian ini adalah merupakan suatu yang amat penting disamping karakteristik-karakteristik lainnya sehingga dalam operasi harianya harus berdasarkan lengkung beban harian yang telah dibuat karena dengan lengkung beban ini dapat ditentukan perencanaan operasi pembangkit – pembangkit yang ada, baik itu unit pembangkit termal ataupun hidro.

Tentu saja kebutuhan beban dalam suatu harinya tidak merata akan tetapi dari jam ke jam berbeda sesuai dengan kebutuhan konsumen. Berdasarkan lengkung beban yang telah ada maka dapat ditentukan beberapa unit pembangkit yang harus bekerja dan siap bekerja pada hari itu.

Sebagai dasar pertimbangan yang sifatnya umum, untuk menentukan biaya produksi tenaga listrik yang dibutuhkan adalah dengan memprioritaskan unit pembangkit yang nilai pembangkitannya paling effisien. Pembangkit ini akan terus beroperasi atau dibebani sampai pada batas effisiensi maksimumnya. Dan apabila ternyata beban masih terus bertambah sedangkan unit pembangkit ini telah mencapai maksimumnya maka selanjutnya beban ditanggung oleh pembangkit yang nilai pembangkitannya diatas pembangkit yang pertama. Demikian pula operasi selanjutnya. Dengan operasi yang demikian maka dapat dicapai keadaan operasi yang cukup ekonomis.

Akan tetapi dengan semakin berkembangnya sistem itu sendiri maka diperlukan suatu perencanaan pembangkit yang optimum dengan biaya operasi yang ekonomis. Mengingat bahwa beban sistem adalah selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu maka perlu membuat secara grafis perubahan beban terhadap waktu.

Oleh karena biaya operasi untuk memproduksi daya listrik sangat besar, suatu pembangkit khususnya pembangkit termal, maka untuk biaya operasi pembangkit harus ditekan seekonomis mungkin untuk mendapatkan biaya operasi yang rendah, karena pada unit pembangkit termal ini akan membutuhkan biaya operasi yang cukup tinggi sehingga usaha penghematan biaya bahan bakar akan sangat berarti. Dengan kata lain dengan mengkoordinasikan operasi pembangkit-pembangkit yang tersedia dengan tepat dan sesuai dengan beban maka didapat suatu keadaan operasi yang ekonomis.

Pembahasan mengenai operasi ekonomis adalah merupakan salah satu cara bagaimana menekan biaya produksi dari sistem tenaga listrik. Dalam hal ini maka metode yang dipakai adalah dengan memanfaatkan karakteristik dan menganalisa operasi dari sistem tersebut. Disamping karakteristik dari unit-unit pembangkit perlu juga diketahui karakteristik beban, karena karakteristik bebanlah maka dapat dianalisa pengaturan yang paling ekonomis dari setiap pembangkit. Adapun karakteristik yang perlu diketahui dari setiap unit pembangkit adalah :

1. Karakteristik input bahan bakar sebagai fungsi output daya.
2. Nilai panas sebagai fungsi output daya.
3. Kenaikan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan jika terdapat perubahan beban.

Ketiga karakteristik tersebut merupakan pedoman menganalisa penjadwalan selanjutnya. Kemudian yang perlu diperhitungkan adalah Variabel-varibel yang terdapat pada saluran transmisi, karena variabel-variabel ini juga sangat menentukan ekonomis tidaknya penjadwalan pembangkit yang kita tentukan.

Maka untuk mencapai suatu operasi yang ekonomis pada suatu sistem tenaga listrik adalah dengan melakukan penjadwalan pada sistem pembangkit yang ada pada suatu sistem tenaga listrik yang ditinjau tersebut, dengan memanfaatkan karakteristik dari setiap masing-masing unit pembangkit yang ada. Pada dasarnya bertujuan untuk menekan biaya pembangkit agar diperoleh biaya yang sangat rendah sehingga dapat memuaskan pemakai energi listrik.

## **2.3. Karakteristik Pembangkit<sup>[11]</sup>**

Performa dari sebuah pusat pembangkit tenaga listrik pada prinsipnya ditentukan oleh apa yang dinamakan lengkung masukan – keluaran (input-output). Lengkung ini memberikan gambaran tentang efisiensi thermis pusat pembangkit tersebut. Selain tergantung dari sifat-sifat pusat pembangkit tenaga listrik itu sendiri, seperti efisien dan keandalan, lengkung masukan – keluaran itu juga tergantung dari kondisi-kondisi yang berada di luar pusat pembangkit itu sendiri, seperti keadaan air pendingin, kualitas bahan bakar, kecakapan para operator dipusat pembangkit dan bentuk lengkung beban.

Berikut ini macam-macam karakteristik pembangkit yang berhubungan dengan penjadwalan operasi pembangkit untuk memperjelas keterangan di atas.

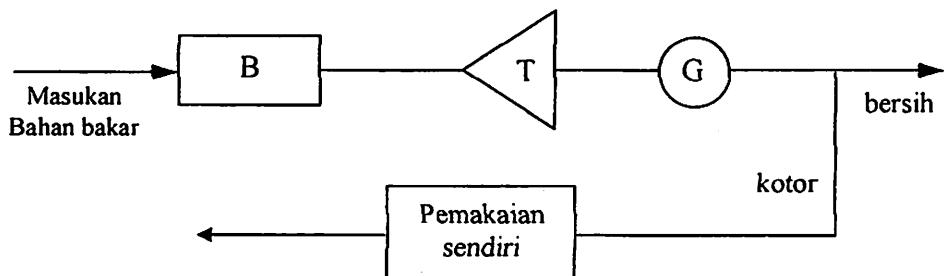
### **2.3.1. Karakteristik *Input – Output*<sup>[11]</sup>**

Hal yang paling mendasar dalam mengoptimalkan pembangkit secara ekonomis adalah membuat karakteristik *Input – Output* dari unit pembangkit thermal. Karakteristik ini diperoleh dari desain perencanaan atau melalui tes pembangkit (performant test). Adapun definisi dari karakteristik *Input – Output* pembangkit adalah formula yang menyatakan hubungan antara input pembangkit sebagai fungsi dari output pembangkit. Karakteristik dari pembangkit unit boiler – turbin – generator dapat digambarkan dalam gambar 2.1 dimana unit ini memuat sebuah boiler yang menghasilkan uap untuk menjalankan turbin yang dikopel dengan rotor dari generator.

Pada pembangkit termal, input diberikan dalam satuan panas Btu/jam atau Kal/jam dari bahan bakar yang diberikan pada boiler untuk menghasilkan output pembangkit. Sedangkan notasi yang digunakan adalah H (Mbtu/h) atau dalam satuan

yang lain H (Mkal/h). Selain itu input dari pembangkit dapat pula dinyatakan dalam nilai uang yang menyatakan besarnya biaya yang diperlukan untuk bahan bakar. Notasi yang digunakan adalah F (R/h). Hubungan antara H dan F dapat dinyatakan dalam rumus berikut ini :

Dimana Rupiah / Mbtu adalah nilai uang yang diperlukan persatuan panas dari bahan bakar.



Keterangan : B = Boiler, T = Turbin Uap, G = Generator

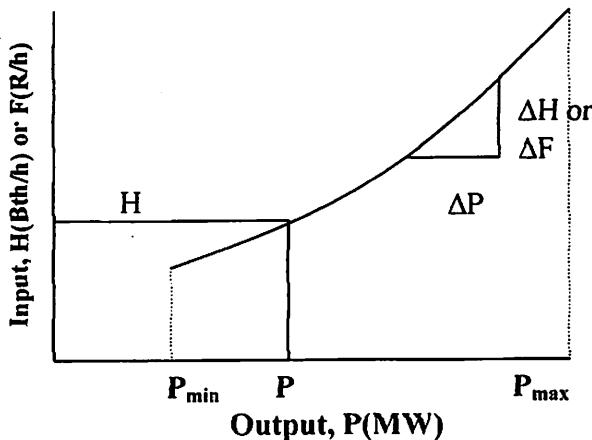
**Gambar 2-1**  
**Unit Bolier-Turbin-Generator<sup>111</sup>**

Seperti digambarkan dalam gambar 2.1 maka output pembangkit tidak hanya dihubungkan dengan beban tetapi juga untuk peralatan bantu dalam pembangkit. Disini output pembangkit didefinisikan sebagai daya yang dikeluarkan oleh generator untuk beban sistem diluar untuk keperluan pembangkit itu sendiri. Jadi untuk karakteristik *input – output*, daya output adalah berupa daya *netto* dari pembangkit, notasi yang digunakan adalah P (MW).

Generator akan mengeluarkan daya sesuai dengan beban yang ada. Semakin besar beban, semakin besar daya yang dikeluarkan oleh generator. Daya yang dikeluarkan generator dapat membesar sesuai dengan peningkatan beban sampai dengan daya maksimum yang dapat dibangkitkan oleh generator. Semakin besar daya yang dibangkitkan generator, semakin besar pula bahan bakar yang dimasukkan. Dengan kata lain jumlah bahan bakar yang dibakar merupakan fungsi dari daya keluaran generator tidak linier, sebab bahan bakar melewati proses pembakaran yang memerlukan waktu.

Dari keterangan di atas, dapat dibentuk persamaan karakteristik *Input – Output* pembangkit yang dapat dilihat pada persamaan 2.2 dan persamaan 2.3 dibawah ini, sedangkan kurva dari karakteristik *Input – Output* dapat dilihat pada gambar 2.2

Atau

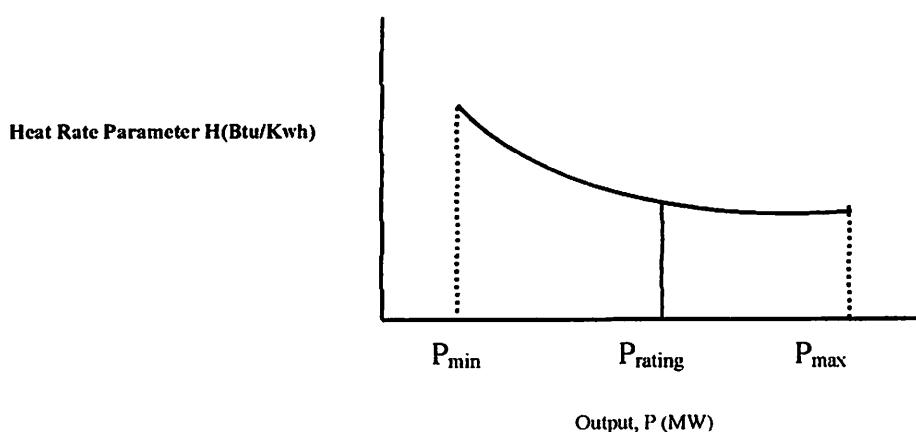


Gambar 2.2

Kurva karakteristik *Input-Output* Pembangkit Termal<sup>[1]</sup>

### 2.3.2. Karakteristik *Heat Rate*<sup>[11]</sup>

Karakteristik lain yang cukup penting bagi pembangkit thermal adalah karakteristik tingkat panas atau *Heat Rate Characteristic*. Fungsi ini menyatakan hubungan antara tingkat panas terhadap tingkat beban pusat listrik. Karakteristik ini umumnya memiliki korelasi dengan efisiensi mesin kalor yang digunakan. Gambar 2.3 diplot berdasarkan nilai H/P terhadap P. Pembangkit listrik thermal konvensional memiliki efisiensi kalor antara 30% sampai 35%, sehingga tingkat panas yang dimiliki berkisar antara 11400 BTU/KWH (1 KWH kira-kira setara dengan 3412 BTU). Karakteristik tingkat panas pada dasarnya antara lain menyatakan keadaan uap, tingkat temperatur, tekanan kondensor dan siklus fluida kerja yang terjadi selama pembangkit listrik tenaga thermal tersebut beroperasi.



Gambar 2.3

Kurva Karakteristik *Heat Rate* Unit Pembangkit<sup>[1]</sup>

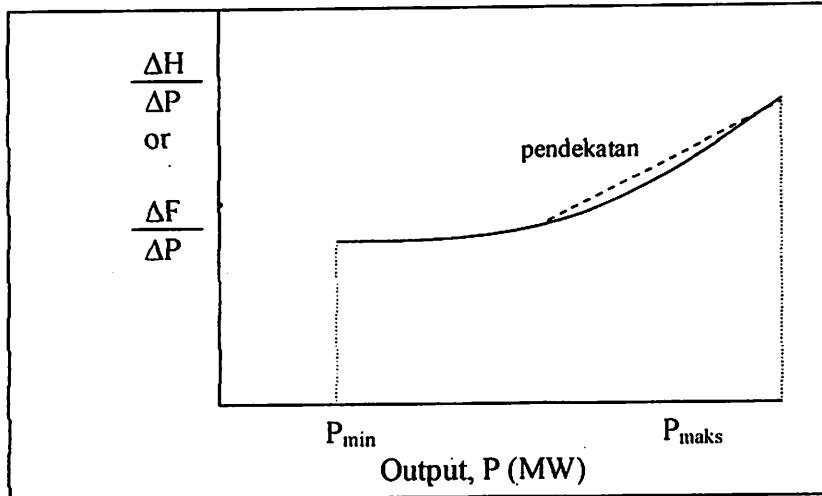
### 2.3.3. Karakteristik Incremental Heat Rate dan Incremental Fuel Cost<sup>11</sup>

Perwujudan yang lain dari karakteristik pembangkit adalah karakteristik *Incremental Heat Rate* atau perubahan tingkat laju panas dan karakteristik *Incremental Fuel Cost* atau perubahan tingkat laju biaya bahan bakar. Karakteristik *Incremental Heat Rate* menyatakan hubungan daya output sebagai fungsi *Incremental Heat Rate*. Sedangkan karakteristik *Incremental Fuel Cost* menyatakan hubungan daya output sebagai fungsi *Incremental Fuel Cost*. Karakteristik *Incremental Heat Rate* ini menunjukkan besarnya perubahan input energi bila ada perubahan output pembangkit pada megawatt output unit pembangkit.

Kurva karakteristik *Incremental Heat Rate* atau *Fuel Cost* dapat dilihat pada gambar 2.4. sedangkan persamaan *Incremental Heat Rate* dan persamaan *Incremental Fuel Cost* dapat dilihat pada persamaan 2.4 sampai persamaan 2.7

$$\text{Incremental Heat Rate} = \frac{\Delta H}{\Delta P} \left[ \frac{\text{MBTU}}{\text{kwh}} \right] \dots \dots \dots \quad (2.4)^{[1]}$$

Dengan mengambil harga  $\Delta P$  mendekati nol maka dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini



Gambar 2.4  
Kurva Karakteristik *Incremental Fuel Cost Rate*<sup>11</sup>

#### 2.4. *Economic Dispatch*<sup>11</sup>

Yang dimaksud *Economic Dispatch* adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam sistem, secara optimal ekonomi pada harga beban tertentu. Tujuan dari *Economic Dispatch* adalah untuk mendapatkan biaya bahan bakar semurah mungkin dalam suatu sistem pembangkit pada beban tertentu. Dengan dilakukan *Economic Dispatch* maka didapatkan biaya bahan bakar daya yang paling ekonomis dalam suatu sistem pembangkit. Oleh karena beban yang harus ditanggung oleh sistem pembangkit selalu berubah setiap periode waktu tertentu, maka perhitungan *Economic Dispatch* ini dilakukan untuk setiap harga beban tertentu.

#### 2.4.1. Fungsi Biaya Bahan Bakar<sup>[2]</sup>

Biaya bahan bakar merupakan unsur biaya yang paling penting dalam operasi sistem pembangkit termal. Fungsi biaya bahan bakar  $F_i(P_i)$  untuk setiap unit pembangkit terhadap daya keluaran diekspresikan dalam bentuk fungsi kuadrat, yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

Dimana :  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  = konstanta persamaan dari unit ke- $i$

$P_{it}$  = daya keluaran dari unit ke- $i$  pada jam  $t$

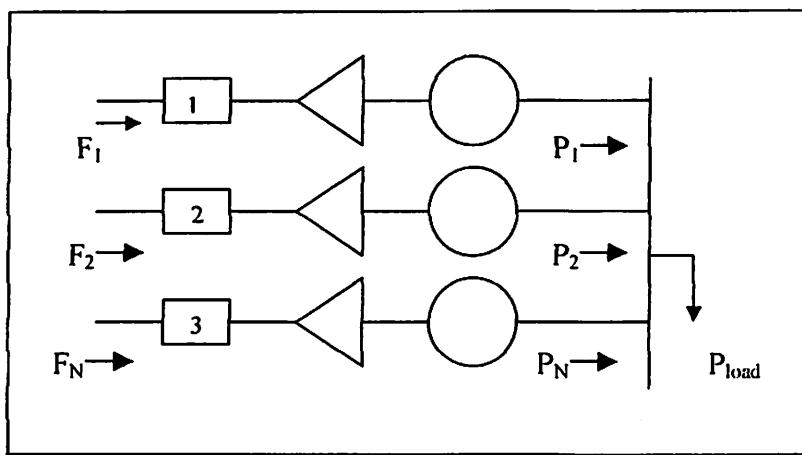
Dalam pengoperasian secara ekonomis adalah penting untuk mengetahui biaya bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan daya yang diperlukan :

- Jenis bahan bakar
  - Nilai kalori
  - Harga bahan bakar

#### 2.4.2. Penyelesaian *Economic Dispatch* dengan metode pengali La Grange<sup>[11]</sup>

Sistem dengan mengabaikan rugi-rugi transmisi dapat dilihat pada gambar 2.5. Sistem ini terdiri dari  $N$  unit generator termal yang dihubungkan pada single bus bar yang melayani beban  $P_R$ . Input dari masing-masing unit ditunjukkan oleh  $F_i$  yang mewakili biaya dari satu unit generator dan output dari masing-masing unit  $P_i$  adalah daya yang dihasilkan oleh satu unit generator.

Total biaya rata-rata yang ditanggung system adalah jumlah biaya dari masing-masing unit generator. Dan pembatas yang paling penting adalah bahwa jumlah dari output masing-masing unit generator sama dengan beban konsumen.



Gambar 2.5

## N Unit Melayani Beban $P_R^{[2]}$

Yang menjadi permasalahan adalah meminimumkan total biaya  $F_T$  dengan memperhatikan pembatas  $\phi$  bahwa daya yang dihasilkan generator sama dengan yang diterima beban. Secara matematika pernyataan tersebut di atas dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N \\ = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) \quad (2.9)^{[1]}$$

Persamaan ini adalah pembatas yang merupakan masalah dari optimasi dan ini dapat dipecahkan dengan menggunakan metode kalkulus tingkat lanjut yang melibatkan fungsi *La Grange*. Dimana fungsi *La Grange* didapat dengan cara menambahkan pembatas  $\phi$  yang telah dikalikan dengan faktor pengali *La Grange*  $\phi$  pada fungsi  $F_T$ . Fungsi *La Grange* dapat ditunjukkan dengan persamaan di bawah ini :

### **Dimana :**

*F<sub>T</sub>* = fungsi tujuan

$\lambda$  = faktor pengali

$\phi$  = fungsi pembatas (constraint)

Persamaan *La Grange* di atas merupakan fungsi dari output pembangkit  $P_i$  dan faktor pengali *La Grange*  $\lambda$ . Keadaan dari optimasi fungsi tujuan  $F_T$  dapat diperoleh dengan operasi gradient dari persamaan *La Grange* sama dengan nol.

$$\frac{\partial L}{\partial P} = \frac{\partial F_T}{\partial P_i} + \lambda \left[ \frac{\partial P_R}{\partial P_i} - \frac{\partial P_i}{\partial P_i} \right] = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2.14)^{(1)}$$

atau

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} + \lambda(0 - 1) = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2.15)^{[1]}$$

Persamaan terakhir ini menunjukkan bahwa bila digunakan biaya bahan bakar,  $F_T$  yang paling minimum maka *Incremental Cost* setiap unit generator pembangkit harus sama yaitu sebesar  $\lambda$ . Kondisi optimal ini tentunya dengan tetap memperhatikan pembatas yang ada, yaitu bahwa daya dari setiap unit generator pembangkit harus lebih besar atau sama dengan daya output minimum dan lebih kecil atau sama dengan daya output maksimum yang diijinkan.

Dari N buah unit generator pembangkit dalam system tenaga nyang telah dibahas dan beban system sebesar  $P_R$ , maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} = \lambda \text{ ada N buah persamaan.....} \quad (2.17)$$

$$P_{i\min} \leq P_i \leq P_{i\max} \text{ ada } 2N \text{ buah pertidaksamaan.....} \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_R \text{ ada 1 buah pembatas.....} \quad (2.19)$$

Dari batasan pertidaksamaan pembatas diatas dapat diperluas menjadi :

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} = \lambda \text{ untuk } P_{i\min} \leq P_i \leq P_{i\max} \quad (2.20)^{[i]}$$

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} \leq \lambda \text{ untuk } P_i = P_{i\max} \quad (2.21)^{[i]}$$

$$\frac{\partial F_i}{\partial P_i} \geq \lambda \text{ untuk } P_i = P_{i\min} \quad (2.22)^{[i]}$$

Karena  $F_i$  hanya sebagai fungsi  $P_i$  maka  $\frac{\partial F_i}{\partial P_i}$  dapat diganti dengan  $\frac{dF_i}{dP_i}$

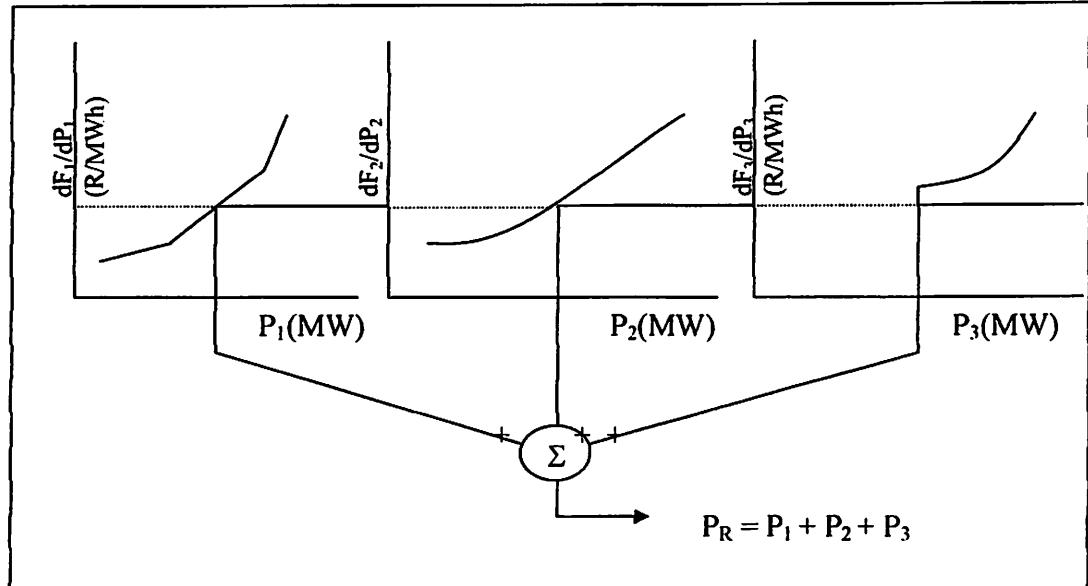
#### 2.4.3. Penyelesaian *Economic Dispatch* dengan metode iterasi Lamda<sup>[1]</sup>

Dalam metode iterasi lamda, kita menentukan sembarang  $\lambda$ . Dari  $\lambda$  yang telah ditentukan, kita menghitung harga output masing-masing pembangkit dengan menggunakan syarat optimum.

Dengan menggunakan constraint diperiksa apakah jumlah total dari output sama dengan beban sistem . Bila jumlah dari  $P_1$ ,  $P_2$ , dan  $P_3$  lebih kecil dari  $P_R$  (beban sistem) maka ditentukkan kembali harga  $\lambda$  kedua yang lebih besar dari  $\lambda$  pertama . Bila sebaliknya maka ditentukan harga  $\lambda$  kedua yang lebih kecil dari  $\lambda$  pertama.

Dengan telah diperoleh dua hasil perhitungan di atas maka secara *ekstrapolasi* dapat ditentukan harga  $\lambda$  selanjutnya sampai dicapai harga yang dikehendaki dimana

$$P_1 + P_2 + P_3 = P_R$$



Gambar 2.6

Grafik penyelesaian dengan *metode iterasi lamda*<sup>[1]</sup>

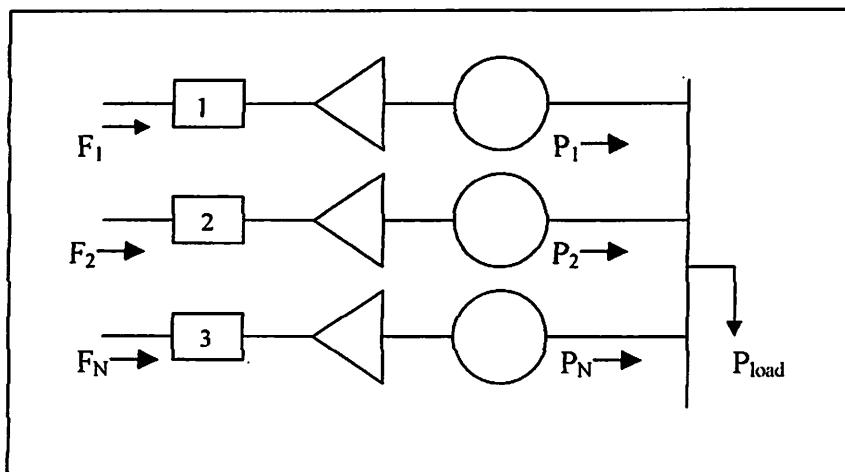
#### 2.4.4. *Economic Dispatch* dengan Mengabaikan Rugi-rugi Transmisi<sup>[1]</sup>

Dalam sistem tenaga listrik, kerugian transmisi merupakan kehilangan daya yang harus ditanggung oleh sisi pembangkit. Jadi dengan adanya kerugian daya tersebut merupakan tambahan beban bagi sistem tenaga listrik.

Sistem dengan mengabaikan rugi-rugi transmisi dapat dilihat pada gambar 2.7. Sistem ini terdiri dari N unit generator thermal yang dihubungkan pada single bus bar yang melayani beban  $P_R$ . Input dari masing-masing unit ditunjukkan oleh  $F_i$  yang

mewakili biaya dari satu unit generator dan output dari masing-masing unit  $P_i$  adalah daya yang dihasilkan oleh satu unit generator.

Total biaya rata-rata yang ditanggung sistem adalah jumlah biaya dari masing-masing unit generator. Dan pembatas yang paling penting adalah bahwa jumlah dari *output* masing-masing unit generator sama dengan beban konsumen dan rugi - rugi transmisi.



Gambar 2.7

N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban  $P_R$  melalui Saluran Transmisi [1]

Secara matematika pernyataan tersebut di atas dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$P_R + P_L - \sum_{i=1}^N P_i = \phi = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2.23)^{[1]}$$

$$L = F_T + \lambda \cdot \phi \quad \dots \dots \dots \quad (2.24)$$

$$\phi = 0 = P_R - \sum_{i=1}^N P_i \quad \dots \dots \dots \quad (2.25)$$

**Persamaan La Grangnya adalah:**

$$L = \sum_{i=1}^N F_i - \lambda \left( \sum_{i=1}^N P_i - P_R - P_L \right) \dots \quad (2.26)^{[1]}$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_i} = \frac{dF_i}{dP_i} - \lambda \left( 1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_i} \right) = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2.27)$$

Dimana :

$F_T$  = fungsi tujuan

$\lambda$  = faktor pengali

$\phi$  = fungsi pembatas (constraint)

$P_R$  = beban pada sistem (MW)

$$P_L = \text{rugi} - \text{rugi transmisi}$$

$P_i$  = daya output (MW)

Karena  $F_i$  hanya sebagai fungsi  $P_i$  maka  $\frac{\partial F_i}{\partial P_i}$  dapat diganti dengan  $\frac{dF_i}{dP_i}$

### **BAB III**

## **ANALISIS METODE GENETIC ALGORITHM ARITHMETIC CROSSOVER**

### 3.1. Economic Dispatch<sup>[4]</sup>

Masalah *Ekonomi Dispatch* adalah meminimalkan secara serentak terhadap seluruh biaya-biaya dan mengetahui kebutuhan beban dari suatu sistem tenaga. Sistem tenaga tersebut terdiri atas; unit-unit pembangkit  $n$  masing-masing dibebankan pada  $P_i$  MW untuk memenuhi total beban permintaan  $D$ . Misalnya input sebagai fungsi biaya sedangkan output sebagai daya dari setiap unit yang ditampilkan oleh fungsi  $F_i$ . Masalah *Economic Dispatch*, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n F_i(P_i)$$

Sehingga

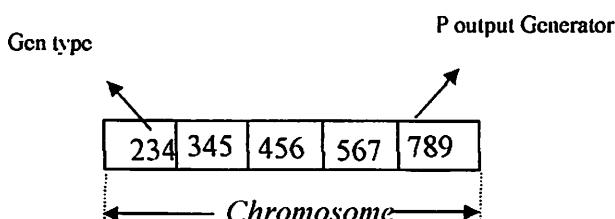
**Dimana:**

- $a_i$ ,  $b_i$  dan  $c_i$  : koefisien-koefisien biaya pada generator ke  $i$
  - $n$  : jumlah generator yang bekerja pada sistem
  - $P_i$  : output daya dari generator ke  $i$  (MW)
  - $D$  : daya total permintaan (beban permintaan) MW
  - $P_{min,i}$ ,  $P_{max,i}$  : limit operasi dari unit ke  $i$  (MW).
  - $L$  : rugi –rugi transmisi

### 3.2.Konsep Dasar *Genetic Algorithm*<sup>[3]</sup>

*Genetic Algorithm* adalah yang meniru prinsip evolusi alam sebagai metode untuk memecahkan masalah optimasi parameter. Prinsip yang mendasari *Genetic Algorithm* pertama kali dikembangkan oleh John Holland pada 1975 dari Universitas Michigan. Teori *genetic Algorithm* didasari oleh teori Evolusi Darwin. Landasan *Genetic Algorithm* terinspirasi dari mekanisme seleksi alami, dimana individu yang lebih kuat (*Fit*) akan memiliki tingkat survival dan tingkat *reproduksi* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang kuat. Pada kurun waktu tertentu (sering dikenal dengan istilah Generasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organisme yang *Fit*.

Genetic Algorithm bekerja dengan populasi *string*, dan melakukan proses pencarian nilai optimal secara paralel. Dengan menggunakan operator Genetic. *Genetic Algorithm* akan melakukan *rekombinasi* antar individu. Elemen dasar yang diperoses *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* adalah *string (chromosome)* dengan panjang tertentu yang tersusun dari rangkaian *sub string (genotype)*. Penggambaran *chromosome* ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1.  
*String Chromosome Real*<sup>[4]</sup>

*Genetic Algorithm* merupakan prosedur iteratif, bekerja dengan suatu kumpulan *string* sebagai kandidat solusi dengan jumlah konstan. *Populasi* ini kemudian berkembang dari generasi ke generasi melalui operator genetika. Setiap langkah iterasi

disebut generasi, individu dalam populasi saat itu akan dievaluasi dan diseleksi untuk menentukan populasi pada generasi selanjutnya.

Selama proses genetika, *Chromosome* yang lebih sehat memiliki kencenderungan menghasilkan *offspring* (keturunan) yang sehat pula dan *Chromosome* yang sehat diharapkan dapat menghasilkan keturunan yang lebih banyak serta mungkin dapat bertahan pada generasi selanjutnya. Pada *Evaluasi Genetika* terdapat beberapa konsep dasar *Evolusi genetika*, antar lain:

- “*Fitness/kesesuaian /kecocokan* “ adalah elemen yang mengatur kelebihan suatu individu yang akan mempengaruhi generasi berikutnya.
- “*Operator Genetikan /pengatur Genetika*” yang akan mengatur genetikan keturunan.

### 3.3. Struktur Umum Algoritma Genetika <sup>[3]</sup>

Pada algoritma ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah populasi yang mungkin dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan istilah *Chromosome*. *Chromosome* ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak (random), sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil Evolusi *Chromosome – Chromosome* melalui *iterasi* yang disebut dengan istilah Generasi. Pada setiap generasi, *Chromosome* akan melalui proses *evolusi* dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi *Fitness*. Nilai *fitness* dari suatu *Chromosome* akan menunjukkan suatu kualitas *Chromosome* dalam populasi tersebut. Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (*Offspring*) terbentuk dari gabungan 2 generasi yang sekarang bertindak sebagai induk (*parents*) dengan menggunakan operator penyilangan (*Crossover*). Selain operator penyilangan, suatu

Chromosome dapat dimodifikasi dengan menggunakan operator *Mutasi*. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai *fitness* dari *Chromosome* induk (*parents*) dan nilai *fitness* dari anak (*offspring*), serta menolak *Chromosome* – *Chromosome* yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah *Chromosome* dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algorithma ini akan kovergen ke *Chromosome* terbaik.

### 3.4. *Genetic Algorithma* dengan *Arithmatic Crossover*.<sup>[4]</sup>

Pencarian sesuatu optimum global pada suatu masalah optimalisasi, dilaksanakan memindahkan populasi yang lama dari individu-individu yang baru, dengan menggunakan operator semacam genetik.

Tiap-tiap individu adalah suatu calon kandidat untuk solusi optimalisasi, suatu individu diperagakan sebagai simbul-simbul yang tetap. Dan biasanya diambil dari huruf-huruf abjab dengan berpasangan. Suatu fungsi *evolusi* dinamakan fungsi *fitness* yaitu untuk menentapkan nilai kecocokan setiap individu didalam populasi. Nilai *fitness* ini adalah ukuran kualitas dari suatu individu. Dasar prosedur optimalisasi hanyalah proses *fitness* tiap individu untuk menghasilkan individu yang lebih baik sebagai suatu kemajuan dalam pencarian. *Algoritma genetic* ini terdiri dari 4 proses utama yaitu: *evolusi fitness*, seleksi, *recombinasi* dan penciptaan populasi baru.

#### 3.4.1. *Evolusi fitness*<sup>[4]</sup>

*Evolusi fitness* adalah mencari setiap individu (*Chromosome*) didalam populasi untuk menentapkan nilai kecocokan. Walau untuk berpasangan biasanya diterapkan pada

masalah optimalisasi tenaga, tapi dalam skripsi ini hanya menggunakan skema dengan nilai yang sebenarnya (*real*) untuk solusinya. Penggunaan nilai sebenarnya dalam Genetik Algorithma, untuk menawarkan keuntungan-keuntungan dalam usaha mengoptimalkan fungsi angka pada pembuatan kode-kode yang berpasangan. *Efisiensi* dari GA semakin bertambah karena tidak merubah kromosom kedalam biner, melainkan dengan angka-angka efisien yang dapat digunakan secara langsung. Nilai yang sebenarnya pada kromoson ke  $k!$  dan  $C_k$  dinyatakan sebagai berikut:

$$C_k = [P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn}] \quad k=1, 2, \dots, popsize \quad (3.1)^{[4]}$$

Dimana :

$Popsiz$  : ukuran populasi

$P_k$  : unit pembangkit ke  $i$

$K$  : kromosom ke  $i$

### 3.4.2. Seleksi <sup>[4]</sup>

Seleksi adalah untuk menciptakan keturunan yang baru (generasi baru) dari dua pasangan perkawinan yang terseleksi (cocok). Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai fitness dari masing – masing individu. Dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dirinya sendiri terhadap nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai fitness inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap – tahap seleksi berikutnya.

### 3.4.3. *Crossover* [4]

*Crossover* adalah proses penyilangan atas 2 *Chromosome* untuk menghasilkan *Chromosom anak (offspring)*. *Chromosome* anak biasanya mewarisi sebagian sifat dari induknya. Dimana metode ini menggunakan *Arithmetic Crossover* yang menetapkan suatu kombinasi antara dua *Chromosome* secara linier. Dua *Chromosome*, diseleksi secara *random* untuk *crossover*,  $C_i^{gen}$  dan  $C_j^{gen}$  sehingga dapat menghasilkan dua keturunan (*offspring*),  $C_i^{gen+1}$  dan  $C_j^{gen+1}$ , yang merupakan satu kombinasi dari *parents* (orang tua).

$$C_i^{gen+1} = a \cdot C_i^{gen} + (1-a) \cdot C_j^{gen}$$

Dimana  $a$  adalah suatu jumlah *random* antara  $(0,1)$ .

#### **3.4.4. Operator *Mutasi***

*Operator mutasi* digunakan untuk menyuplai bahan-bahan genetik yang baru kedalam populasi, dan diterapkan pada setiap struktur individu. *Mutasi* ini akan merubah secara acak setiap generasi dengan kemungkinan hasil yang lebih kecil. *Operator mutasi* menghasilkan nilai yang sebenarnya (*real*) secara acak, yang membuat perubahan secara berbeda juga pada elemen ke  $m!$  yang diseleksi dari *Chromosome* secara acak.

### **3.4.5. Fungsi Objektif**

Fungsi objektif untuk mengukur bagaimana individu yang berkerja pada area yang bermasalah. Mengenai masalah penminimalisasi, maka individu-individu yang paling cocok mempunyai nilai fungsi objektif terkecil. Fungsi *fitness* biasanya digunakan

untuk merubah nilai fungsi objektif menjadi suatu ukuran *fitness*. Fungsi *fitness* ditetapkan sebagai berikut:

Dimana  $F(x)$  adalah fungsi objektif, dan konstanta  $g$  merubah nilai fungsi objektif menjadi jumlah yang non-negatif.

### **3.4.6. Elitisme**

*Fungsi Elitisme* adalah untuk merangking nilai *fitness*. Prosedur yang sebelumnya yang diuraikan untuk dua *Chromosome* diulang sampai semua Chromososme dari generasi parent digantikan oleh pembentukan *Chromosome* baru. *Chromosome* yang terbaik dari generasi parent dan *Chromosome* yang terbaik yang dihasilkan dalam semua generasi sebelumnya dicopy untuk generasi berikutnya, sehingga kemungkinan perusakan mereka melalui operator genetic dieliminasi / dihapuskan. Berdasarkan teori Schemeta, generasi baru biasanya menyediakan *fitness* rata – rata yang terbaik. Dalam pencarian *Genetic Algorithm* (GA), untuk menjamin agar *solusi* terbaik yang diperoleh dalam pencarian akan disimpan dan digunakan dalam pembangkit berikutnya. Dan dapat dipastikan tidak ada kerugian terhadap *solusi* terbaik yang dihasilkan dalam proses pencarian.

## BAB IV

### ANALISA DATA MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM ARITHMATIC CROSSOVER*

#### 4.1. Program Komputer *Economic Dispatch* Menggunakan Metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover*

Dalam penyelesaian masalah ini digunakan bantuan komputer. Program computer ini sangat berguna untuk mempercepat proses perhitungan membutuhkan ketelitian tinggi dan sering melibatkan iterasi yang membutuhkan waktu yang lama bila dikerjakan secara manual.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0, merupakan bahasa pemrograman terstruktur yang relatif mudah untuk dipelajari dan mudah penggunaanya.

#### 4.2. Algoritma Program

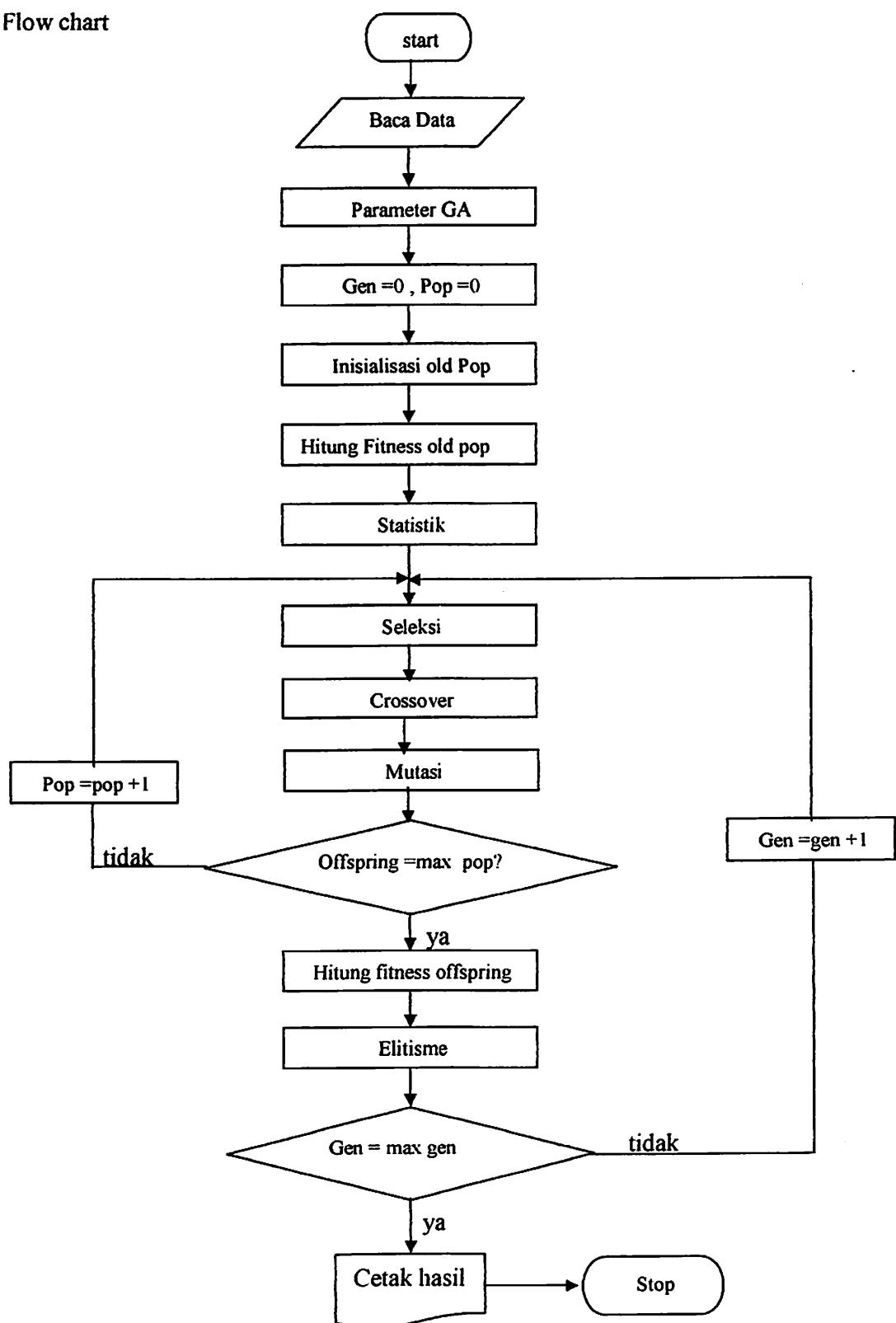
1. Memasukan input data parameter pembangkit termal, Pmaks, Pmin, karakteristik Input-Output, dan data pembebatan tiap jam.
2. Memasukan input parameter *genetic algorithm arithmetic crossover*: jumlah Generasi, jumlah Populasi, Probabilitas Crossover, Probabilitas Mutasi, Konstanta Alpha, Konstanta Beta, Konstanta Fitness, Pinalty Fitness.
3. Menetukan untuk populasi awal (Pop=0) dan menentukan untuk generasi awal (Gen=0).
4. Melakukan *Inisialisasi Populasi Chromosome*.

- 5.Menghitung nilai *Fitness Parent*
- 6.Melakukan proses *Statistik.*
- 7.Melakukan proses *Seleksi.*
- 8.Melakukan proses *Crossover.*
- 9.Melakukan proses *Mutasi.*
10. Apakah *Offspring* sama dengan jumlah *Populasi*.
11. Jika “tidak”  $Pop=Pop+1$ , kembali ke langkah 7.
12. Jika “ya” menghitung nilai *Fitness Offspring*.
13. Melakukan proses *Elitism.*
14. Apakah Genarasi sama dengan Generasi maksimum
15. Jika “tidak”  $Gen=Gen+1$  kembali ke langkah 7.
16. Jika“ya” perhitungan selesai.

#### **4.2.1. Flowchart Program**

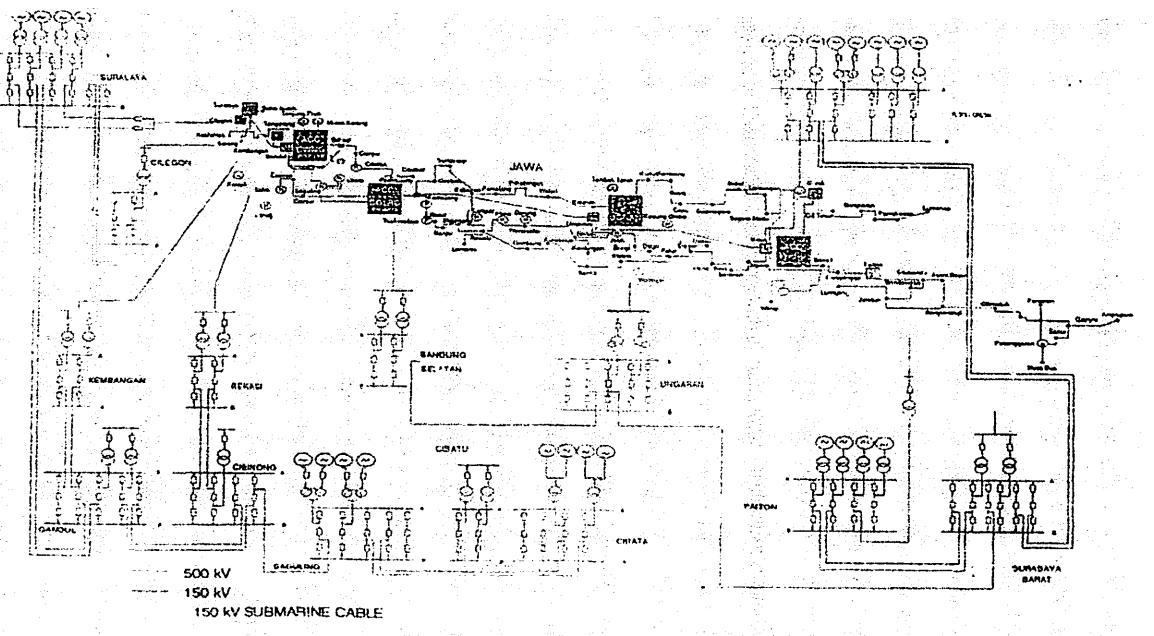
Flowchart program komputer untuk menganalisis pembeban yang ekonomis dengan menggunakan metode Genetic Algorithm Arithmatic Crossover dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Flow chart



#### 4.3. Data Pembangkit Thermal

Pembangkit termal yang berada pada pengawasan PT. Pembangkitan Jawa Bali berjumlah 38 unit yang terdiri dari 5 blok Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap, 11 Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan 5 Pembangkit Listrik Tenaga Gas. Adapun data-data lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1, untuk harga bahan bakar berdasarkan statistik PLN tahun 2004 dimana dipakai nilai tukar Rp. 9000 per satuan dollar Amerika.



Gambar 4.1  
Diagram single line pembangkit Jawa - Bali

**Tabel 4.1**  
**Data Unit Thermal PT. Pembangkitan Jawa-Bali Tahun 2002**

| No  | Nama Pembangkit       | Bahan Bakar | Kapasitas (MW) |     | Koefisien Biaya Bahan Bakar |            |           |
|-----|-----------------------|-------------|----------------|-----|-----------------------------|------------|-----------|
|     |                       |             | Min            | Max | a                           | b          | c         |
| 1.  | PLTU Paiton 1         | Coal        | 225            | 370 | 3244978                     | 111712,15  | 10,2971   |
| 2.  | PLTU Paiton 2         | Coal        | 225            | 370 | 3244978                     | 111712,15  | 10,2971   |
| 3.  | PLTGU Gresik GT 1.1   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 4.  | PLTGU Gresik GT 1.2   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 5.  | PLTGU Gresik GT 1.3   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 6.  | PLTGU Gresik ST 1.0   | Gas         | 115            | 143 | 10936203,3                  | 72527,004  | 368,874   |
| 7.  | PLTGU Gresik GT 2.1   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 8.  | PLTGU Gresik GT 2.2   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 9.  | PLTGU Gresik GT 2.3   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 10. | PLTGU Gresik ST 2.0   | Gas         | 115            | 143 | 10936203,3                  | 72527,004  | 368,874   |
| 11. | PLTGU Gresik GT 3.1   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 12. | PLTGU Gresik GT 3.2   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 13. | PLTGU Gresik GT 3.3   | Gas         | 53             | 102 | 5467532,4                   | 217963,548 | 34,155    |
| 14. | PLTGU Gresik ST 3.0   | Gas         | 115            | 143 | 10936203,3                  | 72527,004  | 368,874   |
| 15. | PLTU Gresik 1         | Gas         | 43             | 85  | 1327126,68                  | 217963,548 | 132,066   |
| 16. | PLTU Gresik 2         | Gas         | 43             | 85  | 1327126,68                  | 217963,548 | 132,066   |
| 17. | PLTU Gresik 3         | Gas         | 90             | 175 | 5017369,5                   | 169242,579 | 193,545   |
| 18. | PLTU Gresik 4         | Gas         | 90             | 175 | 5017369,5                   | 169242,579 | 193,545   |
| 19. | PLTG Gresik 1         | Gas         | 5              | 16  | 352707,3                    | 35068,77   | 903,969   |
| 20. | PLTG Gresik 2         | Gas         | 5              | 16  | 352707,3                    | 35068,77   | 903,969   |
| 21. | PLTG Gresik 3         | Gas         | 5              | 16  | 352707,3                    | 35068,77   | 903,969   |
| 22. | PLTG Gililitur 1      | HSD         | 5              | 16  | 687181,85                   | 683240,965 | 1762,3893 |
| 23. | PLTG Gililitur 2      | HSD         | 5              | 16  | 687181,85                   | 683240,965 | 1762,3893 |
| 24. | PLTGU M.Karang GT 1.1 | Gas         | 50             | 95  | 5730795                     | 202052,97  | 108,045   |
| 25. | PLTGU M.Karang GT 1.2 | Gas         | 50             | 95  | 5730795                     | 202052,97  | 108,045   |
| 26. | PLTGU M.Karang GT 1.3 | Gas         | 50             | 95  | 11560815                    | 202052,97  | 108,045   |
| 27. | PLTGU M.Karang GT 1.0 | Gas         | 110            | 150 | 14706524,25                 | 53685,135  | 460,845   |
| 28. | PLTGU M.Tawar GT 1.1  | HSD         | 72             | 138 | 14706524,25                 | 433337,8   | 49,4605   |
| 29. | PLTGU M.Tawar GT 1.2  | HSD         | 72             | 138 | 14706524,25                 | 433337,8   | 49,4605   |
| 30. | PLTGU M.Tawar GT 1.3  | HSD         | 72             | 138 | 14706524,25                 | 433337,8   | 49,4605   |
| 31. | PLTGU M.Tawar GT 2.1  | HSD         | 72             | 138 | 14706524,25                 | 433337,8   | 49,4605   |
| 32. | PLTGU M.Tawar GT 2.2  | HSD         | 72             | 138 | 14706524,25                 | 433337,8   | 49,4605   |
| 33. | PLTGU M.Tawar ST 1.0  | HSD         | 162            | 202 | 672630                      | 144191,717 | 519,1757  |
| 34. | PLTU M.Karang 1       | MFO         | 44             | 85  | 2417820,7                   | 473895,41  | 120,77935 |
| 35. | PLTU M.Karang 2       | MFO         | 44             | 85  | 2417820,7                   | 473895,41  | 120,77935 |
| 36. | PLTU M.Karang 3       | MFO         | 44             | 85  | 2417820,7                   | 473895,41  | 120,77935 |
| 37. | PLTU M.Karang 4       | Gas         | 90             | 165 | 2949187,5                   | 205217,145 | 83,79     |
| 38. | PLTU M.Karang 5       | Gas         | 90             | 165 | 2949187,5                   | 205217,145 | 83,79     |

Sumber: Data Penawaran PT PLN PJB, Jl. Ketintang baru No. 11, Surabaya 60231

|           |                      |      |            |
|-----------|----------------------|------|------------|
| Catatan : | Harga Batubara       | 235  | Rp/Kg      |
|           | Harga MFO            | 1595 | Rp/liter   |
|           | Harga HSD            | 1595 | Rp/liter   |
|           | Harga Gas UP. Gresik | 2,53 | US\$/MMBTU |
|           | Harga Gas UP. Gresik | 2,54 | US\$/MMBTU |
|           | Nikai Tukar          | 9000 | Rp/US\$    |

#### **4.4. Aplikasi Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* di PT. Pembangkitan Jawa-Bali**

Perhitungan dan analisa ini dilakukan pada kebutuhan daya yang ditanggung PT. Pembangkitan Jawa-Bali (PJB) tanggal 10, 13 dan 14 Maret 2004. Analisa data dilakukan hanya untuk unit yang beroperasi, karena program komputer ini hanya untuk menghitung unit pembangkit yang siap beroperasi menjadi 19 unit yang dapat dilihat pada table 4.2

**Tabel 4.2  
Unit Thermal yang Siap Beroperasi**

| No | Unit Pembangkit        |
|----|------------------------|
| 1  | Paiton 1               |
| 2  | Paiton 2               |
| 3  | PLTGU GT 1.3           |
| 4  | PLTGU ST 1.2           |
| 5  | PLTGU GT 2.3           |
| 6  | PLTGU GT 3.3           |
| 7  | PLTGU ST 3.2           |
| 8  | PLTGU Gresik 1         |
| 9  | PLTGU Gresik 2         |
| 10 | PLTGU Gresik 3         |
| 11 | PLTGU Gresik 4         |
| 12 | PLTGU M. Tawar ST 1.1  |
| 13 | PLTGU M. Tawar GT1.1   |
| 14 | PLTGU M. Karang 1      |
| 15 | PLTGU M. Karang 2      |
| 16 | PLTGU M. Karang 3      |
| 17 | PLTGU M. Karang 4      |
| 18 | PLTGU M. Karang 5      |
| 19 | PLTGU M. Karang ST 1.0 |

#### **4.5. Data Pembelanjaan**

Dalam wilayah Jawa-Bali, Pembangkit-pembangkit yang ada dikordinasi oleh PT. Pembangkitan Jawa-Bali (PJB). Proses *Economic Dispatch* dengan metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* bertujuan untuk membuat

rencana operasi yang optimum dalam sistem tenaga listrik yang dapat memenuhi kebutuhan beban dengan biaya operasi yang seekonomis mungkin.

Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi dari metode ini, maka dilakukan evaluasi dengan mengambil data unit pembangkit thermal dan beban yang ditanggung oleh PT. PJB sebagai bahan perbandingan. Sedangkan kombinasi jadwal dan daya output pembangkit tenaga listrik dalam sistem PT. PJB terhitung tanggal 10, 13 dan 14 maret 2004 terdapat pada lampiran (untuk pembangkit thermal saja). Untuk data beban sistem unit pembangkit yang beroperasi tiap jam dapat dihitung beban total dari keseluruhan pembangkit tersebut. Sehingga didapatkan hasil data beban pada tabel 4.5, 4.6, dan 4.7 .

- ✓ Untuk tanggal 10 maret 2004 jam pertama beban total adalah 3108 (MW) dan demikian seterusnya sampai jam 24 (sehari)

**Tabel 4.3  
Perhitungan Total Beban**

| NO | UNIT PEMBANGKIT    | Jam 1:00 | NO | UNIT PEMBANGKIT      | Jam 01:00   |
|----|--------------------|----------|----|----------------------|-------------|
| 1  | PLTU paiton 1      | 370      | 11 | PLTU Gresik 4        | 90          |
| 2  | PLTU paiton 2      | 370      | 12 | PLTGU M Tawar GT 1.1 | 72          |
| 3  | PLTU Gresik ST 1.3 | 87       | 13 | PLTGU M Tawar ST 1.0 | 435         |
| 4  | PLTU Gresik ST 1.0 | 285      | 14 | PLTGU M Tawar ST 1.0 | 200         |
| 5  | PLTU Gresik GT 2.3 | 87       | 15 | PLTU M Karang 1      | 80          |
| 6  | PLTU Gresik GT 3.3 | 89       | 16 | PLTU M Karang 2      | 80          |
| 7  | PLTU Gresik GT 1.0 | 285      | 17 | PLTU M Karang 3      | 80          |
| 8  | PLTU Gresik 1      | 75       | 18 | PLTU M Karang 4      | 165         |
| 9  | PLTU Gresik 2      | 75       | 19 | PLTU M Karang 5      | 165         |
| 10 | PLTU Gresik 3      | 90       |    | <b>TOTAL</b>         | <b>3108</b> |

Dari perhitungan diatas didapat beban keseluruhan pada unit pembangkit yang beroperasi

**Tabel 4.4**  
**Data Beban Unit Termal pada PT PJB**  
**10,13 dan 14 Maret 2004**

| Jam   | Beban Sistem (MW) | Jam   | Beban Sistem (MW) | Jam   | Beban Sistem (MW) |
|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|
| 01:00 | 3108              | 01:00 | 2896              | 01:00 | 2816              |
| 02:00 | 3024              | 02:00 | 2864              | 02:00 | 2678              |
| 03:00 | 2993              | 03:00 | 2845              | 03:00 | 2675              |
| 04:00 | 2974              | 04:00 | 2866              | 04:00 | 2694              |
| 05:00 | 2976              | 05:00 | 2921              | 05:00 | 2804              |
| 06:00 | 2916              | 06:00 | 2806              | 06:00 | 2611              |
| 07:00 | 2868              | 07:00 | 2710              | 07:00 | 2588              |
| 08:00 | 3202              | 08:00 | 2856              | 08:00 | 2746              |
| 09:00 | 3265              | 09:00 | 3002              | 09:00 | 2802              |
| 10:00 | 3281              | 10:00 | 3020              | 10:00 | 2816              |
| 11:00 | 3297              | 11:00 | 3026              | 11:00 | 2853              |
| 12:00 | 3220              | 12:00 | 3030              | 12:00 | 2789              |
| 13:00 | 3225              | 13:00 | 3016              | 13:00 | 2749              |
| 14:00 | 3226              | 14:00 | 2901              | 14:00 | 2654              |
| 15:00 | 3297              | 15:00 | 2717              | 15:00 | 2613              |
| 16:00 | 3372              | 16:00 | 2796              | 16:00 | 2709              |
| 17:00 | 3499              | 17:00 | 2869              | 17:00 | 2714              |
| 18:00 | 3600              | 18:00 | 3374              | 18:00 | 3255              |
| 19:00 | 3657              | 19:00 | 3382              | 19:00 | 3268              |
| 20:00 | 3642              | 20:00 | 3373              | 20:00 | 3269              |
| 21:00 | 3403              | 21:00 | 3205              | 21:00 | 2982              |
| 22:00 | 3388              | 22:00 | 3015              | 22:00 | 2876              |
| 23:00 | 3335              | 23:00 | 2929              | 23:00 | 2864              |
| 24:00 | 3316              | 24:00 | 2869              | 24:00 | 2882              |

- Tanggal 10 Maret 2004 beban hari kerja penuh
- Tanggal 13 Maret 2004 beban harian setengah kerja penuh
- Tanggal 14 Maret 2004 beban kerja libur

## **4.6. Hasil Perhitungan dan Analisa Data**

### **4.6.1. Hasil Perhitungan PT. PJB**

Dari data pembebatan harian pada lampiran dapat dihitung biaya operasional tiap jamnya dengan memasukan ke persamaan fungsi biaya bahan bakar. Sehingga berdasarkan data pada Tabel 4.1 didapatkan fungsi biaya bahan bakar untuk pembangkit thermal yang beroperasi.

Paiton 1 pada jam ke-1.

$$\checkmark F_i(P_{i,t}) = a_i + b_i P_{i,t} + c_i P_{i,t}^2$$

$P_{i,t}$  pada jam ke-1 = 370 MW

$$F_i(P_{i,t}) = 3244978 + 111712,15(370) + 10,2971(370)^2$$

$$= \text{Rp.}45.988.165,-$$

Sedangkan untuk hasil perhitungan beban dan biaya operasional perjamnya pada PT.PJB dapat dilihat pada tabel 4.5, 4.6 dan 4.7 di bawah ini.

**Tabel 4.5**  
**Hasil Perhitungan Biaya operasional perjam PT. PJB**  
**10 March 2004**

| <b>Jam</b> | <b>Beban Sistem (MW)</b> | <b>PT. PJB (Rp)</b> |
|------------|--------------------------|---------------------|
| 01:00      | 3108                     | 680.306.108         |
| 02:00      | 3024                     | 651.394.473         |
| 03:00      | 2993                     | 646.667.419         |
| 04:00      | 2974                     | 644.171.861         |
| 05:00      | 2976                     | 640.361.923         |
| 06:00      | 2916                     | 646.587.755         |
| 07:00      | 2868                     | 626.319.642         |
| 08:00      | 3202                     | 713.721.328         |
| 09:00      | 3265                     | 725.817.463         |
| 10:00      | 3281                     | 728.989.485         |
| 11:00      | 3297                     | 732.577.863         |
| 12:00      | 3220                     | 720.949.264         |
| 13:00      | 3225                     | 723.177.188         |
| 14:00      | 3226                     | 720.370.936         |
| 15:00      | 3297                     | 733.154.110         |
| 16:00      | 3372                     | 747.933.301         |
| 17:00      | 3499                     | 805.181.358         |
| 18:00      | 3600                     | 832.153.449         |
| 19:00      | 3657                     | 844.634.828         |
| 20:00      | 3642                     | 842.417.383         |
| 21:00      | 3403                     | 757.459.805         |
| 22:00      | 3388                     | 754.703.180         |
| 23:00      | 3335                     | 744.635.040         |
| 24:00      | 3316                     | 740.803.704         |

Tabel 4.6  
Hasil Perhitungan Biaya operasional perjam PT. PJB  
13 Maret 2004

| <b>Jam</b> | <b>Beban Sistem (MW)</b> | <b>PT. PJB (Rp)</b> |
|------------|--------------------------|---------------------|
| 01:00      | 2896                     | 642.976.722         |
| 02:00      | 2864                     | 627.840.757         |
| 03:00      | 2845                     | 626.899.359         |
| 04:00      | 2866                     | 629.878.888         |
| 05:00      | 2921                     | 638.467.808         |
| 06:00      | 2806                     | 622.968.844         |
| 07:00      | 2710                     | 609.418.876         |
| 08:00      | 2856                     | 629.093.132         |
| 09:00      | 3002                     | 651.358.752         |
| 10:00      | 3020                     | 655.538.620         |
| 11:00      | 3026                     | 657.042.259         |
| 12:00      | 3030                     | 658.662.629         |
| 13:00      | 3016                     | 657.445.941         |
| 14:00      | 2901                     | 637.045.941         |
| 15:00      | 2717                     | 609.113.162         |
| 16:00      | 2796                     | 622.239.104         |
| 17:00      | 2869                     | 633.104.555         |
| 18:00      | 3374                     | 755.125.576         |
| 19:00      | 3382                     | 756.832.935         |
| 20:00      | 3373                     | 755.769.182         |
| 21:00      | 3205                     | 700.429.220         |
| 22:00      | 3015                     | 657.757.376         |
| 23:00      | 2929                     | 642.690.720         |
| 24:00      | 2869                     | 632.703.376         |

**Tabel 4.7**  
**Hasil Perhitungan Biaya operasional perjam PT. PJB**  
**14 Maret 2004**

| <b>Jam</b> | <b>Beban Sistem (MW)</b> | <b>PT. PJB (Rp)</b> |
|------------|--------------------------|---------------------|
| 01:00      | 2816                     | 618.251.323         |
| 02:00      | 2678                     | 580.714.514         |
| 03:00      | 2675                     | 580.742.086         |
| 04:00      | 2694                     | 583.369.050         |
| 05:00      | 2804                     | 601.290.761         |
| 06:00      | 2611                     | 574.415.775         |
| 07:00      | 2588                     | 570.967.006         |
| 08:00      | 2746                     | 591.959.107         |
| 09:00      | 2802                     | 601.814.600         |
| 10:00      | 2816                     | 604.252.146         |
| 11:00      | 2853                     | 611.074.946         |
| 12:00      | 2789                     | 600.616.653         |
| 13:00      | 2749                     | 595.203.725         |
| 14:00      | 2654                     | 577.919.351         |
| 15:00      | 2613                     | 570.955.908         |
| 16:00      | 2709                     | 587.564.000         |
| 17:00      | 2714                     | 588.687.073         |
| 18:00      | 3255                     | 728.245.361         |
| 19:00      | 3268                     | 730.147.988         |
| 20:00      | 3269                     | 729.197.563         |
| 21:00      | 2982                     | 639.723.642         |
| 22:00      | 2876                     | 617.848.361         |
| 23:00      | 2864                     | 615.562.714         |
| 24:00      | 2882                     | 606.757.754         |

#### 4.6.2. Tampilan Program Komputer dan Hasil Perhitungan dengan Metode

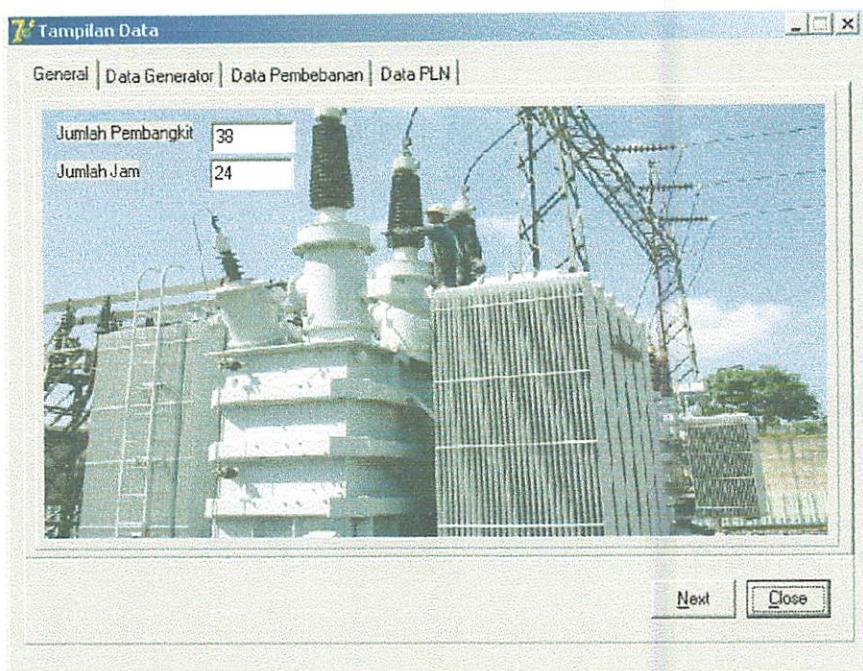
##### *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover*

Tampilan program komputer yang telah dibuat ini adalah hasil perhitungan beban dan biaya operasional yang optimal, sedangkan tampilan utama dari program dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini :



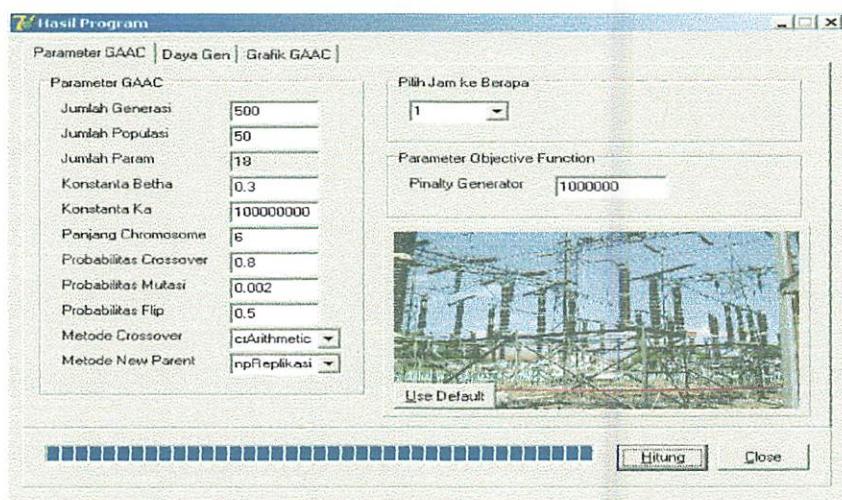
Gambar 4.2  
Tampilan Program Utama

Kemudian setelah itu tekan tombol buka data untuk membuka file yang tersimpan.



Gambar 4.3  
Tampilan Input Data pembangkit

Setelah data yang ada diinputkan ke dalam komputer maka parameter yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 4.4  
Tampilan Parameter yang Digunakan

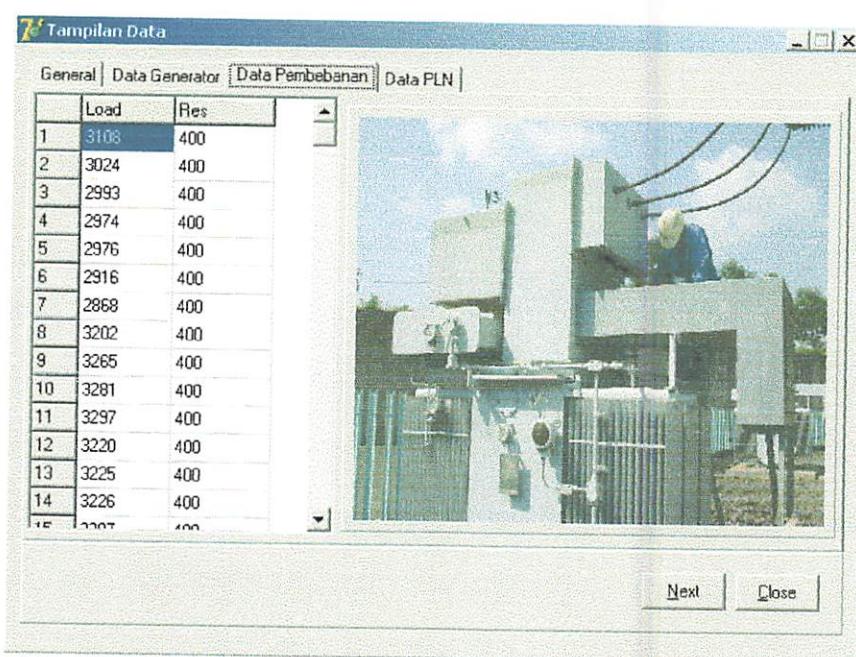
**Tampilan Data**

General | Data Generator | **Data Pembebanan** | Data PLN |

| Gen | Nama                | Pmax | Pmin | a0         | a1         | a2      | Tup |
|-----|---------------------|------|------|------------|------------|---------|-----|
| 1   | PLTU Paton 1        | 370  | 225  | 3244978    | 111712.2   | 10.2971 | 72  |
| 2   | PLTU Paton 2        | 370  | 225  | 3244978    | 111712.2   | 10.2971 | 72  |
| 3   | PLTGU Gresik GT 1.1 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 4   | PLTGU Gresik GT 1.2 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 5   | PLTGU Gresik GT 1.3 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 6   | PLTGU Gresik ST 1.0 | 480  | 250  | 17177460.3 | 145165.581 | 4.554   | 36  |
| 7   | PLTGU Gresik GT 2.1 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 8   | PLTGU Gresik GT 2.2 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 9   | PLTGU Gresik GT 2.3 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 10  | PLTGU Gresik ST 1.0 | 480  | 250  | 17177460.3 | 145165.581 | 4.554   | 36  |
| 11  | PLTGU Gresik GT 3.1 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 12  | PLTGU Gresik GT 3.2 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 13  | PLTGU Gresik GT 3.3 | 102  | 53   | 5467532.4  | 217963.5   | 34.155  | 36  |
| 14  | PLTGU Gresik ST 1.0 | 480  | 250  | 17177460.3 | 145165.581 | 4.554   | 36  |

Next | Close

Gambar 4.5  
Tampilan Data Pembangkit



Gambar 4.6  
Tampilan Data Pembebanan

Tampilan Data

|        | Jam 1 | Jam 2 | Jam 3 | Jam 4 | Jam 5 | Jam 6 | Jam 7 | Jam 8 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gen 1  | 370   | 370   | 370   | 370   | 370   | 325   | 325   | 37    |
| Gen 2  | 370   | 370   | 370   | 370   | 370   | 325   | 325   | 37    |
| Gen 3  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 4  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 5  | 87    | 85    | 78    | 76    | 85    | 103   | 101   | 84    |
| Gen 6  | 285   | 276   | 268   | 258   | 250   | 250   | 250   | 30    |
| Gen 7  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 8  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 9  | 87    | 85    | 91    | 92    | 89    | 84    | 85    | 86    |
| Gen 10 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 11 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 12 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Gen 13 | 69    | 87    | 86    | 91    | 95    | 94    | 97    | 92    |
| Gen 14 | 244   | 246   | 244   | 242   | 241   | 241   | 241   | 241   |

Next | Close

Gambar 4.7  
Tampilan Data PT. PJB

Setelah menetapkan parameter yang diperlukan maka komputasi dapat dilakukan untuk menentukan biaya yang minimum.Untuk proses komputasi digunakan software Delphi Version 7.0, kemudian dieksekusi dengan menggunakan:

- komputer berspesifikasi prosesor Intel Pentium 3.0 GHz Ram 256 Mb.
- waktu perhitungan dimulai pada jam 01:00 – 24:00 WIB selama 3 hari terhitung pada tanggal 10, 13 dan 14 Maret 2004.

Hasil Program

| No. | P GAAC (kW) | P PLN (kW) | Cost GAAC (Rp) | Cost PLN (Rp) | Selisih (Rp) |
|-----|-------------|------------|----------------|---------------|--------------|
| 1   | 370         | 370        | 45,988,165     | 45,988,165    | 0            |
| 2   | 370         | 370        | 45,988,165     | 45,988,165    | 0            |
| 3   | 53          | 87         | 17,115,539     | 24,688,876    | 7,573,337    |
| 4   | 480         | 285        | 87,906,181     | 58,919,550    | -28,986,631  |
| 5   | 53          | 87         | 17,115,539     | 24,688,876    | 7,573,337    |
| 6   | 53          | 89         | 17,115,539     | 25,136,826    | 8,021,286    |
| 7   | 480         | 285        | 87,906,181     | 58,919,550    | -28,986,631  |
| 8   | 44          | 75         | 11,071,137     | 18,373,378    | 7,302,241    |
| 9   | 43          | 75         | 10,918,588     | 18,373,378    | 7,454,790    |
| 10  | 90          | 90         | 21,816,918     | 21,816,918    | 0            |
| 11  | 93          | 90         | 22,369,021     | 21,816,918    | -552,103     |
| 12  | 465         | 435        | 84,252,609     | 80,069,945    | -4,182,665   |
| 13  | 202         | 200        | 31,817,540     | 31,489,390    | -328,150     |
| 14  | 44          | 80         | 24,274,342     | 43,652,177    | 19,377,835   |
| 15  | 44          | 80         | 23,503,047     | 41,102,441    | 17,599,393   |

Biaya GAAC | 616,955,439      Biaya PLN | 680,306,108      Selisih | 63,450,670

Gambar 4.8  
Hasil Optimasi Menggunakan Metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover*

#### **4.6.2.1. Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Metode *Genetic Algorithm***

##### ***Arithmatic Crossover***

Berikut ini adalah hasil perhitungan biaya total unit pembangkit yang beroperasi 24 jam dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover*

**Tabel 4.8**  
**Hasil Perhitungan Menggunakan**  
**metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover***  
Rabu 10 Maret 2004

| <b>Jam</b> | <b>Beban Sistem (MW)</b> | <b>GAAC (Rp)</b> |
|------------|--------------------------|------------------|
| 01:00      | 3108                     | 616.855.438      |
| 02:00      | 3024                     | 603.763.187      |
| 03:00      | 2993                     | 598.924.908      |
| 04:00      | 2974                     | 596.033.714      |
| 05:00      | 2976                     | 596.339.069      |
| 06:00      | 2916                     | 587.332.335      |
| 07:00      | 2868                     | 580.281.068      |
| 08:00      | 3202                     | 637.192.825      |
| 09:00      | 3265                     | 651.006.914      |
| 10:00      | 3281                     | 654.621.759      |
| 11:00      | 3297                     | 658.283.467      |
| 12:00      | 3220                     | 641.098.184      |
| 13:00      | 3225                     | 642.141.744      |
| 14:00      | 3226                     | 642.486.803      |
| 15:00      | 3297                     | 658.288.467      |
| 16:00      | 3372                     | 674.814.028      |
| 17:00      | 3499                     | 733.395.977      |
| 18:00      | 3600                     | 756.610.316      |
| 19:00      | 3657                     | 769.709.284      |
| 20:00      | 3642                     | 766.258.865      |
| 21:00      | 3403                     | 682.040.750      |
| 22:00      | 3388                     | 678.454.002      |
| 23:00      | 3335                     | 666.560.669      |
| 24:00      | 3316                     | 662.367.741      |

**Tabel 4.9**  
**Hasil Perhitungan Menggunakan**  
**metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover***  
**Sabtu 13 Maret 2004**

| Jam   | Beban Sistem (MW) | GAAC (Rp)   |
|-------|-------------------|-------------|
| 01:00 | 2896              | 584.449.149 |
| 02:00 | 2864              | 580.042.738 |
| 03:00 | 2845              | 577.016.897 |
| 04:00 | 2866              | 580.271.235 |
| 05:00 | 2921              | 588.417.883 |
| 06:00 | 2806              | 571.405.660 |
| 07:00 | 2710              | 556.993.316 |
| 08:00 | 2856              | 578.747.753 |
| 09:00 | 3002              | 600.390.959 |
| 10:00 | 3020              | 603.116.180 |
| 11:00 | 3026              | 603.966.797 |
| 12:00 | 3030              | 604.410.720 |
| 13:00 | 3016              | 602.672.783 |
| 14:00 | 2901              | 585.361.369 |
| 15:00 | 2717              | 558.886.877 |
| 16:00 | 2796              | 569.972.064 |
| 17:00 | 2869              | 580.373.465 |
| 18:00 | 3374              | 675.383.700 |
| 19:00 | 3382              | 677.128.247 |
| 20:00 | 3373              | 675.290.892 |
| 21:00 | 3205              | 637.628.504 |
| 22:00 | 3015              | 602.230.520 |
| 23:00 | 2929              | 589.505.373 |
| 24:00 | 2869              | 580.373.465 |

**Tabel 4.10**  
**Hasil Perhitungan Menggunakan**  
**metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover***  
**Minggu 14 Maret 2004**

| Jam   | Beban Sistem (MW) | GAAC (Rp)   |
|-------|-------------------|-------------|
| 01:00 | 2816              | 572.784.826 |
| 02:00 | 2678              | 552.481.102 |
| 03:00 | 2675              | 551.698.398 |
| 04:00 | 2694              | 544.840.430 |
| 05:00 | 2804              | 570.724.619 |
| 06:00 | 2611              | 542.577.170 |
| 07:00 | 2588              | 539.082.714 |
| 08:00 | 2746              | 562.401.876 |
| 09:00 | 2802              | 570.722.798 |
| 10:00 | 2816              | 572.784.826 |
| 11:00 | 2853              | 578.102.202 |
| 12:00 | 2789              | 568.888.944 |
| 13:00 | 2749              | 563.053.861 |
| 14:00 | 2654              | 549.438.910 |
| 15:00 | 2613              | 542.773.567 |
| 16:00 | 2709              | 557.095.790 |
| 17:00 | 2714              | 557.536.394 |
| 18:00 | 3255              | 684.807.515 |
| 19:00 | 3268              | 651.586.154 |
| 20:00 | 3269              | 652.059.623 |
| 21:00 | 2982              | 597.326.434 |
| 22:00 | 2876              | 581.900.953 |
| 23:00 | 2864              | 580.042.738 |
| 24:00 | 2882              | 573.763.895 |

#### 4.6.3. Perbandingan Hasil Perhitungan PT. PJB Dengan Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover*

Berikut ini adalah yang berisi perbandingan biaya pada PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover*.

Tabel 4.11  
Perbandingan Biaya Operasional Perjam Rabu 10 Maret 2004

| Jam   | Beban Sistem (MW) | PT. PJB (Rp) | GAAC (Rp)   |
|-------|-------------------|--------------|-------------|
| 01:00 | 3108              | 680.306.108  | 616.855.438 |
| 02:00 | 3024              | 651.394.473  | 603.763.187 |
| 03:00 | 2993              | 646.667.419  | 598.924.908 |
| 04:00 | 2974              | 644.171.861  | 596.033.714 |
| 05:00 | 2976              | 640.361.923  | 596.339.069 |
| 06:00 | 2916              | 646.587.755  | 587.332.335 |
| 07:00 | 2868              | 626.319.642  | 580.281.068 |
| 08:00 | 3202              | 713.721.328  | 637.192.825 |
| 09:00 | 3265              | 725.817.463  | 651.006.914 |
| 10:00 | 3281              | 728.989.485  | 654.621.759 |
| 11:00 | 3297              | 732.577.863  | 658.283.467 |
| 12:00 | 3220              | 720.949.264  | 641.098.184 |
| 13:00 | 3225              | 723.177.188  | 642.141.744 |
| 14:00 | 3226              | 720.370.936  | 642.486.803 |
| 15:00 | 3297              | 733.154.110  | 658.288.467 |
| 16:00 | 3372              | 747.933.301  | 674.814.028 |
| 17:00 | 3499              | 805.181.358  | 733.395.977 |
| 18:00 | 3600              | 832.153.449  | 756.610.316 |
| 19:00 | 3657              | 844.634.828  | 769.709.284 |
| 20:00 | 3642              | 842.417.383  | 766.258.865 |
| 21:00 | 3403              | 757.459.805  | 682.040.750 |
| 22:00 | 3388              | 754.703.180  | 678.454.002 |
| 23:00 | 3335              | 744.635.040  | 666.560.669 |
| 24:00 | 3316              | 740.803.704  | 662.367.741 |

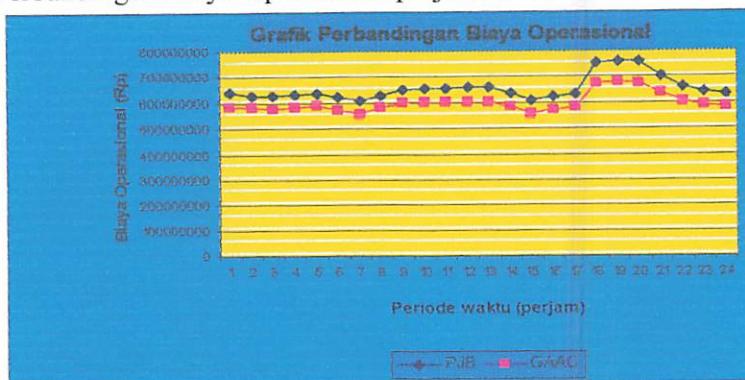
Grafik 4.1.  
Perbandingan Biaya Operasional perjam Rabu 10 Maret 2004



Tabel 4.12  
Perbandingan Biaya Operasional Perjam Sabtu 13 Maret 2004

| Jam   | Beban Sistem (MW) | PT. PJB (Rp) | GAAC (Rp)   |
|-------|-------------------|--------------|-------------|
| 01:00 | 2896              | 642.976.722  | 584.449.149 |
| 02:00 | 2864              | 627.840.757  | 580.042.738 |
| 03:00 | 2845              | 626.899.359  | 577.016.897 |
| 04:00 | 2866              | 629.878.888  | 580.271.235 |
| 05:00 | 2921              | 638.467.808  | 588.417.883 |
| 06:00 | 2806              | 622.968.844  | 571.405.660 |
| 07:00 | 2710              | 609.418.876  | 556.993.316 |
| 08:00 | 2856              | 629.093.132  | 578.747.753 |
| 09:00 | 3002              | 651.358.752  | 600.390.959 |
| 10:00 | 3020              | 655.538.620  | 603.116.180 |
| 11:00 | 3026              | 657.042.259  | 603.966.797 |
| 12:00 | 3030              | 658.662.629  | 604.410.720 |
| 13:00 | 3016              | 657.445.941  | 602.672.783 |
| 14:00 | 2901              | 637.045.941  | 585.361.369 |
| 15:00 | 2717              | 609.113.162  | 558.886.877 |
| 16:00 | 2796              | 622.239.104  | 569.972.064 |
| 17:00 | 2869              | 633.104.555  | 580.373.465 |
| 18:00 | 3374              | 755.125.576  | 675.383.700 |
| 19:00 | 3382              | 756.832.935  | 677.128.247 |
| 20:00 | 3373              | 755.769.182  | 675.290.892 |
| 21:00 | 3205              | 700.429.220  | 637.628.504 |
| 22:00 | 3015              | 657.757.376  | 602.230.520 |
| 23:00 | 2929              | 642.690.720  | 589.505.373 |
| 24:00 | 2869              | 632.703.376  | 580.373.465 |

Grafik 4.2.  
Perbandingan Biaya Operasional perjam Sabtu 13 Maret 2004



Tabel 4.13  
Perbandingan Biaya Operasional Perjam Minggu 14 Maret 2004

| Jam   | Beban Sistem (MW) | PT. PJB (Rp) | GAAC (Rp)   |
|-------|-------------------|--------------|-------------|
| 01:00 | 2816              | 618.251.323  | 572.784.826 |
| 02:00 | 2678              | 580.714.514  | 552.481.102 |
| 03:00 | 2675              | 580.742.086  | 551.698.398 |
| 04:00 | 2694              | 583.369.050  | 544.840.430 |
| 05:00 | 2804              | 601.290.761  | 570.724.619 |
| 06:00 | 2611              | 574.415.775  | 542.577.170 |
| 07:00 | 2588              | 570.967.006  | 539.082.714 |
| 08:00 | 2746              | 591.959.107  | 562.401.876 |
| 09:00 | 2802              | 601.814.600  | 570.722.798 |
| 10:00 | 2816              | 604.252.146  | 572.784.826 |
| 11:00 | 2853              | 611.074.946  | 578.102.202 |
| 12:00 | 2789              | 600.616.653  | 568.888.944 |
| 13:00 | 2749              | 595.203.725  | 563.053.861 |
| 14:00 | 2654              | 577.919.351  | 549.438.910 |
| 15:00 | 2613              | 570.955.908  | 542.773.567 |
| 16:00 | 2709              | 587.564.000  | 557.095.790 |
| 17:00 | 2714              | 588.687.073  | 557.536.394 |
| 18:00 | 3255              | 728.245.361  | 684.807.515 |
| 19:00 | 3268              | 730.147.988  | 651.586.154 |
| 20:00 | 3269              | 729.197.563  | 652.059.623 |
| 21:00 | 2982              | 639.723.642  | 597.326.434 |
| 22:00 | 2876              | 617.848.361  | 581.900.953 |
| 23:00 | 2864              | 615.562.714  | 580.042.738 |
| 24:00 | 2882              | 606.757.754  | 573.763.895 |

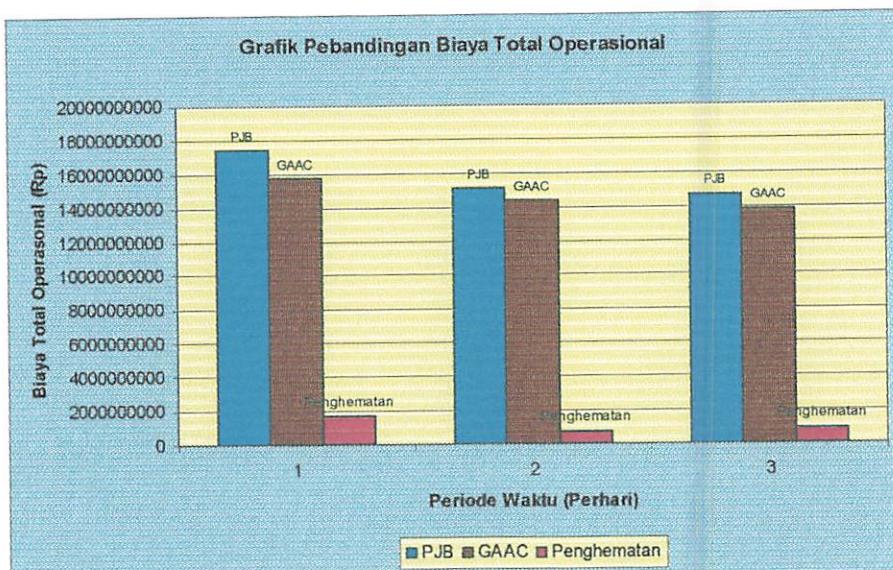
Grafik 4.3.  
Perbandingan Biaya Operasional perjam Minggu 14 Maret 2004



Tabel 4.14  
Perbandingan Total keseluruhan Biaya Operasional PT. PJB Dengan  
Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* selama 3 hari.

| Periode Waktu (24 jam) | PT. PJB (Rp)   | GAAC (Rp)      | Penghematan (Rp) |
|------------------------|----------------|----------------|------------------|
| 10 Maret 2004          | 17.404.488.866 | 15.754.861.514 | 1.649.627.350    |
| 13 Maret 2004          | 15.710.403.734 | 14.364.036.546 | 1.427.396.718    |
| 14 Maret 2004          | 14.707.281.407 | 13.818.475.739 | 888.805.670      |

Grafik 4.4  
Perbandingan Total Biaya Operasional



Total biaya operasional pada PT. Pembangkit jawa – bali adalah:

- Tanggal 10 maret 2004 sebesar Rp.17.404.488.866,-
- Tanggal 13 Maret 2004 sebesar Rp.15.710.403.734,-
- Tanggal 14 Maret 2004 sebesar Rp.14.707.281.407,-

Sedangkan total biaya pada Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* adalah:

- Tanggal 10 maret 2004 sebesar Rp.15.754.861.514,-
- Tanggal 13 Maret 2004 sebesar Rp.14.364.036.546,-
- Tanggal 14 Maret 2004 sebesar Rp.13.818.475.739,-

Sehingga didapatkan optimasi biaya yaitu selisih antara PT. Pembangkit Jawa – Bali dengan Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* pada tanggal 10 Maret 2004 sebesar Rp. 1.649.627.350,- dioptimasikan 9,4%. Tanggal 13 Maret 2004 sebesar Rp. 1.427.396.718,- dioptimasikan 9,0% dan Tanggal 14 Maret 2004 sebesar Rp.888.805.670,- dioptimasikan 6,0%. Maka tampak bahwa optimasi biaya dengan menggunakan Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover* akan lebih ekonomis

#### 4.7. Pengujian Program Dengan Validasi Pada Jurnal

##### 4.7.1. Data Jurnal

Pembangkit thermal yang berada pada jurnal IEEE Porto Power Tech Conference 10<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> september 2001, Porto, Portugal terdiri dari enam unit pembangkit termal meliputi :

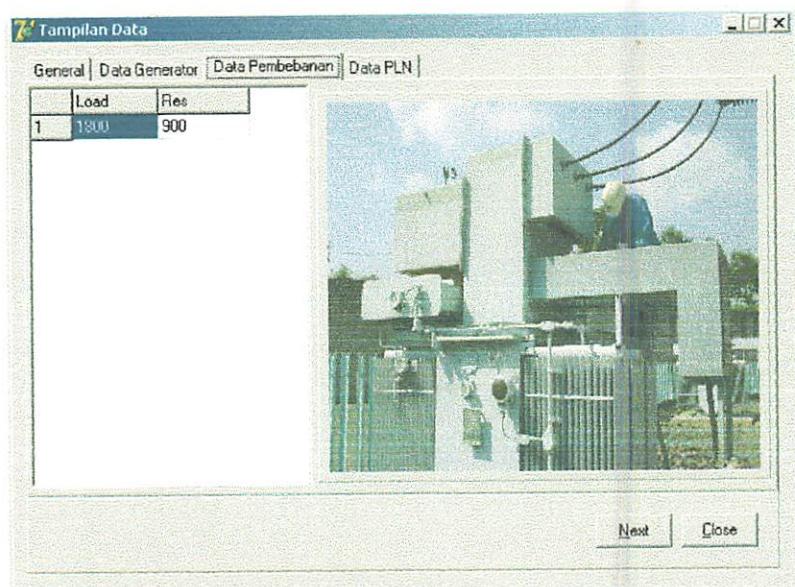
Tabel 4.15 Data Unit Pembangkit Pada Jurnal

| No | Pembangkit | Kapasitas (MW) |      | Koefisien |      |         |
|----|------------|----------------|------|-----------|------|---------|
|    |            | P min          | Pmax | A         | B    | C       |
| 1  | Unit 1     | 100            | 600  | 561       | 7.92 | 0.00156 |
| 2  | Unit 2     | 100            | 400  | 310       | 7.85 | 0.00194 |
| 3  | Unit 3     | 50             | 200  | 78        | 7.97 | 0.00482 |
| 4  | Unit 4     | 140            | 590  | 500       | 7.06 | 0.00181 |
| 5  | Unit 5     | 110            | 440  | 295       | 7.46 | 0.00184 |
| 6  | Unit 6     | 110            | 440  | 295       | 7.46 | 0.00184 |

Dengan beban permintaan ( $P_D$ ) = 1800 MW biaya produksi yang diperoleh pada jurnal = 16579,33 \$/h. Analisa menggunakan program dapat dilihat pada gambar 4.9 sebagai berikut :

| Tampilan Data |        |                |                 |          |      |         |     |
|---------------|--------|----------------|-----------------|----------|------|---------|-----|
| General       |        | Data Generator | Data Pembebaran | Data PLN |      |         |     |
| Gen           | Nama   | Pmax           | Pmin            | a0       | a1   | a2      | Tup |
| 1             | Unit 1 | 600            | 100             | 561      | 7.92 | 0.00156 | 0   |
| 2             | Unit 2 | 400            | 100             | 310      | 7.85 | 0.00194 | 0   |
| 3             | Unit 3 | 200            | 50              | 78       | 7.97 | 0.00482 | 0   |
| 4             | Unit 4 | 590            | 140             | 500      | 7.06 | 0.00139 | 0   |
| 5             | Unit 5 | 440            | 110             | 295      | 7.46 | 0.00184 | 0   |
| 6             | Unit 6 | 440            | 110             | 295      | 7.46 | 0.00184 | 0   |

Gambar 4.9  
Tampilan Data Jurnal



Gambar 4.10  
Tampilan Data Pembebaran

**Tampilan Data**

| General |        | Data Generator | Data Pembebatan | Data PLN |      |         |     |
|---------|--------|----------------|-----------------|----------|------|---------|-----|
| Gen     | Nama   | Pmax           | Pmin            | a0       | a1   | a2      | Tup |
| 1       | Unit 1 | 600            | 100             | 561      | 7.92 | 0.00156 | 0   |
| 2       | Unit 2 | 400            | 100             | 310      | 7.85 | 0.00194 | 0   |
| 3       | Unit 3 | 200            | 50              | 78       | 7.97 | 0.00482 | 0   |
| 4       | Unit 4 | 590            | 140             | 500      | 7.06 | 0.00139 | 0   |
| 5       | Unit 5 | 440            | 110             | 295      | 7.46 | 0.00184 | 0   |
| 6       | Unit 6 | 440            | 110             | 295      | 7.46 | 0.00184 | 0   |

Next      Close

Gambar 4.11  
Tampilan Data Generator

**Hasil Program**

| Parameter GAAC |             | Daya Gen   | Grafik GAAC    |               |              |
|----------------|-------------|------------|----------------|---------------|--------------|
| No             | P GAAC (kW) | P PLN (kW) | Cost GAAC (Rp) | Cost PLN (Rp) | Selisih (Rp) |
| 1              | 243         | 248        | 2.576          | 2.622         | 46           |
| 2              | 219         | 218        | 2.123          | 2.111         | -11          |
| 3              | 74          | 75         | 693            | 705           | 12           |
| 4              | 590         | 588        | 5.149          | 5.130         | -19          |
| 5              | 335         | 336        | 3.003          | 3.005         | 3            |
| 6              | 335         | 336        | 3.003          | 3.005         | 3            |

Biaya GAAC | 16,546      Biaya PLN | 16,579      Selisih | 33

Hitung      Close

Gambar 4.12  
Hasil Perhitungan *Economic Dispatch* Dengan  
Menggunakan Data Jurnal

Dengan menggunakan program diperoleh = 16546 \$/h. Sehingga perbandingan hasil program dapat dilihat pada tabel

Tabel 4.16 Perbandingan Dari Uji Validasi

| Beban Permintaan $PD$ (MW) | Hasil Perhitungan (\$/h) |         | Selisih | Error (%) |
|----------------------------|--------------------------|---------|---------|-----------|
|                            | Jurnal                   | Program |         |           |
| 1800                       | 16579                    | 16546   | 33      | 0,19      |

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari analisa program dan hasil perhitungan terhadap penggunaan Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* pada *economic dispatch*, beban yang ditanggung PT. Pembangkitan Jawa-Bali (PJB) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* memberikan sebuah analisa penyelesaian yang cukup efektif dalam mengoptimalkan pembebanan dan sekaligus penghematan biaya total operasional PT. PJB. Pada tanggal 10 Maret 2004 selisih biaya total operasional PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm Arithmatic Crossover* sebesar Rp. 1.649.627.350,- dioptimasikan 9,4 % Pada tanggal 13 Maret 2004 selisih biaya total operasional PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* sebesar Rp. 1.427.396.718,- dioptimasikan 9,0 %. Pada tanggal 14 Maret 2004 selisih biaya total operasional PT. PJB dengan Metode *Genetic Algorithm* dengan *Arithmatic Crossover* sebesar Rp. 888.805.670,- dioptimasikan 6,0 %.
2. Hasil dari validasi pada jurnal dalam perhitungan didapat hasil biaya operasional sebesar 16579 \$/h sedangkan dari program biaya operasionalnya sebesar 16546 \$/h error 0,33 % dengan beban 1800 MW

.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. A.J. Wood dan B.F. Wollenberg, "Power Generation Operation and Control" Second Edition, John Wiley & Son, 1996.
2. Djiteng Marsudi, Ir., "Operasi Sistem Tenaga Listrik", Balai Pustaka & Humas ISTN, 1990.
3. Kusumadewi, Sri., "Artificial Intelligence", Graha ilmu, Jakarta, 2003
4. *Economic Dispatch Solution Using A Genetic Algorithm Based on Arithmetic Crossover*, T.Yalcinoz, H.Altun and M.Uzam, Porto, Portugal,
5. "Diktat Kuliah Analisis Sistem Tenaga Elektrik II", ITN Malang, September 2000.

## LAMPIRAN

- ✓ ANALISA PERHITUNGAN DENGAN 38 UNIT PEMBANGKITAN
- ✓ DATA SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI
- ✓ DATA STATUS ON / OFF PADA PEMBANGKITAN
  - ✓ LEMBAR BIMbingan SKRIPSI
- ✓ LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI
  - ✓ LEMBAR BERTIA ACARA SKRIPSI
  - ✓ DATA PEMBEBANAN PJB
  - ✓ DATA LISTING PROGRAM



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : BAMBANG SUNGKONO  
Nim : 99.12.086  
Masa Bimbingan : 14 September 2005 – 14 Maret 2006  
Judul Skripsi : ANALISA *ECONOMIC DISPATCH* DENGAN  
MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM ARITHMETIC CROSSOVER*  
DI PT. PJB

| 1.  | Tanggal        | Uraian   | Parap Pembimbing |
|-----|----------------|--|------------------|
| 2.  | 21 - 09 - 2005 | Ace. Bab I - <i>Dasar teori dan paparan hasil</i> . CS |                  |
| 3.  | 3 - 10 - 2005  | Ace Bab II. <i>Reporther sks.</i> CS                   |                  |
| 4.  | 4 - 01 - 2006  | Zulffy. <i>Dasar filosofi dan metode</i> CS            |                  |
| 5.  | 6 - 01 - 2006  | - <i>Perbaikan flawless</i> . CS                       |                  |
| 6.  | 8 - 03 - 2006  | Zulffy N. <i>Perbaikan analisis basic factit</i> CS    |                  |
| 7.  | 3 - 03 - 2006  | Praktik bimbingan Simar. CS                            |                  |
| 8.  | 8 - 03 - 2006  | See ketemu. CS   |                  |
| 9.  | 13 - 03 - 2006 | Ace prajin langsung. CS                                |                  |
| 10. |                |  |                  |

Malang, 200  
Dosen Pembimbing

Ir. Choirul Saleh, MT  
Nip.1018800190

Form. S-4b

**Tabel**  
**Analisa dan Hasil Perhitungan Biaya Bahan Bakar pada 38 unit Pembangkit**  
**dengan Daya minimum**

| No | Nama Pembangkit       | P (MW)      | Koefisien Bahan Bakar |            |           | Biaya Bahan Bakar (Rp/KWH) |
|----|-----------------------|-------------|-----------------------|------------|-----------|----------------------------|
|    |                       |             | A                     | B          | C         |                            |
| 1  | PLTU Paiton 1         | 225         | 3244978               | 111712.15  | 10.2971   | Rp.28.901.502,-            |
| 2  | PLTU Paiton 2         | 225         | 3244978               | 111712.15  | 10.2971   | Rp.28.901.502,-            |
| 3  | PLTGU Gresik GT 1.1   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 4  | PLTGU Gresik GT 1.2   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 5  | PLTGU Gresik GT 1.3   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 6  | PLTGU Gresik GT 2.1   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 7  | PLTGU Gresik GT 2.2   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 8  | PLTGU Gresik GT 2.3   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 9  | PLTGU Gresik GT 3.1   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 10 | PLTGU Gresik GT 3.2   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 11 | PLTGU Gresik GT 3.3   | 53          | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp.17.115.541,-            |
| 12 | PLTGU Gresik ST 2.1   | 164         | 11795770.8            | 152515.737 | 5.831     | Rp.36.965.181,-            |
| 13 | PLTGU Gresik ST 3.1   | 250         | 17177460.3            | 145165.581 | 4.554     | Rp.53.753.480,-            |
| 14 | PLTGU Gresik ST 3.2   | 250         | 17177460.3            | 145165.581 | 4.554     | Rp.53.753.480,-            |
| 15 | PLTU Gresik 1         | 43          | 1327126.68            | 217378.359 | 132.066   | Rp.10.918.625,-            |
| 16 | PLTU Gresik 2         | 43          | 1327126.68            | 217378.359 | 132.066   | Rp.10.918.625,-            |
| 17 | PLTU Gresik 3         | 90          | 5017369.5             | 169242.579 | 193.545   | Rp.27.003.528,-            |
| 18 | PLTU Gresik 4         | 90          | 5017369.5             | 169242.579 | 193.545   | Rp.27.003.528,-            |
| 19 | PLTG Gresik 1         | 5           | 352707.3              | 350680.77  | 903.969   | Rp.2.128.710,-             |
| 20 | PLTG Gresik 2         | 5           | 352707.3              | 350680.77  | 903.969   | Rp.2.128.710,-             |
| 21 | PLTG Gresik 3         | 5           | 352707.3              | 350680.77  | 903.969   | Rp.2.128.710,-             |
| 22 | PLTG Gililitmur 1     | 5           | 687181.85             | 683240.965 | 1762.3893 | Rp.4.117.446,-             |
| 23 | PLTG Gililitmur 2     | 5           | 687181.85             | 683240.965 | 1762.3893 | Rp.4.117.446,-             |
| 24 | PLTU M.Karang 1       | 44          | 2417820.7             | 473895.41  | 120.77935 | Rp.23.520.471,-            |
| 25 | PLTU M.Karang 2       | 44          | 2417820.7             | 473895.41  | 120.77935 | Rp.23.520.471,-            |
| 26 | PLTU M.Karang 3       | 44          | 2417820.7             | 473895.41  | 120.77935 | Rp.23.520.471,-            |
| 27 | PLTU M.Karang 4       | 90          | 2949187.5             | 205217.145 | 83.79     | Rp.22.097.429,-            |
| 28 | PLTU M.Karang 5       | 90          | 2949187.5             | 205217.145 | 83.79     | Rp.22.097.429,-            |
| 29 | PLTGU M.Karang GT 1.1 | 50          | 5730795               | 202052.97  | 108.045   | Rp.16.103.653,-            |
| 30 | PLTGU M.Karang GT 1.2 | 50          | 5730795               | 202052.97  | 108.045   | Rp.16.103.653,-            |
| 31 | PLTGU M.Karang GT 1.3 | 50          | 5730795               | 202052.97  | 108.045   | Rp.16.103.653,-            |
| 32 | PLTGU M.Karang ST 2.1 | 200         | 16010064              | 127208.655 | 35.28     | Rp.42.862.995,-            |
| 33 | PLTGU M.Karang ST 3.1 | 300         | 31017735              | 87825.15   | 57.33     | Rp.62.524.980,-            |
| 34 | PLTGU M.Tawar GT 1.1  | 72          | 14706521.25           | 433337.8   | 49.4605   | Rp.46.163.349,-            |
| 35 | PLTGU M.Tawar GT 1.2  | 72          | 14706521.25           | 433337.8   | 49.4605   | Rp.46.163.349,-            |
| 36 | PLTGU M.Tawar ST 1.1  | 162         | 672530                | 144191.717 | 519.175   | Rp.37.656.816,-            |
| 37 | PLTGU M.Tawar ST 1.2  | 210         | 30123040              | 303208.82  | 11.64715  | Rp.94.310.531,-            |
| 38 | PLTGU M.Tawar ST 3.1  | 315         | 43043399              | 288509.995 | 7.5984    | Rp.95.938.938,-            |
|    | <b>TOTAL</b>          | <b>3675</b> |                       |            |           | <b>Rp.1.035.468.530,-</b>  |

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa;

- ✓ Harga total biaya bahan bakar pada 38 unit Pembangkit yang dikeluarkan adalah sebesar Rp.1.035.468.530,-
- ✓ Biaya Pembangkit PLTGU M.Tawar ST.3.1 dengan daya 315 MW adalah yang paling mahal yaitu: Rp. 95.938.938,-

**Tabel**

**Analisa dan Hasil Perhitungan Biaya Bahan Bakar pada 38 unit Pembangkit dengan Daya maksimum**

| No           | Nama Pembangkit       | P (MW)      | Koefisien Bahan Bakar |            |           | Biaya Bahan Bakar (Rp/KWH) |
|--------------|-----------------------|-------------|-----------------------|------------|-----------|----------------------------|
|              |                       |             | A                     | B          | C         |                            |
| 1            | PLTU Paiton 1         | 370         | 3244978               | 111712.15  | 10.2971   | Rp 45.988.146,-            |
| 2            | PLTU Paiton 2         | 370         | 3244978               | 111712.15  | 10.2971   | Rp 45.988.146,-            |
| 3            | PLTGU Gresik GT 1.1   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 4            | PLTGU Gresik GT 1.2   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 5            | PLTGU Gresik GT 1.3   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 6            | PLTGU Gresik GT 2.1   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 7            | PLTGU Gresik GT 2.2   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 8            | PLTGU Gresik GT 2.3   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 9            | PLTGU Gresik GT 3.1   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 10           | PLTGU Gresik GT 3.2   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 11           | PLTGU Gresik GT 3.3   | 102         | 5467532.4             | 217963.548 | 34.155    | Rp 28.055.162,-            |
| 12           | PLTGU Gresik ST 2.1   | 314         | 11795770.8            | 152515.737 | 5.831     | Rp 60.359.221,-            |
| 13           | PLTGU Gresik ST 3.1   | 480         | 17177460.3            | 145165.581 | 4.554     | Rp 87.906.180,-            |
| 14           | PLTGU Gresik ST 3.2   | 480         | 17177460.3            | 145165.581 | 4.554     | Rp 87.906.180,-            |
| 15           | PLTU Gresik 1         | 85          | 1327126.68            | 217378.359 | 132.066   | Rp 20.758.464,-            |
| 16           | PLTU Gresik 2         | 85          | 1327126.68            | 217378.359 | 132.066   | Rp 20.758.464,-            |
| 17           | PLTU Gresik 3         | 175         | 5017369.5             | 169242.579 | 193.545   | Rp 40.562.136,-            |
| 18           | PLTU Gresik 4         | 175         | 5017369.5             | 169242.579 | 193.545   | Rp 40.562.136,-            |
| 19           | PLTG Gresik 1         | 16          | 352707.3              | 350680.77  | 903.969   | Rp 6.195.075,-             |
| 20           | PLTG Gresik 2         | 16          | 352707.3              | 350680.77  | 903.969   | Rp 6.195.075,-             |
| 21           | PLTG Gresik 3         | 16          | 352707.3              | 350680.77  | 903.969   | Rp 6.195.075,-             |
| 22           | PLTG Gilitumur 1      | 16          | 687181.85             | 683240.965 | 1762.3893 | Rp 12.070.208,-            |
| 23           | PLTG Gilitumur 2      | 16          | 687181.85             | 683240.965 | 1762.3893 | Rp 12.070.208,-            |
| 24           | PLTU M.Karang 1       | 85          | 2417820.7             | 473895.41  | 120.77935 | Rp 20.758.464,-            |
| 25           | PLTU M.Karang 2       | 85          | 2417820.7             | 473895.41  | 120.77935 | Rp 20.758.464,-            |
| 26           | PLTU M.Karang 3       | 85          | 2417820.7             | 473895.41  | 120.77935 | Rp 20.758.464,-            |
| 27           | PLTU M.Karang 4       | 165         | 2949187.5             | 205217.145 | 83.79     | Rp 39.091.199,-            |
| 28           | PLTU M.Karang 5       | 165         | 2949187.5             | 205217.145 | 83.79     | Rp 39.091.199,-            |
| 29           | PLTGU M.Karang GT 1.1 | 95          | 5730795               | 202052.97  | 108.045   | Rp 25.900.933,-            |
| 30           | PLTGU M.Karang GT 1.2 | 95          | 5730795               | 202052.97  | 108.045   | Rp 25.900.933,-            |
| 31           | PLTGU M.Karang GT 1.3 | 95          | 5730795               | 202052.97  | 108.045   | Rp 25.900.933,-            |
| 32           | PLTGU M.Karang ST 2.1 | 300         | 16010064              | 127208.655 | 35.28     | Rp 57.347.860,-            |
| 33           | PLTGU M.Karang ST 3.1 | 465         | 31017735              | 87825.15   | 57.33     | Rp 84.252.629,-            |
| 34           | PLTGU M.Tawar GT 1.1  | 138         | 14706521.25           | 433337.8   | 49.4605   | Rp 75.449.063,-            |
| 35           | PLTGU M.Tawar GT 1.2  | 138         | 14706521.25           | 433337.8   | 49.4605   | Rp 75.449.063,-            |
| 36           | PLTGU M.Tawar ST 1.1  | 202         | 672530                | 144191.717 | 519.175   | Rp 50.983.673,-            |
| 37           | PLTGU M.Tawar ST 1.2  | 403         | 30123040              | 303208.82  | 11.64715  | Rp 154.207.796,-           |
| 38           | PLTGU M.Tawar ST 3.1  | 565         | 43043399              | 288509.995 | 7.5984    | Rp 169.738.017,-           |
| <b>TOTAL</b> |                       | <b>6613</b> |                       |            |           | <b>Rp 31.059.631.049,-</b> |

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa;

- ✓ Harga total biaya bahan bakar pada 38 unit Pembangkit yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 31.059.631.049,-
- ✓ Biaya Pembangkit PLTGU M.Tawar ST.3.1 dengan daya 315 MW adalah yang paling mahal yaitu: Rp. 169.738.017,-

Tabel 4.3  
Pembelahan Unit Pembangkit Tiap Jam PI (%) (Sebagaimana dimaksud)

**Tabel 4.4**  
**Pembebaan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJ3 (Setelah C.Minasari)**

| No           | Pembangkit            | Penimbangan Performa (MW) |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|--------------|-----------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|              |                       | 1                         | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | 16          | 17          | 18          | 19          | 20          | 21          | 22          | 23          |             |
| 1            | PLTU Paton 1          | 370                       | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |             |             |
| 2            | PLTU Paton 2          | 370                       | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |             |             |
| 3            | PLTGU Gresik ST 1.3   | 53                        | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          |             |             |
| 4            | PLTGU Gresik ST 1.0   | 480                       | 482         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         | 483         |             |             |
| 5            | PLTGU Gresik GT 2.3   | 53                        | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          |             |             |
| 6            | PLTGU Gresik GT 3.3   | 53                        | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          |             |             |
| 7            | PLTGU Gresik GT 1.0   | 480                       | 487         | 482         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         | 486         |             |             |
| 8            | PLTU Gresik 1         | 44                        | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          |             |             |
| 9            | PLTU Gresik 2         | 43                        | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          |             |             |
| 10           | PLTU Gresik 3         | 90                        | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |             |             |
| 11           | PLTU Gresik 4         | 93                        | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |             |             |
| 12           | PLTGU M. Tawar GT 1.1 | 0                         | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |             |
| 13           | PLTGU M. Tawar ST 1.0 | 465                       | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         |             |             |
| 14           | PLTGU M.Karang ST 1.0 | 202                       | 163         | 166         | 163         | 164         | 162         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         | 202         |             |             |
| 15           | PLTU M. Karang 1      | 44                        | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          |             |             |
| 16           | PLTU M. Karang 2      | 44                        | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          |             |             |
| 17           | PLTU M. Karang 3      | 44                        | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          |             |             |
| 18           | PLTU M. Karang 4      | 90                        | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |             |             |
| 19           | PLTU M. Karang 5      | 90                        | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |             |             |
| <b>TOTAL</b> |                       | <b>3108</b>               | <b>2924</b> | <b>2983</b> | <b>2874</b> | <b>2876</b> | <b>2916</b> | <b>2868</b> | <b>3202</b> | <b>3285</b> | <b>3281</b> | <b>3299</b> | <b>3220</b> | <b>3225</b> | <b>3226</b> | <b>3287</b> | <b>3372</b> | <b>3489</b> | <b>3601</b> | <b>3687</b> | <b>3642</b> | <b>3603</b> | <b>3388</b> | <b>3335</b> | <b>3316</b> |

Tabel 4.5  
Pembebatan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJB (Sebelum Optimalisasi)  
Sabtu 13 Maret 2004

| No | Pembangkit             | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | 16          | 17          | 18          | 19          | 20          | 21          | 22          | 23          | 24          |             |             |
|----|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1  | PLTU Paiton 1          | 370         | 350         | 350         | 350         | 370         | 316         | 316         | 350         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |             |             |
| 2  | PLTU Paiton 2          | 370         | 350         | 350         | 350         | 370         | 316         | 316         | 350         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |             |             |
| 3  | PLTGU Gresik ST 1.3    | 85          | 78          | 78          | 77          | 87          | 102         | 100         | 85          | 90          | 93          | 105         | 110         | 112         | 90          | 102         | 99          | 101         | 115         | 115         | 116         | 105         | 102         | 99          | 88          |             |             |
| 4  | PLTGU Gresik ST 1.0    | 155         | 155         | 131         | 148         | 155         | 180         | 180         | 151         | 177         | 175         | 181         | 182         | 182         | 100         | 153         | 175         | 175         | 185         | 186         | 186         | 175         | 174         | 166         | 150         |             |             |
| 5  | PLTGU Gresik GT 2.3    | 87          | 91          | 90          | 92          | 97          | 83          | 85          | 87          | 93          | 95          | 102         | 103         | 93          | 97          | 98          | 115         | 115         | 116         | 115         | 97          | 97          | 92          | 87          |             |             |             |
| 6  | PLTGU Gresik GT 3.3    | 88          | 85          | 95          | 92          | 97          | 94          | 89          | 84          | 93          | 96          | 100         | 100         | 96          | 87          | 89          | 96          | 98          | 105         | 106         | 105         | 97          | 87          | 85          |             |             |             |
| 7  | PLTGU Gresik GT 1.0    | 134         | 147         | 142         | 146         | 158         | 158         | 136         | 132         | 155         | 154         | 147         | 157         | 155         | 156         | 126         | 157         | 162         | 163         | 162         | 156         | 156         | 146         | 135         |             |             |             |
| 8  | PLTU Gresik 1          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 72          |             |             |             |
| 9  | PLTU Gresik 2          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 73          | 72          |             |             |             |
| 10 | PLTU Gresik 3          | 120         | 122         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         |             |             |             |
| 11 | PLTU Gresik 4          | 121         | 120         | 120         | 121         | 120         | 120         | 121         | 121         | 120         | 120         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         | 121         |             |             |             |
| 12 | PLTGU M. Tawar ST 1.0  | 420         | 450         | 422         | 423         | 410         | 415         | 390         | 375         | 436         | 436         | 436         | 422         | 421         | 432         | 325         | 350         | 445         | 445         | 415         | 410         | 400         | 395         |             |             |             |             |
| 13 | PLTGU M. Karang ST 1.0 | 335         | 335         | 365         | 365         | 350         | 320         | 315         | 386         | 385         | 387         | 385         | 377         | 385         | 315         | 325         | 345         | 390         | 390         | 390         | 385         | 382         | 320         | 320         |             |             |             |
| 14 | PLTU M. Karang 1       | 75          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          |             |             |             |
| 15 | PLTU M. Karang 2       | 75          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          |             |             |             |
| 16 | PLTU M. Karang 3       | 75          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          | 65          |             |             |             |
| 17 | PLTU M. Karang 4       | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 155         | 167         | 165         | 165         | 167         | 165         | 165         | 167         | 165         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 155         |             |             |             |
| 18 | PLTU M. Karang 5       | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 155         |             |             |             |
|    | <b>TOTAL</b>           | <b>2898</b> | <b>2884</b> | <b>2845</b> | <b>2866</b> | <b>2821</b> | <b>2806</b> | <b>2710</b> | <b>2656</b> | <b>3002</b> | <b>3020</b> | <b>3026</b> | <b>3030</b> | <b>3030</b> | <b>3016</b> | <b>3116</b> | <b>2801</b> | <b>2717</b> | <b>2796</b> | <b>2869</b> | <b>3374</b> | <b>3382</b> | <b>3373</b> | <b>3085</b> | <b>3015</b> | <b>2898</b> | <b>2868</b> |

Tabel 4.6  
Pembebatan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJB (Setelah Optimalisasi)  
Sabtu, 13 Maret 2004

| No | Pembangkit             | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | 16          | 17          | 18          | 19          | 20          | 21          | 22          | 23          | 24  |     |
|----|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|
| 1  | PLTU Paiton 1          | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370 |     |
| 2  | PLTU Paiton 2          | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370 |     |
| 3  | PLTGU Gresik ST 1.3    | 85          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53  |     |
| 4  | PLTGU Gresik ST 1.0    | 402         | 349         | 378         | 381         | 407         | 330         | 305         | 360         | 451         | 458         | 462         | 469         | 458         | 458         | 392         | 345         | 374         | 480         | 480         | 480         | 480         | 465         | 418         | 374 |     |
| 5  | PLTGU Gresik GT 2.3    | 53          | 53          | 53          | 53          | 52          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53  |     |
| 6  | PLTGU Gresik GT 3.3    | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53  |     |
| 7  | PLTGU Gresik GT 1.0    | 389         | 411         | 363         | 381         | 411         | 477         | 301         | 392         | 417         | 458         | 458         | 454         | 454         | 454         | 403         | 268         | 352         | 389         | 480         | 480         | 480         | 480         | 443         | 407 | 388 |
| 8  | PLTU Gresik 1          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43  |     |
| 9  | PLTU Gresik 2          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43  |     |
| 10 | PLTU Gresik 3          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90  |     |
| 11 | PLTU Gresik 4          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44  |     |
| 12 | PLTGU M. Tawar ST 1.0  | 462         | 465         | 465         | 465         | 460         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465 |     |
| 13 | PLTGU M. Karang ST 1.0 | 166         | 165         | 162         | 162         | 162         | 162         | 162         | 164         | 163         | 162         | 163         | 162         | 162         | 162         | 164         | 202         | 202         | 163         | 162         | 163         | 162         | 163         | 162         | 163 |     |
| 14 | PLTU M. Karang 1       | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44  |     |
| 15 | PLTU M. Karang 2       | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44  |     |
| 16 | PLTU M. Karang 3       | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44  |     |
| 17 | PLTU M. Karang 4       | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90  |     |
| 18 | PLTU M. Karang 5       | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90  |     |
|    | <b>TOTAL</b>           | <b>2896</b> | <b>2867</b> | <b>2845</b> | <b>2866</b> | <b>2921</b> | <b>2806</b> | <b>2710</b> | <b>2856</b> | <b>3002</b> | <b>3020</b> | <b>3026</b> | <b>3030</b> | <b>3030</b> | <b>3016</b> | <b>2801</b> | <b>2711</b> | <b>2796</b> | <b>2869</b> | <b>3375</b> | <b>3375</b> | <b>3205</b> | <b>2921</b> | <b>2889</b> |     |     |

Tabel 4.7  
Pembebatan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJB (Sebelum Optimasi)  
Minggu 14 Maret 2004

| No | Pembangkit             | Pembebatan Perjam (MW) |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----|------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    |                        | 1                      | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | 16          | 17          | 18          | 19          | 20          | 21          | 22          |
| 1  | PLTU Paron 1           | 370                    | 350         | 350         | 350         | 370         | 316         | 316         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |
| 2  | PLTU Paron 2           | 370                    | 350         | 350         | 350         | 370         | 316         | 316         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 360         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |
| 3  | PLTGU Gresik ST 1.3    | 80                     | 73          | 72          | 82          | 97          | 55          | 60          | 81          | 87          | 100         | 105         | 103         | 85          | 87          | 94          | 98          | 100         | 102         | 102         | 100         | 97          | 94          |
| 4  | PLTGU Gresik ST 1.0    | 140                    | 130         | 128         | 143         | 150         | 175         | 156         | 156         | 176         | 148         | 150         | 141         | 143         | 170         | 172         | 176         | 176         | 175         | 175         | 176         | 176         | 162         |
| 5  | PLTGU Gresik GT 2.3    | 88                     | 90          | 92          | 85          | 82          | 86          | 81          | 85          | 82          | 94          | 97          | 97          | 82          | 81          | 97          | 98          | 117         | 116         | 117         | 115         | 99          | 95          |
| 6  | PLTGU Gresik GT 3.3    | 88                     | 94          | 91          | 98          | 92          | 82          | 91          | 93          | 86          | 93          | 93          | 87          | 89          | 96          | 98          | 103         | 102         | 103         | 95          | 82          | 87          |             |
| 7  | PLTGU Gresik GT 1.0    | 120                    | 142         | 137         | 141         | 153         | 131         | 127         | 134         | 143         | 142         | 146         | 146         | 127         | 121         | 152         | 150         | 134         | 147         | 162         | 142         | 127         | 131         |
| 8  | PLTGU Gresik 1         | 50                     | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          |
| 9  | PLTU Gresik 2          | 50                     | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          |
| 10 | PLTU Gresik 3          | 165                    | 150         | 150         | 150         | 150         | 165         | 165         | 165         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 165         | 165         | 165         | 165         | 165         | 165         |
| 11 | PLTU Gresik 4          | 90                     | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |
| 12 | PLTGU M. Tawar ST 1.0  | 410                    | 400         | 400         | 400         | 350         | 350         | 400         | 425         | 425         | 400         | 360         | 360         | 320         | 350         | 350         | 425         | 425         | 425         | 400         | 400         | 400         | 400         |
| 13 | PLTGU M. Karang ST 1.0 | 350                    | 325         | 325         | 325         | 350         | 300         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         | 350         |
| 14 | PLTU M. Karang 1       | 65                     | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          |
| 15 | PLTU M. Karang 2       | 65                     | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          |
| 16 | PLTU M. Karang 3       | 65                     | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          | 50          |
| 17 | PLTU M. Karang 4       | 90                     | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 150         | 150         | 150         | 150         |
| 18 | PLTU M. Karang 5       | 150                    | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         |
|    | <b>TOTAL</b>           | <b>2816</b>            | <b>2678</b> | <b>2678</b> | <b>2804</b> | <b>2804</b> | <b>2611</b> | <b>2588</b> | <b>2746</b> | <b>2802</b> | <b>2816</b> | <b>2853</b> | <b>2789</b> | <b>2749</b> | <b>2657</b> | <b>2613</b> | <b>2709</b> | <b>2714</b> | <b>3255</b> | <b>3269</b> | <b>2876</b> | <b>2882</b> | <b>2864</b> |

Tabel 4.8  
Pembebatan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJB (Setelah Optimasi)  
Minggu 14 Maret 2004

Tabel 4.8  
Pembebatan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJB (Setelah Optimasi)

Tabel 4.8  
Pembebatan Unit Pembangkit Tiap Jam PT. PJB (Setelah Optimasi)

| No | Pembangkit             | Pembebatan Perjam (MW) |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----|------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    |                        | 1                      | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | 16          | 17          | 18          | 19          | 20          | 21          | 22          |
| 1  | PLTU Paron 1           | 370                    | 370         | 370         | 370         | 370         | 368         | 368         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |
| 2  | PLTU Paron 2           | 370                    | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         | 370         |
| 3  | PLTGU Gresik ST 1.3    | 53                     | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          |
| 4  | PLTGU Gresik ST 1.0    | 374                    | 268         | 276         | 323         | 378         | 265         | 265         | 345         | 323         | 374         | 363         | 341         | 363         | 262         | 254         | 312         | 321         | 480         | 480         | 480         | 480         | 374         |
| 5  | PLTGU Gresik GT 2.3    | 53                     | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          |
| 6  | PLTGU Gresik GT 3.3    | 52                     | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          | 53          |
| 7  | PLTGU Gresik GT 1.0    | 338                    | 312         | 391         | 480         | 480         | 281         | 250         | 480         | 473         | 415         | 480         | 300         | 261         | 280         | 287         | 480         | 480         | 480         | 433         | 400         | 410         |             |
| 8  | PLTU Gresik 1          | 43                     | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          |
| 9  | PLTU Gresik 2          | 43                     | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          | 43          |
| 10 | PLTU Gresik 3          | 90                     | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |
| 11 | PLTGU Gresik 4         | 90                     | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |
| 12 | PLTGU M. Tawar ST 1.0  | 465                    | 465         | 465         | 465         | 465         | 452         | 449         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         | 465         |
| 13 | PLTGU M. Karang ST 1.0 | 163                    | 162         | 163         | 163         | 164         | 162         | 163         | 163         | 162         | 165         | 163         | 165         | 162         | 163         | 162         | 162         | 162         | 163         | 163         | 162         | 163         | 163         |
| 14 | PLTU M. Karang 1       | 44                     | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          |
| 15 | PLTU M. Karang 2       | 44                     | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          |
| 16 | PLTU M. Karang 3       | 44                     | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          | 44          |
| 17 | PLTU M. Karang 4       | 90                     | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |
| 18 | PLTU M. Karang 5       | 90                     | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          | 90          |
|    | <b>TOTAL</b>           | <b>2816</b>            | <b>2678</b> | <b>2678</b> | <b>2804</b> | <b>2804</b> | <b>2611</b> | <b>2588</b> | <b>2746</b> | <b>2802</b> | <b>2816</b> | <b>2853</b> | <b>2789</b> | <b>2749</b> | <b>2657</b> | <b>2613</b> | <b>2709</b> | <b>2714</b> | <b>3255</b> | <b>3269</b> | <b>2876</b> | <b>2882</b> | <b>2864</b> |

Data Penjadwalan Unit Pembangkit

Rabu, 10 Maret 2004

Data Perkembangan Unit Pembangkit

Sabtu, 13 Maret 2004

Data Penjadwalan Unit Pembangkit



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : BAMBANG SUNGKONO  
2. Nim : 99.12.086  
3. Jurusan : Teknik Elektro  
4. Konsentrasi : Energi Listrik  
Judul : Analisa Economic Dispacth Dengan  
Menggunakan Metode Genetic  
Algorithm Arithmatic Crossover Pada  
PT.PJB  
5. Tanggal mengajukan skripsi : 14 September 2005  
6. Tanggal menyelesaikan skripsi : 14 Maret 2006  
7. Dosen pembimbing : Ir. Choirul Saleh, MT  
8. Telah dievaluasi dengan nilai : 85 8

Menyetujui

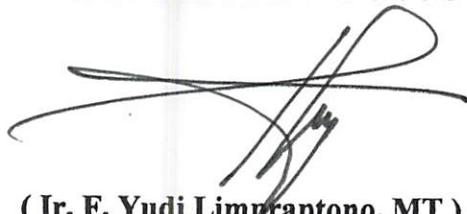
Dosen Pembimbing



( Ir.Choirul Saleh, MT )  
Nip. Y. 1018800190

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
Nip. Y. 1039500274



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jurusan teknik elektro jenjang strata satu

(S-1) Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh:

Nama : BAMBANG SUNGKONO  
Nim : 99.12.086  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Energi Listrik  
Judul : Analisa *Economic Dispatch* Dengan Menggunakan  
Metode *Genetic Algorithm Arithmetic Crossover*  
Pada PT.PJB

Perbaikan meliputi :

| No. | Materi Perbaikan  | Paraf |
|-----|---|-------|
| 1.  | Analisa perhitungan dengan menggunakan 38 Unit pembangkit |       |
| 2.  | Perbaikan pada batasan masalah skripsi                    |       |
| 3   | Memasukkan data pembebanan sebelum dan sesudah optimasi   |       |

Anggota Pengaji

( Ir. H. Soemarwanto )

( Ir. H. Choiri )

Dosen Pembimbing

( Ir. Choirul Saleh, MT )



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama Mahasiswa : BAMBANG SUNGKONO
2. NIM : 99.12.086
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Energi Listrik S-1
5. Judul Skripsi :

ANALISA ECONOMIC DISPATCH DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE GENETIC ALGORITHM ARITHMATIC CROSSOVER  
PADA PT.PEMBANGKITAN JAWA - BALI

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)  
pada :

- Hari : Sabtu  
Tanggal : 18 Maret 2006  
Dengan Nilai : 79 ( B+ )

Panitia Ujian Skripsi



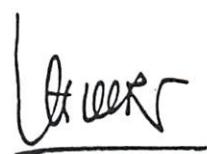
(Ir. Mochtar Asroni, MSME)  
Ketua

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)  
Sekretaris

Anggota Penguji



(Ir. H. Soemarwanto)  
Penguji Pertama



(Ir. H. Choiri)  
Penguji Kedua

**RENCANA : HARIBATANGGAL : RABU, 10 MARET 2004**

JIB ALIEM REGION

**RENCANA : HARUTANGGAL: RABU, 10 MARET 2004**

כטבנין רענאנן

1. im Langzeit-Area-1  
2. im Langzeit-Area-1  
Sektor (1) - (1)  
Gadungen Sektor  
(1) abgedeckt



RENCANA : HARI TANGGAL : SABTU, 13 MAREY 2004

A:HARITANGGAL:SABTU, 13 MARET 2004

SUB SYSTEM REGION 1

BENCANA : HABITANSSAI : SABTU 13 MARET 2004

SUB SYSTEM REGION\_1

Digitized by srujanika@gmail.com

כט. (ג) סעיפים

ଶ୍ରୀମତୀ ପାତ୍ନୀ

三

PT.PLN PEMERINTAHAN TENAGA LISTRIK JAWA-BALI

REF-2

360

359

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

360

RENCANA : HARVSTANGGAI : HNGGII 1/1 MARET 2011

PT. PUPERANGGARUNG, JAKARTA | 2004

SUB SYSTEM REGION 11

**RENCANA: HARITANGGAL: MINGGU 14 MARET 2001**

PERINGATAN MINGGU, 14 MARET 2004

SUB-SYSTEM REGION\_1

2

12

13

14

15

16

17

18

19

20

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

19

Penitentiary Area

```
unit uInputGen;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ComCtrls, ExtCtrls, Grids;

type
  TfrmInput = class(TForm)
    PageControl1: TPageControl;
    Panel1: TPanel;
    TabSheet1: TTabSheet;
    TabSheet2: TTabSheet;
    TabSheet3: TTabSheet;
    btnClose: TButton;
    btnNext: TButton;
    SaveDialog1: TSaveDialog;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    edtNGen: TEdit;
    edtNjam: TEdit;
    fgGen: TStringGrid;
    fgLoad: TStringGrid;
    TabSheet4: TTabSheet;
    fgPLN: TStringGrid;
    procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure edtNGenChange(Sender: TObject);
    procedure edtNjamChange(Sender: TObject);
    procedure btnNextClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmInput: TfrmInput;

implementation

uses uObjFunc, uHasil;
```

```

{$R *.dfm}

procedure TfrmInput.btnCloseClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TfrmInput.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgGen.Cells[0,0] :='Gen';
  fgGen.Cells[1,0] :='Nama';
  fgGen.Cells[2,0] :='Pmax';
  fgGen.Cells[3,0] :='Pmin';
  fgGen.Cells[4,0] :='a0';
  fgGen.Cells[5,0] :='a1';
  fgGen.Cells[6,0] :='a2';
  fgGen.Cells[7,0] :='Tup';
  fgGen.Cells[8,0] :='Tdown';
  fgGen.Cells[9,0] :='Sh';
  fgGen.Cells[10,0]:= 'Sc';
  fgGen.Cells[11,0]:= 'Tcold';
  fgGen.Cells[12,0]:= 'InitSt';
  fgGen.Cells[13,0]:= 'Ramp Rate';
  fgLoad.Cells[0,0]:="";
  fgLoad.Cells[1,0]:= 'Load';
  fgLoad.Cells[2,0]:= 'Res';
end;

procedure TfrmInput.edtNGenChange(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
  if edtNgen.Text="" then
  begin
    fgGen.RowCount:=2;
    fgPLN.RowCount:=2;
  end
  else
  begin
    fgGen.RowCount:=StrToInt(edtNgen.Text)+1;
    fgPLN.RowCount:=StrToInt(edtNgen.Text)+1;
    for i:=1 to StrToInt(edtNgen.Text) do
    begin
      fgGen.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
    end;
  end;
end;

```

```

fgPLN.Cells[0,i]:='Gen '+IntToStr(i);
end;
end;
end;

procedure TfrmInput.edtNjamChange(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
if edtNjam.Text="" then
begin
  fgLoad.RowCount:=2;
  fgPLN.ColCount:=2;
end
else
begin
  fgLoad.RowCount:=StrToInt(edtNjam.Text)+1;
  fgPLN.ColCount:=StrToInt(edtNjam.Text)+1;
  for i:=1 to StrToInt(edtNjam.Text) do
begin
  fgLoad.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
  fgPLN.Cells[i,0]:='Jam '+IntToStr(i);
end;
end;
end;
end;

procedure TfrmInput.btnNextClick(Sender: TObject);
var input:TextFile;
  NamaFile>Nama:string;
  Pmin,Pmax,a2,a1,a0,Sh,Sc,Ramp,Load,Res:double;
  i,j,Tup,Tdown,Tcold,InitSt,Ngen,Njam:integer;
begin
if btnNext.Caption='&Save' then
begin
if SaveDialog1.Execute then
begin
  NamaFile:=SaveDialog1.FileName;
  AssignFile(input,NamaFile+'.txt');
  Reset(input);
  Ngen:=StrToInt(edtNgen.Text);
  Njam:=StrToInt(edtNjam.Text);
  Writeln(input,Ngen);
  Writeln(input,Njam);
  for i:=1 to Ngen do

```

```

begin
  Nama:=fgGen.Cells[1,i];
  Pmax:=StrToFloat(fgGen.Cells[2,i]);
  Pmin:=StrToFloat(fgGen.Cells[3,i]);
  a0:=StrToFloat(fgGen.Cells[4,i]);
  a1:=StrToFloat(fgGen.Cells[5,i]);
  a2:=StrToFloat(fgGen.Cells[6,i]);
  Tup:=StrToInt(fgGen.Cells[7,i]);
  Tdown:=StrToInt(fgGen.Cells[8,i]);
  Sh:=StrToFloat(fgGen.Cells[9,i]);
  Sc:=StrToFloat(fgGen.Cells[10,i]);
  Tcold:=StrToInt(fgGen.Cells[11,i]);
  InitSt:=StrToInt(fgGen.Cells[12,i]);
  Ramp:=StrToFloat(fgGen.Cells[13,i]);
  Writeln(input,Pmax:7:0,'',Pmin:7:0,'',
  a0:9:4,'',a1:9:4,'',a2:9:5,'',Tup,'',Tdown,'',
  Sh:7:0,'',Sc:7:0,'',tcold,'',InitSt,'',Ramp:7:0,'',Nama);
end;
for i:=1 to Njam do
begin
  Load:=StrToFloat(fgLoad.Cells[1,i]);
  Res:=StrToFloat(fgLoad.Cells[2,i]);
  Writeln(input,Load,Res);
end;
fgPLN.RowCount:=Ngen+1;
fgPLN.ColCount:=Njam+1;
for i:=1 to Ngen do
begin
  for j:=1 to Njam do
  begin
    Load:=StrToFloat(fgPLN.Cells[j,i]);
    Write(input,Load:7:2,'');
  end;
  Writeln(input,"");
end;
CloseFile(input);
end;
end
else if btnNext.Caption='&Next' then
begin
  frmHasil.edtLength.Text:=IntToStr(gObjFunc.Ngen);
  frmHasil.cmbJam.Items.Clear;
  for i:=1 to gObjFunc.Njam do

```

```
begin
  frmHasil.cmbJam.AddItem(IntToStr(i),nil);
end;
frmHasil.cmbJam.Text:='1';
frmHasil.Show;
end;
end;
```

end.

**unit uHasil;**

**interface**

**uses**

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
Dialogs, ExtCtrls, TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, Grids, ComCtrls,  
StdCtrls;

**type**

TfrmHasil = class(TForm)

  TabSheet5: TTabSheet;

  TabSheet6: TTabSheet;

  TabSheet7: TTabSheet;

  Panel1: TPanel;

  btnClose: TButton;

  btnHitungEP: TButton;

  TabSheet4: TPageControl;

  pbIterasi: TProgressBar;

  GroupBox1: TGroupBox;

  Label2: TLabel;

  Label3: TLabel;

  Label4: TLabel;

  Label5: TLabel;

  Label6: TLabel;

  Label11: TLabel;

  edtMaxGen: TEdit;

  edtPopSize: TEdit;

  edtNParam: TEdit;

  edtBeta: TEdit;

  edtKa: TEdit;

  binUseDefault: TButton;

  GroupBox2: TGroupBox;

  cmbJam: TComboBox;

  fgDaya: TStringGrid;

  Chart2: TChart;

  Series3: TLineSeries;

  Series4: TLineSeries;

  Series5: TLineSeries;

  GroupBox3: TGroupBox;

  Label1: TLabel;

  edtPinGen: TEdit;

  Label8: TLabel;

  Label9: TLabel;

  edtCostEvo: TEdit;

  edtCostPLN: TEdit;

```
Label17: TLabel;
edtSelisih: TEdit;
Label7: TLabel;
Label10: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
edtLength: TEdit;
edtPCross: TEdit;
edtPMutasi: TEdit;
edtPFlip: TEdit;
cmbCrossMethod: TComboBox;
cmbNewParentMethod: TComboBox;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure btnHitungEPClick(Sender: TObject);
procedure edtLengthChange(Sender: TObject);
procedure edtnParamChange(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uObjFunc, uUtils, uGenerator, uFitness2, uGenVar, uGABin,
{$R *.dfm}

procedure TfrmHasil.btnCloseClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TfrmHasil.btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
begin
  edtMaxGen.Text:='500';
  edtPopSize.Text:='50';
  edtNParam.Text:='6';
  edtBeta.Text:='0.3';
end;
```

```

edtKa.Text:='1000000000';
edtLength.Text:='6';
edtPCross.Text:='0.8';
edtPMutasi.Text:='0.002';
edtPFlip.Text:='0.5';
editPinGen.Text:='1000000';
end;

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgDaya.Cells[0,0]:='No';
  igDaya.Cells[1,0]:='P GAAC (kW)';
  rgDaya.Ceiis[2,0]:='P PLN (kW)';
  igDaya.Cells[3,0]:='Cost GAAC (Rp)';
  rgDaya.Ceiis[4,0]:='Cost PLN (Rp)';
  fgDaya.Cells[5,0]:='Selisih (Rp)';
  cmbCrossMethod.Text:='crArithmetic';
  cmbNewParentMethod.Text:='npReplicas';
end;

procedure TfrmHasil.btnHitungFPClick(Sender: TObject);
var gas:TGABin2,
  i,sa,jam,MaxGen,PopSize,Length,NParam:integer;
  Load,Betna,Ka,PCross,PMutasi,PFlip,PCrossDC:double;
  sumIGA,sumPLN,pinGen:double;
  PLN:double;
  bArr2:array[1..10] of double;
  BestChrom:bArr2;
  LoadAsli,BestPgen,Min,Avg,Max,dArr1:array[1..10] of double;
  Gen,GenAsli:TGenArr;
  BatasGen:TBatasArr1;
  CrossMethod:TCrossType;
  NewParent:TNewParent;
  Parent:TPopDouble1;
begin
  PLN:=gObjFunc.PLN;
  LoadAsli:=gObjFunc.Beban;
  GenAsli:=gObjFunc.Gen;
  jam:=StrToInt(cmbJam.Text);
  sa:=0;
  for i:=1 to high(PLN) do
  begin
    if PLN[i,jam]>0 then
    begin
      inc(sa);
    end;
  end;
end;

```

```

SetLength(Gen,sa);
sa:=0;
for i:=1 to gObjFunc.Ngen do
begin
  if PLN[i,jam]>0 then
  begin
    Gen[sa]:=TPembangkit.Create(GenAsli[i]);
    inc(sa);
  end;
end;
NParam:=sa;
edtNParam.Text:=IntToStr(NParam),
Load:=LoadAsli[jam];
PinGen:=StrToFloat(edtPinGen.Text);
gFitness2:=TFitness2.Create(PinGen,Gen,Load),
BatasGen:=gFitness2.BatasGen;
for i:=1 to high(GenAsli) do
begin
  GenAsli[i].Free;
end;
MaxGen:=StrToInt(edtMax.Gen.Text);
pblicras1.Max:=MaxGen;
PopSize:=StrToInt(edtPopSize.Text);
Beta:=StrToFloat(cdtBeta1a.Text);
Ka:=StrToFloat(edtKa.Text);
PCross:=StrToFloat(edtPCross.Text);
PMutasi:=StrToFloat(cdtPMutasi.Text);
PFlip:=StrToFloat(edtPFlip.Text),
Length:=StrToInt(cdtLength.Text);
CrossMethod:=crOne;
if cmbCrossMethod.Text='crOne' then
begin
  CrossMethod:=crOne;
end
else if cmbCrossMethod.Text='crTwo' then
begin
  CrossMethod:=crTwo;
end
else if cmbCrossMethod.Text='crMulti' then
begin
  CrossMethod:=crMulti;
end
else if cmbCrossMethod.Text='crArithmetic' then
begin
  CrossMethod:=crArithmetic;
end;

```

```

if cmbNewParentMethod.Text='npStandart' then
begin
  NewParent:=npStandart;
end
else if cmbNewParentMethod.Text='npReplikasi' then
begin
  NewParent:=npReplikasi;
end
else if cmbNewParentMethod.Text='npElitism' then
begin
  NewParent:=npElitism;
end;
gas:=TGABin2.Create(MaxGen,PopSize,Length,NParam,Ka,PCross,PMutasi,PFlip,
  CrossMethod,NewParent,BatasGen);
BestChrom:=gas.BestChrom;
BestPgen:=gas.DecodeChromToPgen(BestChrom);
Min:=gas.Min;
Avg:=gas.Avg;
Max:=gas.Max;
gas.Free;
Series3.Clear;
Series4.Clear;
Series5.Clear;
for i:=0 to high(Min) do
begin
  Series3.Add(Min[i],IntToStr(i+1));
  Series4.Add(Avg[i],IntToStr(i+1));
  Series5.Add(Max[i],IntToStr(i+1));
end;
fgDaya.RowCount:=high(BestPgen)+2;
sa:=0;
sumIGA:=0;
sumPLN:=0;
for i:=1 to gObjFunc.Ngen do
begin
  if PLN[i,jam]<>0 then
  begin
    fgDaya.Cells[0,sa+1]:=IntToStr(sa+1);
    fgDaya.Cells[1,sa+1]:=FormatFloat('#,##0',BestPgen[sa]);
    fgDaya.Cells[2,sa+1]:=FormatFloat('#,##0',PLN[i,jam]);
    fgDaya.Cells[3,sa+1]:=FormatFloat('#,##0',Gen[sa].GetBiaya(BestPgen[sa]));
    fgDaya.Cells[4,sa+1]:=FormatFloat('#,##0',Gen[sa].GetBiaya(PLN[i,jam]));
    fgDaya.Cells[5,sa+1]:=FormatFloat('#,##0',Gen[sa].GetBiaya(PLN[i,jam])-
      Gen[sa].GetBiaya(BestPgen[sa]));
    sumIGA:=sumIGA+Gen[sa].GetBiaya(BestPgen[sa]);
    sumPLN:=sumPLN+Gen[sa].GetBiaya(PLN[i,jam]);
  end;
end;

```

```
inc(sa);
end;
end;
edtCostEvo.Text:=FormatFloat('#,##0',sumIGA);
edtCostPLN.Text:=FormatFloat('#,##0',sumPLN);
edtSelisih.Text:=FormatFloat('#,##0',sumPLN-sumIGA);
for i:=0 to high(Gen) do
begin
  Gen[i].Free;
end;
gFitness2.Free;
end;

procedure TfrmHasil.edtLengthChange(Sender: TObject);
begin
  edtLength.Text:='6';
end;

procedure TfrmHasil.edtNParamChange(Sender: TObject);
begin
  edtNParam.Text:='18';
end;
end.
```