

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



**PENJADWALAN SISTEM HIDRO ELEKTRIK JANGKA
PANJANG DENGAN METODE PENDEKATAN
EVOLUTIONARY PROGRAMMING
PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI**

SKRIPSI

**Disusun oleh :
JUBAIDINOR
NIM : 01.12.078**

SEPTEMBER 2006

4. Ibu Irrine Budi S, ST MT, selaku Dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.
6. Bapak dan Ibuku tercinta, yang sangat berarti dalam kehidupan penyusun, dimana do'a serta restu dan keridhaannya senantiasa penyusun harapkan.

Penyusun menyadari sepenuhnya akan segala kekurangan yang ada dalam penyusunan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga dalam skripsi ini dapat membantu serta bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.

Malang, September 2006

Penulis

| | |
|--|----|
| 4.5 Analisa Program Dan Hasil Perhitungan..... | 67 |
| BAB V PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan..... | 74 |
| 5.2 Saran..... | 74 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik..... | 8 |
| Gambar 2.2 | Skema Prinsip Plta..... | 10 |
| Gambar 2.3 | Skema PLTA-PLTA Kaskade..... | 12 |
| Gambar 2.4 | Skema Prinsip PLTA Waduk..... | 13 |
| Gambar 2.5 | Pola Operasi Waduk Tahunan..... | 15 |
| Gambar 2.6 | Kurva H (M) Vs Volume (M ³) Waduk..... | 16 |
| Gambar 2.7 | <i>Variable Head Multireservoir Power System</i> | 23 |
| Gambar 3.1 | Skema PLTA Sutami | 28 |
| Gambar 3.2 | Skema PLTA Wlingi | 32 |
| Gambar 3.3 | Skema PLTA Lodoyo | 35 |
| Gambar 3.4 | Skema PLTA Selorejo | 37 |
| Gambar 4.1 | <i>Flowchart Metode Evolutionary Programming</i> | 55 |
| Gambar 4.2 | <i>Flowchart Proses Inisialisasi</i> | 57 |
| Gambar 4.3 | <i>Flowchart Proses Offspring</i> | 58 |
| Gambar 4.4 | <i>Flowchart Proses Kompetisi Dan Seleksi</i> | 59 |
| Gambar 4.5 | <i>Flowchart Proses Mutasi</i> | 60 |
| Gambar 4.6 | Tampilan Menu Utama | 67 |
| Gambar 4.7 | Tampilan General Data | 62 |
| Gambar 4.8 | Tampilan Data Waduk | 62 |
| Gambar 4.9 | Tampilan Data Inflow..... | 63 |
| Gambar 4.10 | Tampilan Parameter EP | 63 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.11 Tampilan Hasil Q Outflow..... | 64 |
| Gambar 4.12 Tampilan Hasil Elevasi..... | 64 |
| Gambar 4.13 Tampilan Hasil Perhitungan Energi | 65 |
| Gambar 4.14 Tampilan Grafik Outfow Program | 65 |
| Gambar 4.15 Tampilan Grafik Perbandingan Energi..... | 66 |
| Gambar 4.16 Tampilan Grafik <i>Performance</i> EP..... | 66 |

DAFTAR GRAFIK

| | | |
|------------|---|----|
| Grafik 3.1 | Lengkung Kapasitas Waduk Sutami | 49 |
| Grafik 3.2 | Lengkung Kapasitas Waduk Wlingi | 50 |
| Grafik 3.3 | Lengkung Kapasitas Waduk Lodoyo | 51 |
| Grafik 3.4 | Lengkung Kapasitas Waduk Selorejo | 52 |
| Grafik 4.1 | Kurva Outflow Operasional Per Bulan PT. PJB Dengan Metode <i>Evolutionary Programming</i> Tahun 2004 | 69 |
| Grafik 4.2 | Kurva Energi Operasional Per Bulan PT. PJB Dengan Metode <i>Evolutionary Programming</i> Tahun 2004 | 71 |

1.3. Tujuan Pembahasan

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan diatas, maka skripsi ini bertujuan untuk memecahkan masalah dalam penjadwalan jangka panjang sebuah sistem hidro elektrik untuk memperoleh total keuntungan yang maksimum dengan menggunakan algoritma *evolutionary programming* (EP) sehingga nantinya dapat dipakai untuk menentukan jadwal operasi bulanan yang optimal sebuah sistem tenaga listrik.

1.4. Batasan Masalah

Permasalahan dalam sistem tenaga listrik luas sekali, khususnya pada penjadwalan unit pembangkit, sehingga dalam menganalisis permasalahan perlu diadakan pembatasan-pembatasan. Dalam penulisan skripsi ini pembatasan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Penjadwalan dilakukan dalam kurun waktu satu tahun, dalam selang waktu bulanan selama 12 bulan
 - Penjadwalan pembangkit sistem tenaga listrik dilakukan pada PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA Lodayo yang memanfaatkan aliran sungai kali Brantas yang beroperasi secara kaskade dan PLTA Selorejo yang memanfaatkan aliran sungai Kali Konto yang merupakan anak sungai Kali Brantas sebagai penampung dan penyedia air untuk pembangkit listrik tenaga hidro.
 - Pembahasan dititik beratkan pada segi ekonomis, sehingga tidak terlalu membahas segi teknis.
 - Tidak membahas masalah rugi-rugi saluran transmisi.
 - Tidak memasukkan jadwal pemeliharaan
-

2.2. Prinsip Pembangkitan Tenaga Air

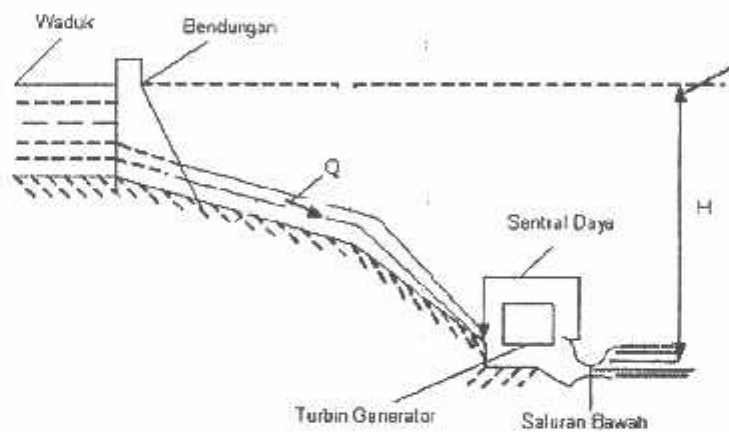
Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga potensial air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (*power*) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = 9,8 H Q \text{ (kW)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : P = daya yang dikeluarkan secara teoritis

H = tinggi jatuh air efektif (m)

Q = debit air (m³/s)



GAMBAR 2.2. SKEMA PRINSIP PLTA

Daya yang dikeluarkan oleh generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang terkandung secara teoritis.

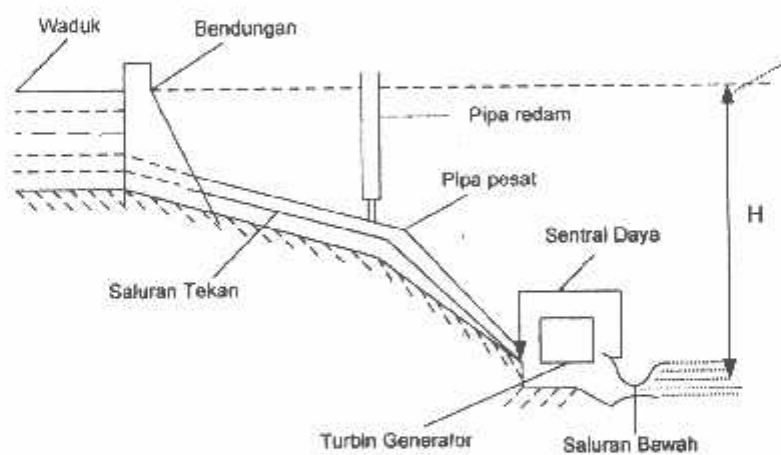
Sebagaimana dapat dipahami dari rumus tersebut diatas, daya yang dihasilkan adalah hasil kali dari tinggi jatuh dan debit air, oleh karena itu berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung dari usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. Pada umumnya

dari beberapa sungai yang berada di sekitarnya, begitu seterusnya. Beberapa contoh PLTA yang berada dalam sistem kaskade yang ada di PT. PJB :

- a. PLTA Sutami, Wlingi, dan Lodoyo yang memanfaatkan aliran sungai Kali Brantas.
- b. PLTA Selorejo, Mendalan, Siman yang memanfaatkan aliran sungai Kali Konto yang merupakan anak sungai Kali Brantas

2.4. Pengoperasian Unit Pembangkit Tenaga Listrik Hidro

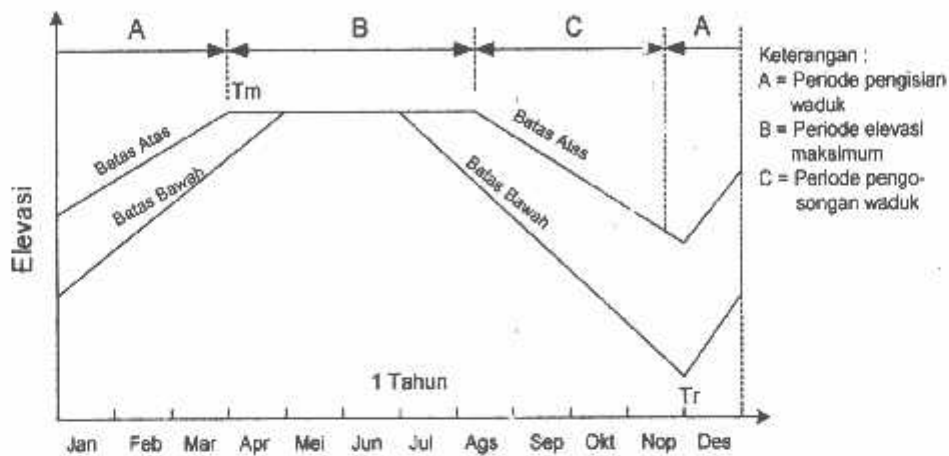
Sebuah pusat listrik tenaga air yang terdiri dari waduk, bendungan, saluran saluran air dan sentral daya beserta semua perlengkapannya seperti pada gambar berikut:



GAMBAR 2.4. SKEMA PRINSIP PLTA WADUK

Sering terjadi bahwa sebuah bendungan mempunyai fungsi lebih dari satu antara lain untuk pengendali banjir, irigasi, pembangkit tenaga listrik, penyediaan air baku, serta perikanan darat dan pariwisata. Agar air yang ditampung dalam waduk dapat digunakan secara optimal maka perlu diatur penggunaan pemakaian air melalui suatu pola operasi waduk yaitu suatu acuan atau pedoman pengaturan

Gambar 2.5. menggambarkan elevasi dari suatu waduk/kolam tandon tahunan yang dikehendaki dalam satu tahun berdasarkan perkiraan-perkiraan tersebut diatas.



GAMBAR 2.5. POLA OPERASI WADUK TAHUNAN

Selama periode pengisian waduk seperti ditunjukkan gambar 2.5 harus diusahakan agar tidak terletak diantara garis batas bawah dan batas atas. Apabila elevasi waduk terletak di bawah garis batas bawah, maka harus dilakukan penghematan penggunaan air, sebaliknya apabila elevasinya ada diatas garis batas atas harus diamati kenaikannya kalau perlu dengan membuka *hollow jet*. Pengendalian ini diperlukan karena kenaikan elevasi yang terlalu cepat dapat membahayakan bendungan. Pembukaan *hollow jet* harus pula diperhatikan agar tidak terjadi banjir di sebelah hilir. Apabila elevasi telah mencapai tinggi T_m yaitu nilai maksimalnya, memasuki periode elevasi maksimum, maka air akan melimpas melalui pelimpasan waduk, saluran digunakan bila air keluar dari waduk lebih kecil daripada air masuk ke waduk. Apabila air melimpas terlalu banyak maka *hollow jet* harus juga dibuka. Harus diusahakan agar periode ini bisa berlangsung selama mungkin karena selama periode ini tinggi terjun PLTA yang bersangkutan adalah maksimal, sehingga dengan jumlah air tertentu dapat membangkitkan tenaga listrik maksimal. Selama periode pengosongan yang biasanya adalah dalam musim kemarau juga harus dilakukan hal yang serupa

Dalam unit PLTA secara operasional perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

A. Beban Maksimum

Beban maksimum pada unit PLTA pada umumnya dapat mencapai nilai nominal seperti yang tertulis dalam spesifikasi pabrik. Nilai nominal ini dalam praktek kadang-kadang tidak tercapai karena:

- a. Ada bagian berputar (*Rotaring Part*) yang kurang sempurna misalnya bantalan atau poros yang kurang baik kedudukannya sehingga timbul suhu atau getaran yang berlebihan.
- b. Ada perapat (*Seal*) yang kurang baik sehingga air yang bertekanan tidak melalui rotor turbin tetapi langsung mengalir ke pipa pembuangan. Pada turbin francis hal ini terlihat dengan kurang rendahnya tekanan didalam pipa hisap (pipa pembuangan).
- c. Kurang tingginya permukaan air dalam kolam tandon sehingga tinggi terjun tidak cukup, kurang dari nilai yang disyaratkan oleh spesifikasi pabrik. Hal semacam ini kadang-kadang terjadi pada musim kemarau.

B. Beban Minimum

Beban minimum pada unit PLTA dibatasi :

- a. Masalah kavitasi dalam turbin untuk beban yang rendah. Jika kavitasi timbul pada turbin yang sedang berjalan, maka akan terjadi gejala-gejala yang berbahaya terhadap turbin, diantaranya menurunnya efisiensi, timbulnya getaran, terdengarnya berisik, dan lain-lain. Dalam turbin air, kavitasi terutama terjadi pada bagian-bagian sudu rotor yang menghisap air, pada ujung sebelah bawah dan atas dari kincir, pada pipa isap, pada bagian belakang sudu rotor, dan sebagainya.
 - b. Untuk PLTA serba guna dimana airnya juga dipakai untuk irigasi, ada syarat air minimum yang harus keluar dari PLTA untuk keperluan irigasi sehingga hal ini juga mensyaratkan beban minimum bagi PLTA. Hal yang serupa juga terjadi apabila air yang keluar dari PLTA dipergunakan untuk pelayaran sungai atau untuk air minum.
-

C. Kecepatan Perubahan Beban

Untuk unit PLTA masalah kecepatan perubahan beban dapat dilakukan dengan cepat jika dibandingkan dengan unit pembangkit lainnya. Unit PLTA umumnya dapat diubah bebannya dari 0% menjadi 100% dalam waktu kurang dari setengah menit. Perubahan beban yang relatif cepat pada PLTA dapat dilakukan karena kendala-kendalanya juga relatif sedikit dibandingkan dengan pusat listrik termis.

D. Perhitungan Cadangan Berputar

Untuk PLTA, cadangan berputar dapat dianggap sama dengan kemampuan maksimum dikurangi dengan beban sesaat dari unit, karena beban unit dapat dirubah dengan cepat seperti diuraikan dalam butir C

2.5. Metode *evolutionary programming* (EP)

Evolutionary Programming (EP) merupakan sebuah teknik di bidang komputasi evolusioner. Metode ini merupakan metode optimalisasi global yang umum dan kuat, yang tidak tergantung pada diferensial pertama dan kedua dari fungsi objektif dari problem yang akan dioptimalisasi. Metode ini mencari solusi optimal dengan mengembangkan satu populasi calon solusi-solusi pada sejumlah pembangkitan (generasi) atau iterasi. Selama masing-masing iterasi itu, populasi baru kedua dibentuk dari sebuah populasi yang ada melalui penggunaan operator mutasi. Operator ini menghasilkan satu solusi yang baru dengan mengganggu masing-masing komponen dari satu solusi yang ada lewat satu jumlah yang acak.

Tingkat masing-masing solusi atau individual-individual itu diukur lewat kecocokannya, yang dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi dari fungsi objektif masalah tersebut. Melalui pemakaian sebuah skema kompetisi, individual-

energi yang dibangkitkan oleh sistem hidro elektrik selama satu periode perencanaan ditambah nilai yang diharapkan dari sisa air di waduk pada penghujung periode tersebut. *Problem* ini dapat secara matematis dijelaskan sebagai berikut:

$$f(q, h) = \left[\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N V_{mn}(x_{mn}^k) + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N c^k G_{mn}(q_{mn}^k, h_{mn}^{k-1}) \right] \text{ Rupiah} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana : $V_{mn}(x_{mn}^k)$: harga yang diharapkan dari air yang tersisa di dalam waduk n pada sungai m di akhir bulan terakhir.

$G_{mn}(q_{mn}^k, h_{mn}^{k-1})$: Energi yang dibangkitkan oleh sebuah instalasi hidro elektrik pada bulan k

c^k : harga energi pada bulan k persatuan energi.

$V_{mn}(x_{mn}^k)$ merupakan harga yang diharapkan dari air yang tersisa di dalam waduk n pada sungai m di akhir bulan terakhir yang dipelajari, serta memenuhi rumus-rumus berikut:

1. Karakteristik volume terhadap tinggi jatuh (*storage-head*) pada waduk (*reservoir*) n di sungai m cukup dijelaskan dengan persamaan berikut :

$$x_{mn}^k = (a_{mn} + b_{mn} h_{mn}^k) \text{ Mm}^3 \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana : a dan b adalah konstanta

h_{mn}^k = tinggi jatuh dari waduk n di sungai m pada akhir bulan k dalam meter.

Pada persamaan di atas, diasumsikan bahwa elevasi air saluran hilir (*tailwater*) tidak tergantung pada besarnya pelepasan air dan a_{mn} serta b_{mn} itu merupakan konstanta.

- Agar dapat direalisasikan dan juga untuk memenuhi syarat pemakaian air serbaguna, seperti pengendalian banjir, irigasi, perikanan dan tujuan-tujuan lain, maka limit atas dan bawah harus terpenuhi.

Batas atas dan bawah pada tinggi jatuh

$$h_{mn}^{\min} \leq h_{mn}^k \leq h_{mn}^{\max} \dots\dots\dots(2.8)$$

Batas atas dan bawah pada pelepasan air

$$q_{mn}^{\min} \leq q_{mn}^k \leq q_{mn}^{\max} \dots\dots\dots(2.9)$$

Energi yang dibangkitkan oleh sebuah instalasi sistem hidro elektrik pada bulan k diwakili persamaan:

$$G(q, h) = 9.8 \eta q h t \text{ kWdetik}$$

$$G_{mn}(q_{mn}^k, h_{mn}^{k-1}) = \frac{9.8 \times 10^3}{3600} \eta_{mn} q_{mn}^k h_{mn}^{k-1}, \text{ MWh}$$

$$G_{mn}(q_{mn}^k, h_{mn}^{k-1}) = 2.723 \eta_{mn} q_{mn}^k h_{mn}^{k-1}, \text{ MWh} \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana : η_{mn} : efisiensi waduk n di sungai m

Besar harga, dalam hitungan rupiah, dari jumlah air yang tersisa di waduk pada akhir periode perencanaan, K , untuk reservoir n pada sungai m diwakili persamaan:

$$V_{mn}(h_{mn}^K) = a_{mn} + b_{mn} h_{mn}^K \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan demikian, masalah penjadwalan (scheduling problem) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f(q, h) = \left[\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (a_{mn} + b_{mn} h_{mn}^k) + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N 2.723 \eta_{mn} c^k q_{mn}^k h_{mn}^{k-1} \right] \text{Rupiah} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.7. Penjadwalan Sistem Hidro Jangka Panjang Berbasis Evolutionary

Programming

$Q_i = [\{ (q_{i1}^1, q_{i1}^2, \dots, q_{i1}^k), \dots, (q_{iN}^1, q_{iN}^2, \dots, q_{iN}^k) \}, \dots, \{ (q_{iM}^1, q_{iM}^2, \dots, q_{iM}^k), (q_{iMN}^1, q_{iMN}^2, \dots, q_{iMN}^k) \}]^T$ sebagai vektor percobaan yang menunjukkan individual ke- i , dari sebuah populasi untuk dikembangkan (diubah).

1. Inisialisasi (Pengawalan)

Vektor induk percobaan awal $Q_i, i=1,2,\dots, N_p$ ditentukan dengan men-setting pelepasannya dari waduk n pada sungai m pada bulan ke- k , dengan $q_{mn}^k = U[q_{mn}^{\min}, q_{mn}^{\max}]$ dimana itu $q_{mn}^k = U[q_{mn}^{\min}, q_{mn}^{\max}]$ merupakan angka acak yang seragam antara q_{mn}^{\min} dan q_{mn}^{\max} sementara $m=1,2,\dots, M_i$ dan $n=1,2,\dots, N$ dan $k=1,2,\dots, K$.

2. Penciptaan Turunan (Creation Of Offspring)

Satu vektor turunan Q_i' diciptakan dari masing-masing induk Q_i dengan menambahkan pada tiap-tiap komponen Q_i variabel acak Gaussian dengan rata-rata nol dan sebuah deviasi standar yang proporsional dengan solusi induk percobaan, yakni :

$$Q_i' = [\{ (q_{i1}^1, q_{i1}^2, \dots, q_{i1}^k), \dots, (q_{iN}^1, q_{iN}^2, \dots, q_{iN}^k) \}, \dots, \{ (q_{iM1}^1, q_{iM1}^2, \dots, q_{iM1}^k), \dots, (q_{iMN}^1, q_{iMN}^2, \dots, q_{iMN}^k) \}]^T$$

$$q_{mn}^k = q_{mn}^k + N(0, \sigma_{mn}^2)$$

Dimana $N(\mu, \sigma_{mn}^2)$ menunjukkan sebuah variabel acak Gaussian dengan rata-rata μ dan deviasi standar σ_{mn} .

Deviasi Standar σ_{mn} mengindikasikan kisaran turunan yang diciptakan di sekitar solusi induk percobaan σ_{mn} terjadi menurut persamaan berikut:

$$\sigma_{mn} = \beta \times \{ f_{\max}(q, h) - f_i(q, h) \} \times (q_{mn}^{\max} - q_{mn}^{\min})$$

Dimana f_{\max} merupakan nilai maksimum dari fungsi objektif di antara solusi-solusi N_p , $f_i(q, h)$ merupakan nilai dari fungsi objektif yang terhubungkan dengan vector percobaan Q_i dan β merupakan skala mutasi-nya.

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Panjang saluran | 600 m |
| Kapasitas | 1600 m ³ / dt |
| Panjang jembatan beton | 12 m |
| Lebar jembatan beton | 9,3 m |
| Panjang jembatan baja | 22 m |
| Lebar jembatan baja | 9,3 m |

Keterangan:

- DPS : Daerah Pengaliran Sungai
- FWL : *Flood Water Level*, muka air banjir
- HWL : *High Water Level*, muka air tinggi
- LWL : *Low water Level*, muka air rendah
- TWL : *Tailrace Water Level*

Data teknis yang ada di ruang kontrol, khususnya turbin dan generator terdiri dari tiga unit dengan spesifikasi sebagai berikut.

TABEL 3-2
KAPASITAS TURBIN DI PLTA SUTAMI

| Data Turbin | Per Unit Turbin | Data Turbin | Unit Turbin |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| <i>Type</i> | <i>Vertical Shaft Francis Reaction</i> | <i>Max Discharge</i> | 53,5 m ³ / dt |
| Daya Output | 36.000 kW | <i>Max Gross Head</i> | 93,5 m |
| <i>Rated Head</i> | 78 m | <i>Max Net Head</i> | 89,7 m |
| <i>Efective Head</i> | 85,3 m | <i>Min Net Head</i> | 60,5 m |
| Speed | 250 rpm | Buatan | Toshiba |

elevasi normal, dimana elevasi operasi maksimum waduk Wlingi adalah pada ketinggian 164 meter dan minimum pada ketinggian 162 meter

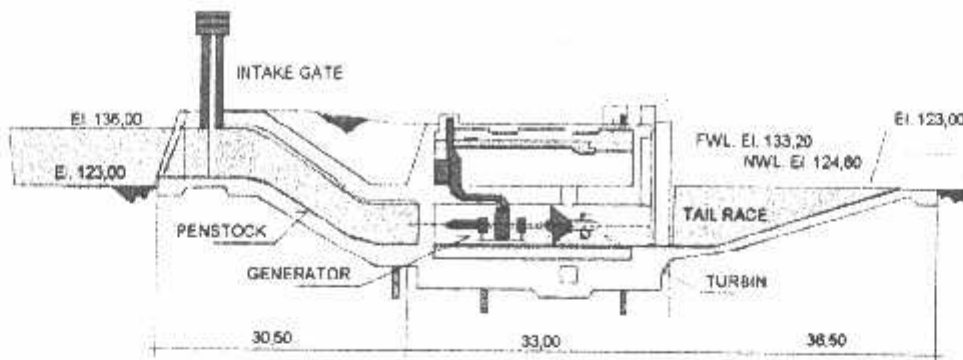
Inflow waduk Wlingi berasal dari outflow PLTA Sutami ditambah remaining basin sungai Lekso dan sungai Jari, yang dialirkan ke waduk Wlingi.

3.3. PLTA Lodoyo

PLTA Lodoyo terletak di sebelah hilir kurang lebih 7 km dari bendungan Wlingi, tepatnya berada di kecamatan Kanigoro kabupaten Blitar. PLTA Lodoyo dioperasikan dengan memanfaatkan air sungai Jati dan kali Brantas dengan produksi rata-rata sebesar 36.470.000 kWh/ tahun yang disalurkan melalui jaringan 22 kV ke PLTA Wlingi.

PLTA Lodoyo merupakan salah satu unit PLTA dari sebelas unit PLTA yang ada dan dikelola langsung oleh unit induk, yaitu PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas. PLTA Lodoyo dioperasikan dengan memanfaatkan air outflow dari PLTA Wlingi ditambah remaining basin sungai Bogel dan sungai Siwalan yang masuk ke bendungan Lodoyo.

Pembangunan dam Lodoyo dilaksanakan oleh proyek Brantas dengan bantuan konsultan dari Nippon Koei, Co. Ltd, dimana pada bulan september 1983. PLTA Lodoyo dioperasikan secara komersial. PLTA Lodoyo mempunyai satu unit pembangkit dengan kapasitas tiap unit 4,5 MW. Adapun tujuan dibangunnya bendungan Lodoyo sebagai waduk sebagai waduk harian untuk pembangkitan listrik dan irigasi sehingga dilengkapi juga dengan pintu pengambilan air untuk irigasi.



GAMBAR 3-3. SKEMA PLTA LODOYO

Data teknis yang ada di ruang kontrol, khususnya turbin dan generator terdiri dari satu unit dengan spesifikasi sebagai berikut:

TABEL 3-6
KAPASITAS TURBIN PLTA LODOYO

| Data Turbin | Per Unit Turbin | Data Turbin | Per Unit Turbin |
|---------------|--------------------|----------------|---------------------------|
| Type | Horisontal Tubular | Max Discharge | 47,20 m ³ / dt |
| Daya Output | 4,7 kW | Max gross Head | 11,6 m |
| Rated Head | 11,60 m | Max Net Head | 54,4 m |
| Efektive Head | 8,50 m | Min Net Head | 5,8 m |
| Speed | 150 rpm | Buatan | Toshiba |

TABEL 3-7
KAPASITAS GENERATOR DI PLTA LODOYO

| Data Teknis | Per Unit Generator |
|---------------|---------------------------|
| Type | EBK.AK Horizontal Shaft |
| Daya Output | 4.500 kW |
| Tegangan | 6.600 V |
| Cos ϕ | 0,85 |
| Frekuensi | 50 Hz |
| Kelas Isolasi | C |
| Hubungan | Y Titik netral ditanahkan |
| Buatan | Meidensha, Japan |

3.3.1. Pola Operasi Waduk Lodoyo.

Pola operasi waduk adalah acuan atau pedoman pengaturan air untuk pengoperasian waduk-waduk yang disepakati bersama oleh pemanfaat air dan pengelola melalui Panitia Tata Pengaturan Air (PTPA). Mengingat jumlah ketersediaan air yang tercantum didalam pola operasi waduk (inflow) merupakan debit dengan tingkat keandalan tertentu, berarti masih ada kemungkinan dilapangan terjadi debit yang lebih kecil ataupun lebih besar dari pola yang ada. Bila hal itu terjadi maka petugas dilapangan harus mengadakan penyesuaian dengan cara melakukan koordinasi dengan pihak terkait. Dari sini dapat diketahui bahwa ketersediaan air di dalam waduk sangat menentukan dalam pembangkitan tenaga listrik.

Low Water Level (LWL) waduk Lodoyo minimumnya adalah 246 meter, karena dibawah level 246 meter tinggi jatuh air tidak efisien untuk membangkitkan daya yang besar.

3.3.2. Volume Waduk Lodoyo

Dalam mengoperasikan PLTA Lodoyo, adalah sangat penting untuk mengetahui jumlah volume air yang terdapat di dalam waduk Lodoyo pada setiap elevasi. Hal ini diperlukan agar waduk Lodoyo tetap dapat beroperasi dalam

3.4.1. Pola Operasi Waduk Selorejo

Seperti diketahui bahwa PLTA Selorejo beroperasi dengan memanfaatkan waduk Selorejo sebagai tampungan dari Inflow yang masuk kedalam waduk yang terutama berasal dari Sungai Kwayangan dan Sungai Konto sendiri. Waduk ini direncanakan untuk keperluan multi guna selain untuk kepentingan PLTA sendiri. Secara hirarki, peringkat kepentingan penggunaan air waduk Selorejo ini adalah untuk keperluan pengendalian banjir, air sungai, irigasi, PLTA dan pariwisata. Data debit Inflow rata rata waduk Selorejo yang didapat dari Perum Jasa Tirta berupa data debit perdekade dimana pola operasi PLTA Selorejo selalu berubah setiap tahun, menyesuaikan dengan ramalan debit masukan (Inflow) waduk, adapun data dasar yang digunakan untuk pengoperasian waduk Selorejo adalah :

- a. Kapasitas waduk maximum : 62.300.000 m³
 - b. Kapasitas waduk efektif : 50.100.000 m³
 - c. Batas muka air tertinggi : EL 622.00 m
 - d. Batas muka air terendah : EL 598.00 m
 - e. Batas muka air operasi terendah : EL 606.00 m
-

Kemudian prosedurnya diulang untuk persamaan-persamaan selebihnya. Sehingga menghasilkan :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = c_1 \quad (3.4a)$$

$$a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = c_2 \quad (3.4b)$$

$$\vdots$$

$$a_{nn}^{(n-1)}x_n = c_n^{(n-1)} \quad (3.4c)$$

3. Bendungan Lodoyo

$$Y = b_0 + b_1 \times q_{\text{out}} + b_2 \times \text{Elev} + b_{12} \times q_{\text{out}} \times \text{Elev} + b_{11} \times q_{\text{out}}^2 + b_{22} \times \text{Elev}^2$$

Di mana : $Y = P =$ daya Pembangkitan (MW)

$$X_1 = q_{\text{out}} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$X_2 = \text{Elevasi (m)}$$

TABEL 3-10
KONVERSI MW TERHADAP OUTFLOW PLTA LODOYO

| X_1 | X_2 | Y |
|-------|-------|-----|
| 10.52 | 136 | 1.0 |
| 15.78 | 136 | 1.5 |
| 21.04 | 136 | 2.0 |
| 26.30 | 136 | 2.5 |
| 31.56 | 136 | 3.0 |
| 36.82 | 136 | 3.5 |
| 42.08 | 136 | 4.0 |
| 47.34 | 136 | 4.5 |

$$nb_0 + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 + b_{11} \sum X_1^2 + b_{22} \sum X_2^2 + b_{12} \sum X_1 X_2 = \sum Y$$

$$b_0 \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_{11} \sum X_1^3 + b_{22} \sum X_1 X_2^2 + b_{12} \sum X_1^2 X_2 = \sum X_1 Y$$

$$b_0 \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_{11} \sum X_1^2 X_2 + b_{22} \sum X_2^3 + b_{12} \sum X_1 X_2^2 = \sum X_2 Y$$

$$b_0 \sum X_1^2 + b_1 \sum X_1^3 + b_2 \sum X_1^2 X_2 + b_{11} \sum X_1^4 + b_{22} \sum X_1^2 X_2^2 + b_{12} \sum X_1^3 X_2 = \sum X_1^2 Y$$

$$b_0 \sum X_2^2 + b_1 \sum X_1 X_2^2 + b_2 \sum X_2^3 + b_{11} \sum X_1^2 X_2^2 + b_{22} \sum X_2^4 + b_{12} \sum X_1^2 X_2^3 = \sum X_2^2 Y$$

$$b_0 \sum X_1 X_2 + b_1 \sum X_1^2 X_2 + b_2 \sum X_1 X_2^2 + b_{11} \sum X_1^3 X_2 + b_{22} \sum X_1 X_2^3 + b_{12} \sum X_1^2 X_2^2 = \sum X_1 X_2 Y$$

Kemudian persamaan diselesaikan memakai eliminasi gauss, sehingga

hasilnya :

$$Y = b_0 + b_1 \times q_{\text{out}} + b_2 \times \text{Elev} + b_{12} \times q_{\text{out}} \times \text{Elev} + b_{11} \times q_{\text{out}}^2 + b_{22} \times \text{Elev}^2$$

$$= -2.3442 - 1.0433 \times q_{\text{out}} + 0.028294 \times \text{Elev} + 0.0083572 \times q_{\text{out}} \times \text{Elev} +$$

$$0.000011643 \times q_{\text{out}}^2 - 0.000079665 \times \text{Elev}^2$$

TABEL 3 - 12
DATA DEBIT RATA-RATA INFLOW INDEPENDENT WADUK (m³/s)

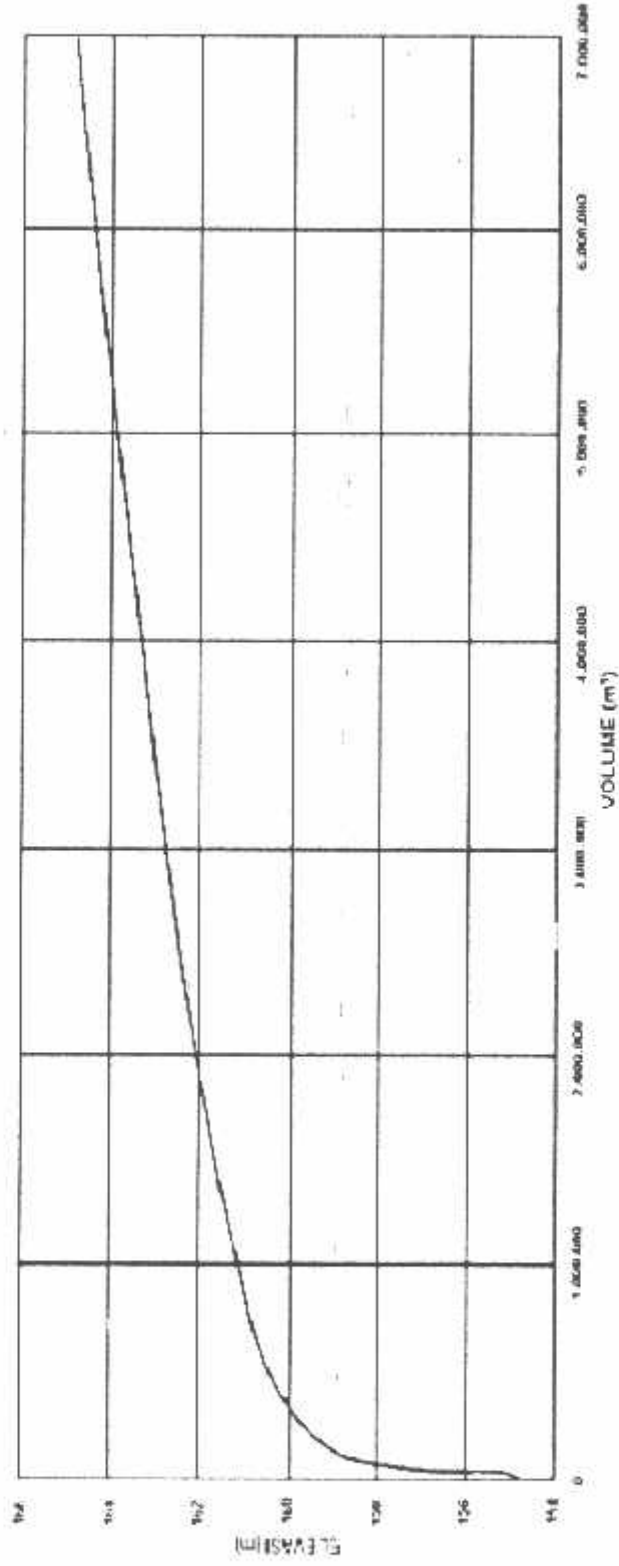
Tahun 2004

| Bulan | Nama Pembangkit | | | |
|-----------|-----------------|--------|--------|----------|
| | Sutami | Wlingi | Lodoyo | Selorejo |
| Januari | 84.13 | 25.09 | 44.87 | 9.75 |
| Februari | 116.37 | 39.19 | 63.72 | 15.82 |
| Maret | 151.90 | 41.70 | 80.90 | 17.84 |
| April | 88.01 | 15.81 | 38.22 | 11.00 |
| Mei | 65.15 | 7.67 | 58.37 | 10.00 |
| Juni | 53.15 | 2.71 | 23.96 | 7.26 |
| Juli | 45.51 | 2.93 | 20.37 | 6.62 |
| Agustus | 35.90 | 23.35 | 11.33 | 5.54 |
| September | 40.00 | 30.83 | 8.40 | 6.79 |
| Oktober | 35.62 | 29.92 | 7.02 | 6.15 |
| Nopember | 65.55 | 46.35 | 28.60 | 7.96 |
| Desember | 123.29 | 134.38 | 136.34 | 13.76 |

GRAFIK 3-2
LENGKUNG KAPASITAS WADUK WLINGI

Rumus : $V = 20.862.139.584,741000 - 531.163.491,579845 h - 3.272.221,001615960 h^2 + 12.914,43582945410 h^3 - 185,437381879332 h^4 + 0,467170166854 h^5$

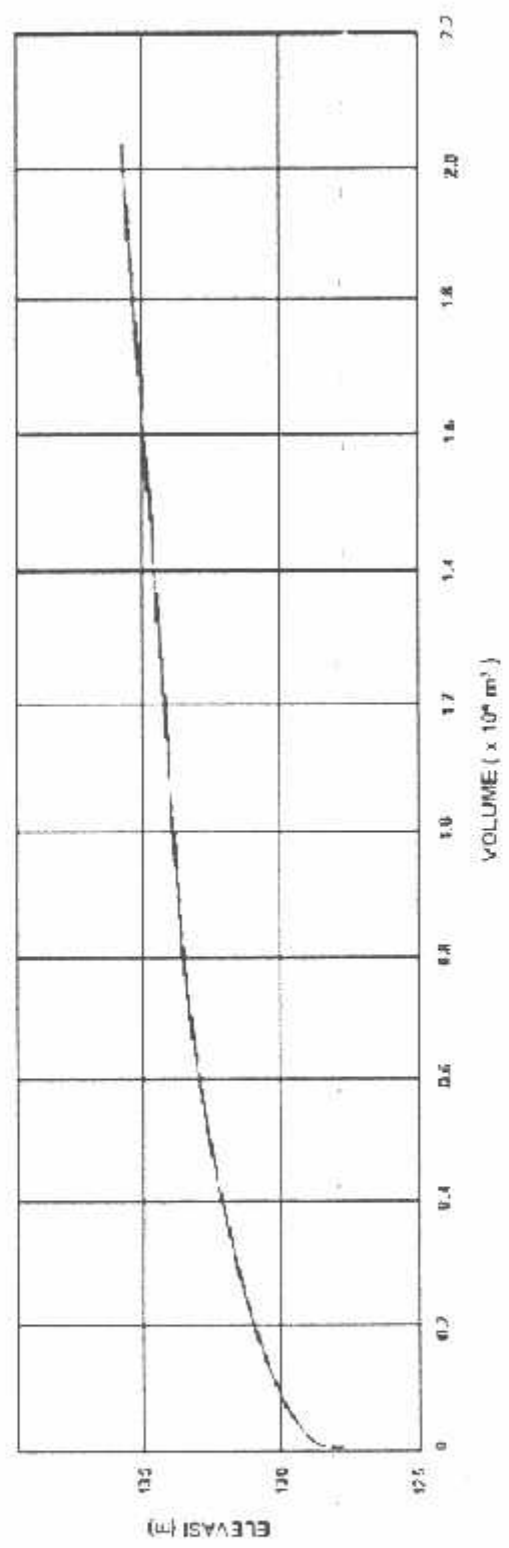
H - V CURVE WADUK WLINGI



GRAFIK 3-3
LENGKUNG KAPASITAS WADUK LODOYO

Rumus : $V = -4.583.124.334,54836 - 709.953,290,31764 h - 24.156.989,65252 h^2 - 284.317,20432 h^3 + 1.458,67647 h^4 - 2,78335 h^5$

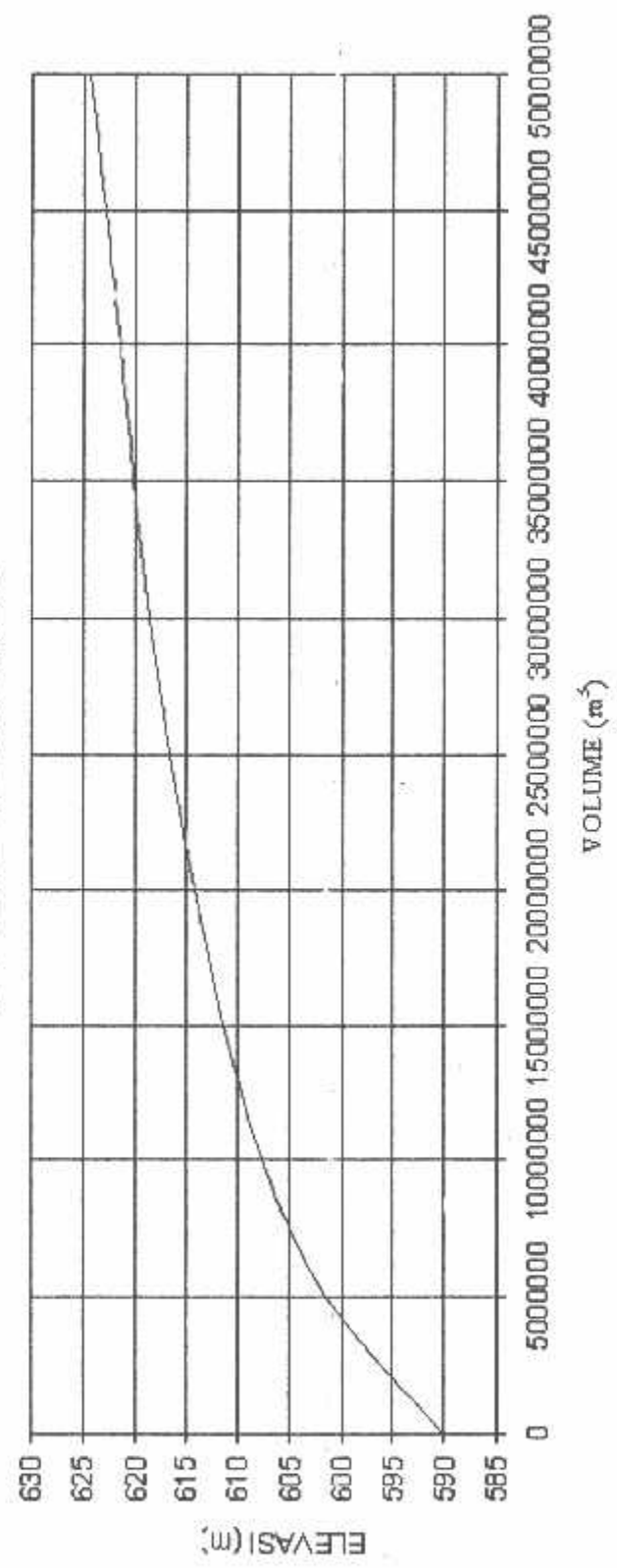
H - V CURVE WADUK LODOYO



GRAFIK 3-4
LENGKUNG KAPASITAS WADUK SELOREJO

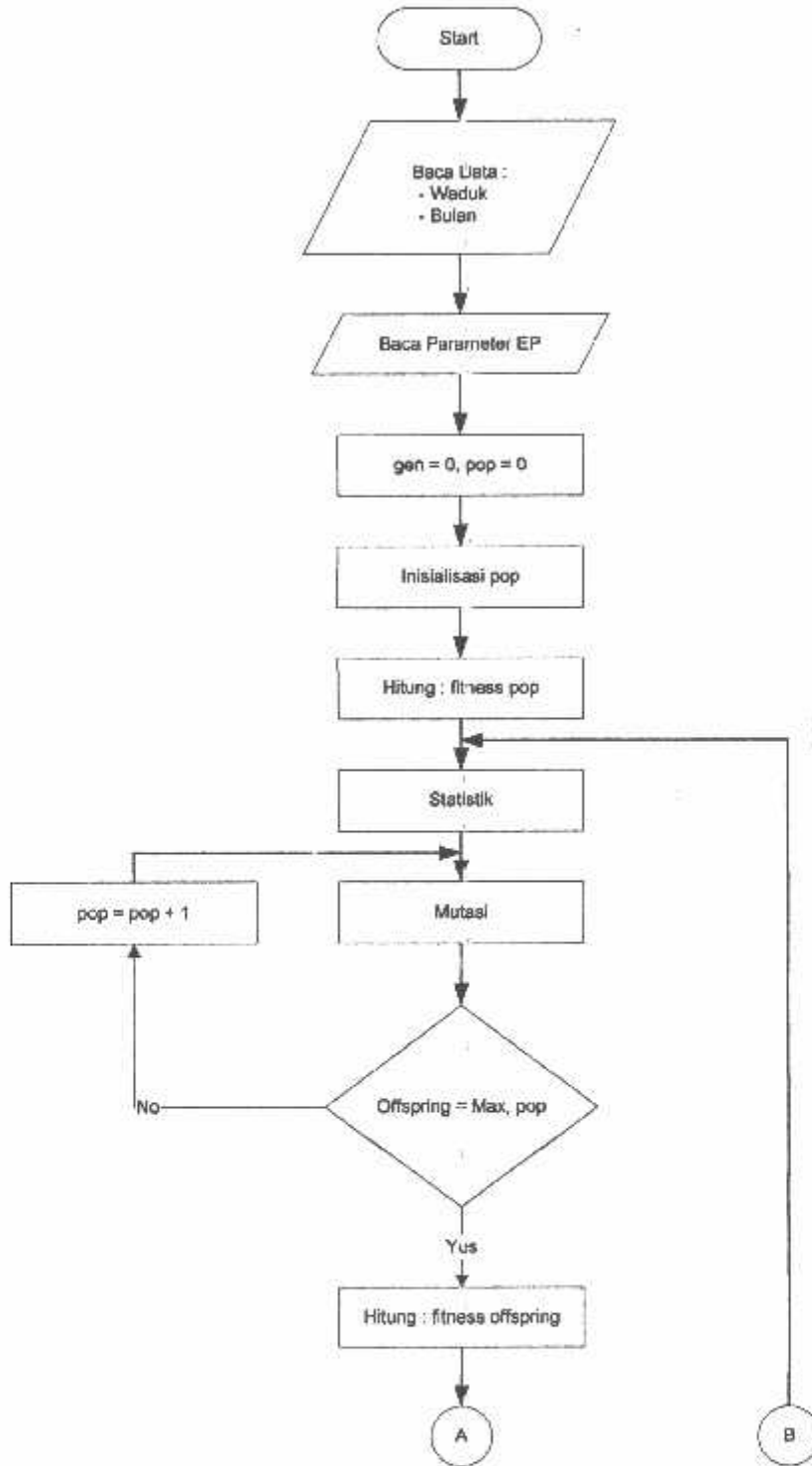
Rumus : $V = 159,650,999,229,48600 - 771,336,130,228070h + 403,442,45780636h^2 - 3,499,9892256407h^3 - 6,9069532947h^4 + 0,0038201976h^5$

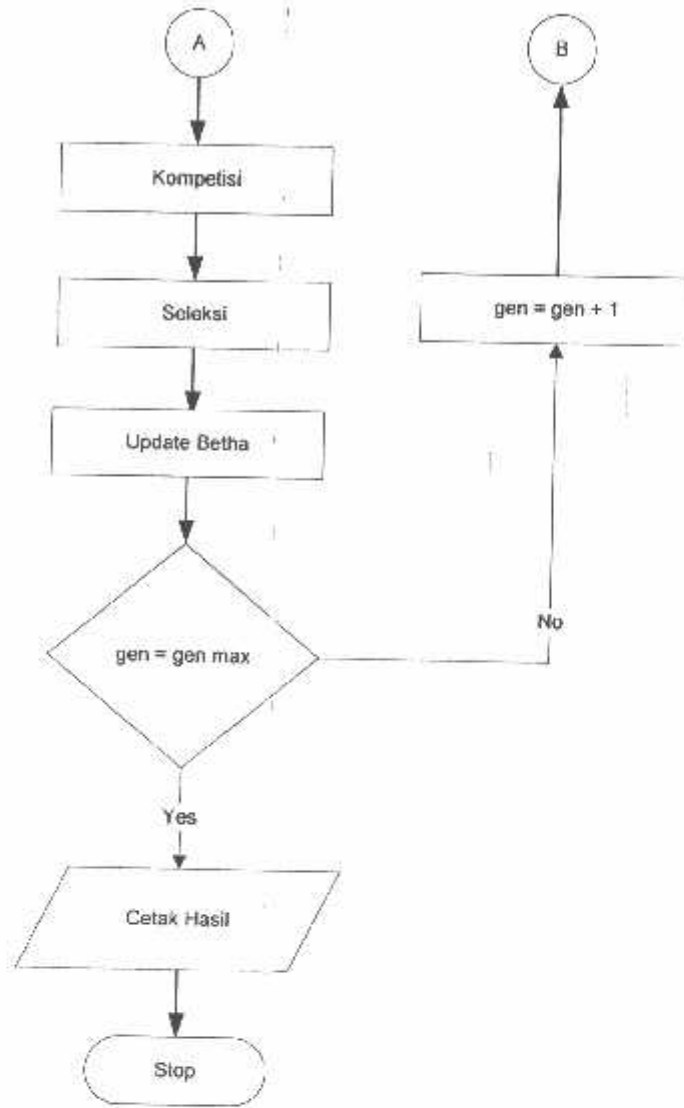
H - V CURVE WADUK SELOREJO



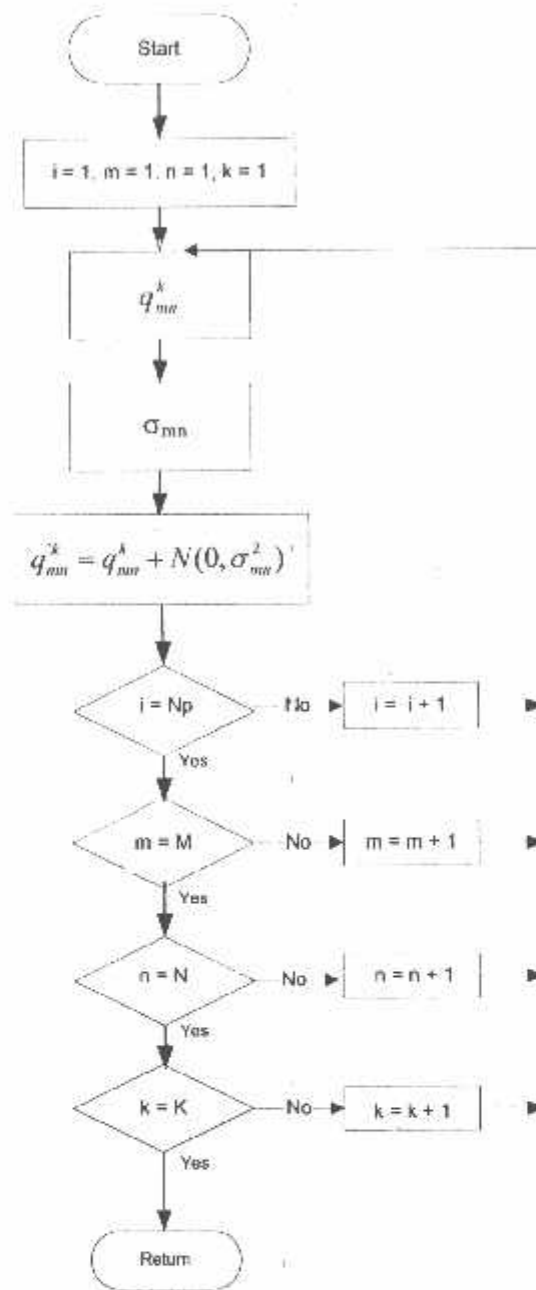
45

3. Generasi = 0, populasi = 0
 4. Inisialisasi pop
 5. Menghitung fitness tiap-tiap individu
 6. Melakukan proses statistik
 7. Melakukan mutasi
 8. Apakah offspring = max, pop
 - jika “tidak” maka populasi = pop + 1 kemudian lakukan langkah 7 dan
 - jika “ya” lanjutkan ke langkah 9
 9. Menghitung fitness offspring
 10. Melakukan proses kompetisi
 11. Melakukan proses seleksi
 12. Apakah generasi = gen max,
 - jika “tidak” maka generasi = gen + 1, kembali ke langkah 6,
 - jika “ya” maka lanjutkan ke langkah 13
 13. Cetak hasil
 14. Stop
-

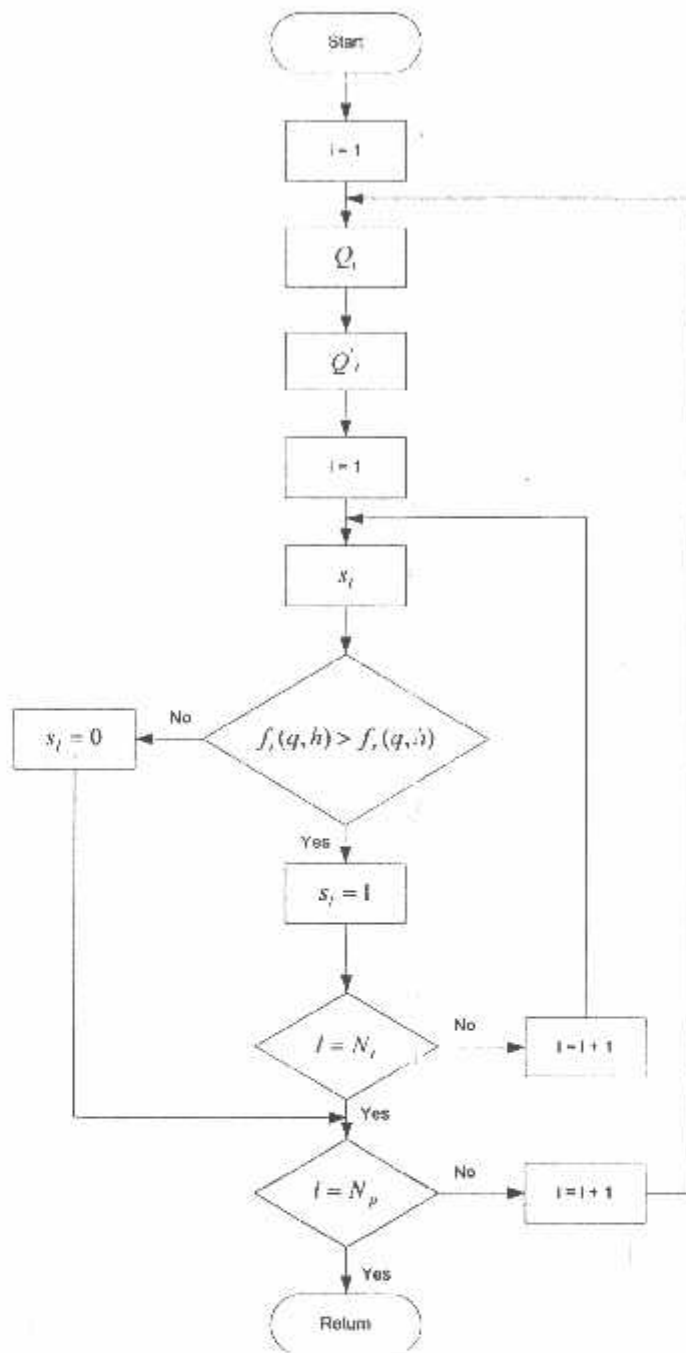
4.3. Flowchart Metode Evolutionary Programming.



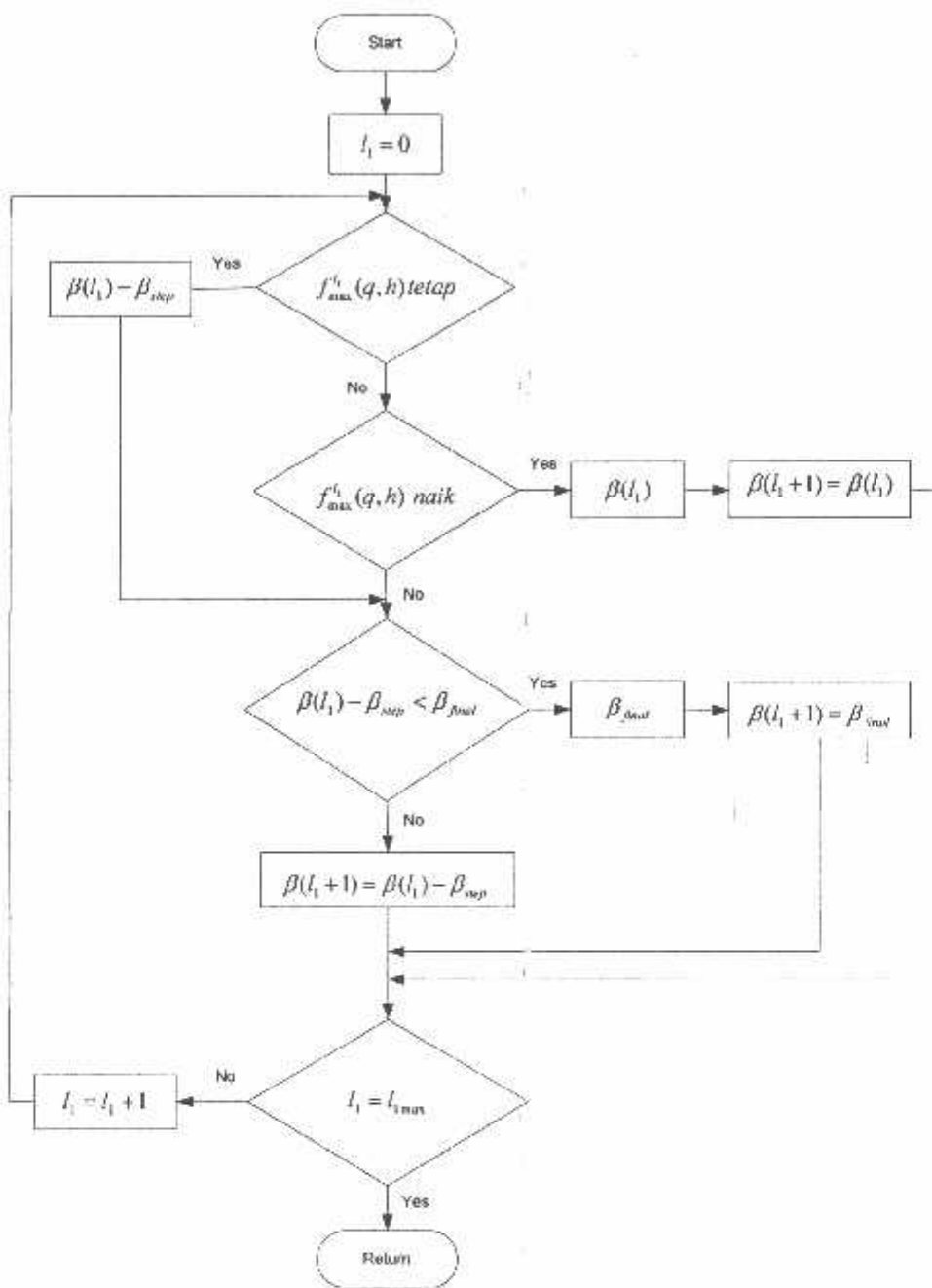
GAMBAR 4.1. *FLOWCHART METODE EVOLUTIONARY PROGRAMMING*



GAMBAR 4.3. FLOWCHART PROSES OFFSPRING



GAMBAR 4.4. *FLOWCHART* PROSES KOMPETISI DAN SELEKSI



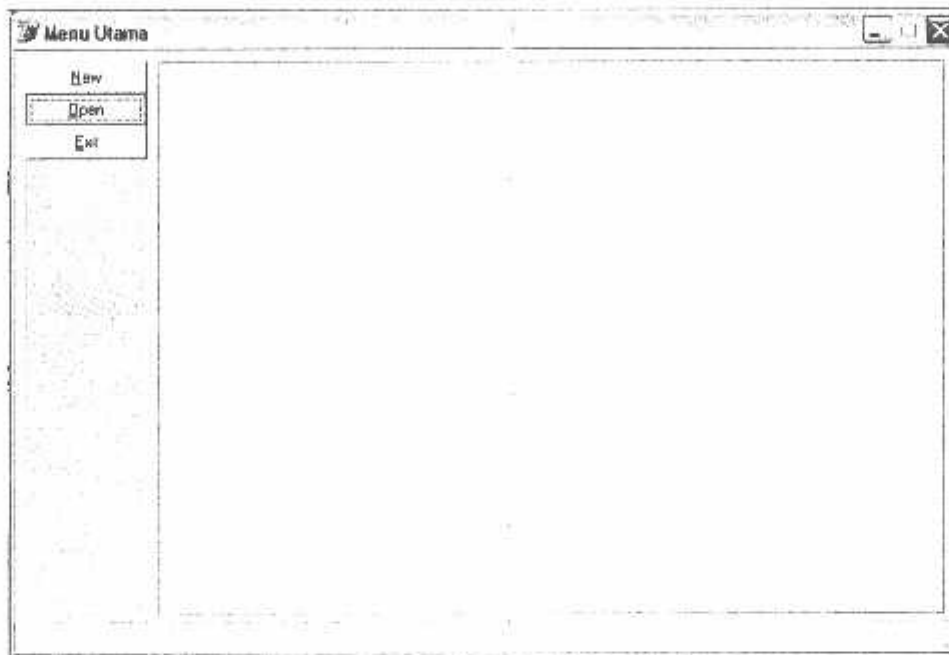
GAMBAR 4.5. FLOWCHART PROSES MUTASI

4.4. Tampilan Program

Program dalam skripsi ini dijalankan dengan komputer berprosesor AMD Athlon XP, dengan memori 128 Mb. Mengenai jalannya program ikuti prosedur program sebagai berikut :

1. Menu utama dari program.

Tekan tombol open untuk membuka data base yang sudah tersimpan.



GAMBAR 4.6. TAMPILAN MENU UTAMA

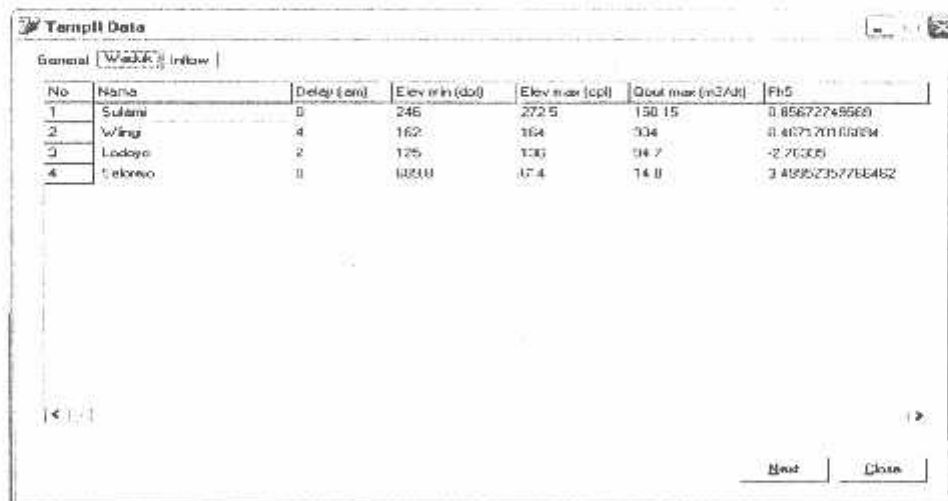
2. Tampilan data.

Berisi general data, data waduk, dan data inflow pembangkit. Kemudian tekan general data untuk mengetahui jumlah waduk, jumlah periode dan delta waktu.



GAMBAR 4.7. TAMPILAN GENERAL DATA

3. Tekan tombol waduk, untuk mengetahui data Delay, Elevasi minimal, Elevasi maksimum, $Q_{out\ max}$.



GAMBAR 4.8. TAMPILAN DATA WADUK

4. Tekan tombol inflow, untuk mengetahui data inflow *independent* dan outflow.

Tampil Data

General | Waduk | Inflow | Grafik Qout

| Inflow | | | | | Outflow | | | | |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Waduk 1 | Waduk 2 | Waduk 3 | Waduk 4 | | Waduk 1 | Waduk 2 | Waduk 3 | Waduk 4 |
| Per 1 | 84,13 | 25,09 | 44,87 | 3,75 | Per 1 | 70,58 | 93,6 | 49,08 | 7,27 |
| Per 2 | 116,37 | 39,19 | 63,72 | 15,82 | Per 2 | 107,29 | 129,24 | 43,1 | 10,27 |
| Per 3 | 151,9 | 41,7 | 80,9 | 17,94 | Per 3 | 142,82 | 176,9 | 48,73 | 13,95 |
| Per 4 | 88,01 | 15,81 | 38,22 | 11 | Per 4 | 87,33 | 102,55 | 46,53 | 11,74 |
| Per 5 | 65,15 | 7,67 | 58,97 | 10 | Per 5 | 65,06 | 68,93 | 44,98 | 7,74 |
| Per 6 | 50,15 | 2,71 | 23,96 | 7,25 | Per 6 | 56,25 | 56,94 | 48,55 | 8,92 |
| Per 7 | 45,51 | 2,93 | 20,37 | 6,62 | Per 7 | 49,69 | 51,4 | 43,28 | 7,94 |
| Per 8 | 35,9 | 23,05 | 11,33 | 5,54 | Per 8 | 21,06 | 43,03 | 47,06 | 7,5 |
| Per 9 | 40 | 30,03 | 6,4 | 6,79 | Per 9 | 20,41 | 50,58 | 46,33 | 9,18 |
| Per 10 | 36,62 | 29,52 | 7,02 | 6,15 | Per 10 | 16,54 | 44,73 | 48,02 | 8,75 |
| Per 11 | 65,35 | 46,35 | 28,6 | 7,96 | Per 11 | 35,89 | 78,09 | 49,29 | 9,13 |
| Per 12 | 123,28 | 134,38 | 136,34 | 13,76 | Per 12 | 59,88 | 141,44 | 41,87 | 13,06 |

Next Done

GAMBAR 4.9. TAMPILAN DATA INFLOW

5. Setelah memasukkan *input* yang dibutuhkan, maka komputasi dapat dilakukan. Tampilan dari perhitungan tes program dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Hasil

Parameter | Qoutflow | Elevasi | Summary | Grafik Qout | Grafik Elevasi | Grafik EP | Grafik Energi

Setting Elevasi Awal dan Akhir Waduk

| No | Nama Waduk | Elev Start | Elev Stop |
|----|------------|------------|-----------|
| 1 | Sukemi | 261,5 | 263,5 |
| 2 | Wingsi | 163,1 | 162,9 |
| 3 | Lodoyo | 135,2 | 135,3 |
| 4 | Selorelo | 811,2 | 811,9 |

Harga Air 31170 Rp/MWh

Parameter Evolutionary Programming

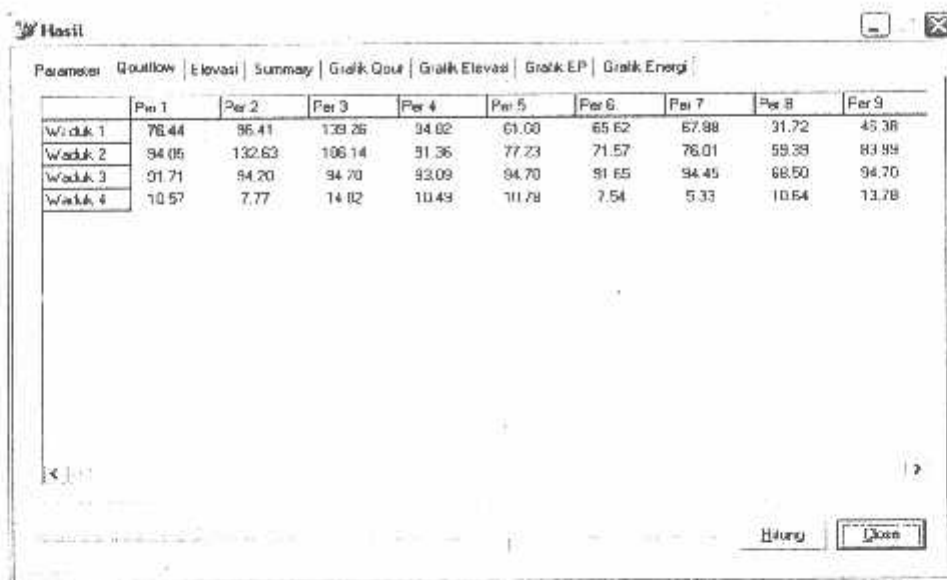
Max Generasi 1000
 PopSize 50
 Konstanta Beta 0,03
 Konstanta Ka 10000000
 Jumlah Periode 12
 Jumlah Waduk 4

Rekal Default

Hitung Done

GAMBAR 4.10. TAMPILAN PARAMETER EP

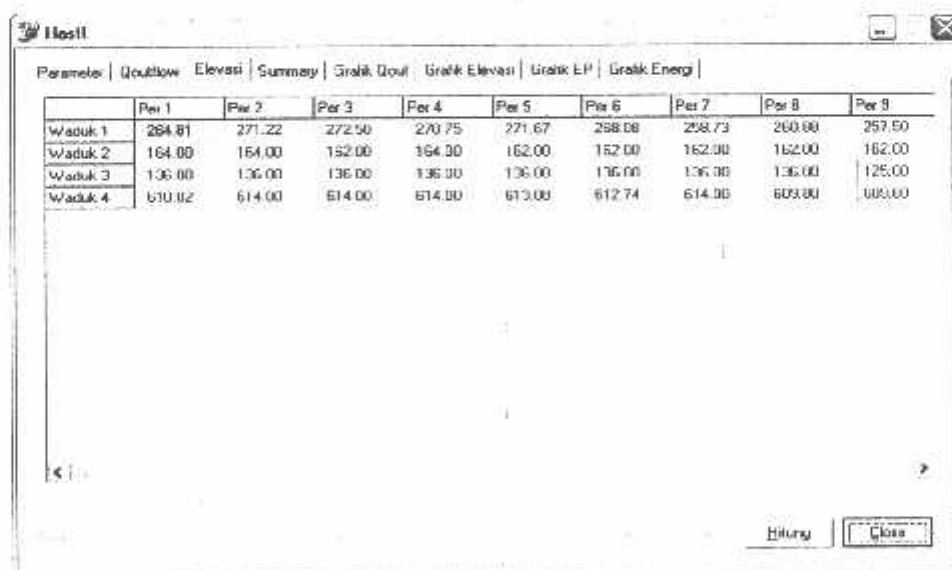
7. Tekan tombol Q outflow, untuk mengetahui hasil Q outflow yang dihitung.



| Parameter | Qoutflow | Elevasi | Summary | Grafik Qout | Grafik Elevasi | Grafik EP | Grafik Energi | | |
|-----------|----------|---------|---------|-------------|----------------|-----------|---------------|-------|-------|
| | Per 1 | Per 2 | Per 3 | Per 4 | Per 5 | Per 6 | Per 7 | Per 8 | Per 9 |
| Waduk 1 | 76.44 | 86.41 | 139.26 | 94.02 | 61.00 | 65.62 | 67.88 | 31.72 | 45.38 |
| Waduk 2 | 94.05 | 132.63 | 106.14 | 51.36 | 77.23 | 71.57 | 76.01 | 59.39 | 89.99 |
| Waduk 3 | 01.71 | 94.20 | 94.70 | 93.09 | 94.70 | 91.65 | 94.45 | 68.50 | 94.70 |
| Waduk 4 | 10.57 | 7.77 | 14.02 | 10.49 | 10.78 | 7.54 | 5.33 | 10.64 | 13.78 |

GAMBAR 4.11. TAMPILAN HASIL Q OUTFLOW

8. Tekan tombol elevasi, untuk mengetahui hasil elevasi yang dihasilkan metode *evolutionary programming*.



| Parameter | Qoutflow | Elevasi | Summary | Grafik Qout | Grafik Elevasi | Grafik EP | Grafik Energi | | |
|-----------|----------|---------|---------|-------------|----------------|-----------|---------------|--------|--------|
| | Per 1 | Per 2 | Per 3 | Per 4 | Per 5 | Per 6 | Per 7 | Per 8 | Per 9 |
| Waduk 1 | 264.81 | 271.22 | 272.50 | 270.75 | 271.67 | 268.08 | 268.73 | 260.00 | 257.50 |
| Waduk 2 | 164.00 | 164.00 | 162.00 | 164.00 | 162.00 | 162.00 | 162.00 | 162.00 | 162.00 |
| Waduk 3 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 125.00 |
| Waduk 4 | 610.02 | 614.00 | 614.00 | 614.00 | 613.00 | 612.74 | 614.00 | 603.00 | 600.00 |

GAMBAR 4.12. TAMPILAN HASIL ELEVASI

9. Tekan tombol **summary** untuk melihat selisih energi program dan energi dari PLN.

Hasil

Parameter | Qoutflow | Elevasi | Summary | Grafik Qout | Grafik Elevasi | Grafik EP | Grafik Energi

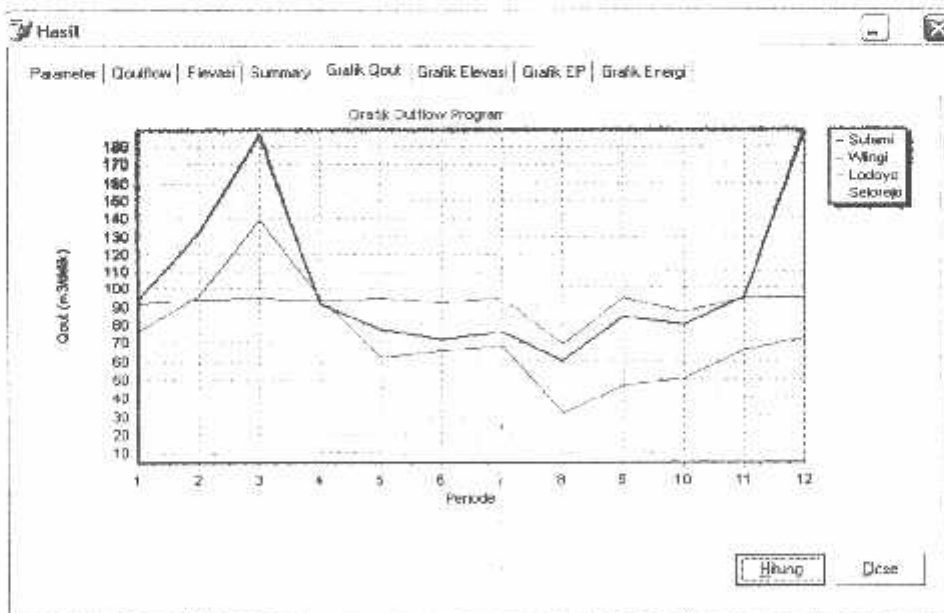
| Per | Energi PLN (MWh) | Energi Program (MWh) | Selisih | Total Energi Program (MWh) | Volume Air Spillway (m3) |
|-----|------------------|----------------------|---------|--------------------------------|--------------------------|
| 1 | 87,025.92 | 33,120.89 | 6,094 | 1,026,051.54 | 2,045,340,305.96 |
| 2 | 99,505.62 | 102,996.85 | -3,491 | | |
| 3 | 95,387.68 | 98,385.56 | -2,998 | 31,992,026,456.83 | 3,295,683,685.10 |
| 4 | 94,533.29 | 97,239.98 | -2,706 | | |
| 5 | 79,816.02 | 81,416.82 | -1,599 | 9,570 | 1,210,343,329.14 |
| 6 | 72,901.30 | 82,471.62 | -9,570 | | |
| 7 | 66,646.86 | 84,960.26 | -18,313 | 26,391,626,326.54 | 178,672.77 |
| 8 | 36,188.64 | 53,367.39 | -17,179 | | |
| 9 | 36,653.06 | 66,025.13 | -29,372 | 0.09274 | 5,630,400,103.29 |
| 10 | 30,994.17 | 70,121.21 | -39,127 | | |
| 11 | 58,565.50 | 90,492.07 | -31,927 | (jam : menit : detik : mdesik) | |
| 12 | 87,957.63 | 104,653.45 | -16,696 | | |

Penghasilan Energi Program (Rp)
 Total Energi PLN (MWh)
 Penghasilan Energi PLN (Rp)
 Waktu Perhitungan

Hitung Close

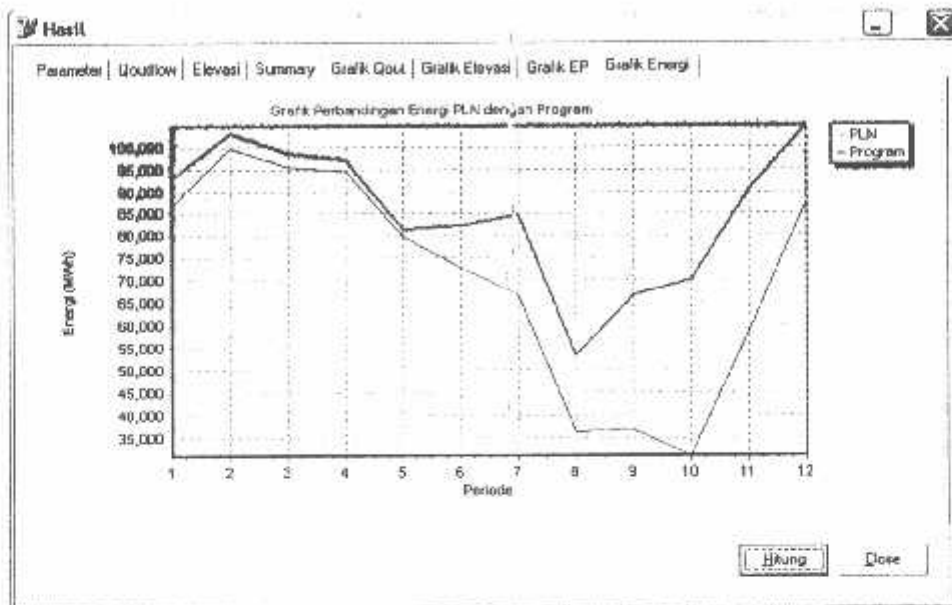
GAMBAR 4.13. TAMPILAN HASIL PERHITUNGAN ENERGI

10. Tekan tombol grafik Q_{out} untuk melihat grafik Q outflow program



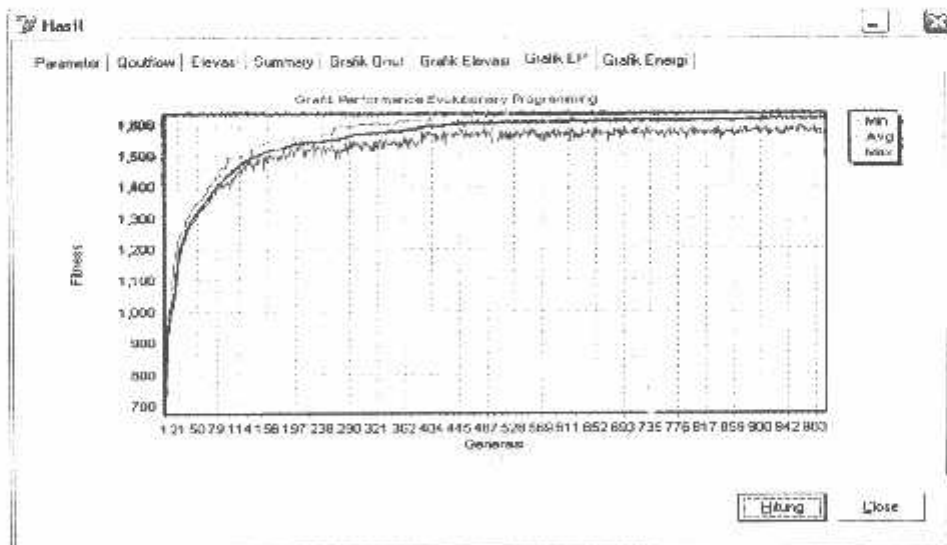
GAMBAR 4.14. TAMPILAN GRAFIK OUTFLOW PROGRAM

11. Tekan tombol grafik Energi untuk melihat grafik perbandingan energi PLN dengan program.



GAMBAR 4.15. TAMPILAN GRAFIK PERBANDINGAN ENERGI

12. Tekan tombol grafik EP untuk melihat grafik performance EP.



GAMBAR 4.16. TAMPILAN GRAFIK PERFORMANCE EP

13. Tekan close untuk keluar program.

4.4. Analisa Program Dan Hasil Perhitungan.

Program optimalisasi penjadwalan sistem hidro elektrik pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali menggunakan metode *evolutionary programming*, terdiri dari tiga tahap yang kesemuanya harus dilakukan secara berurutan :

1. Tahap input data dengan inialisasi masukkan data karakteristik unit pembangkit hidro elektrik.
2. Proses inialisasi parameter *evolutionary programming*.
3. Melakukan proses *evolutionary programming*, dimana akan menghasilkan total keuntungan yang maksimum, yakni keuntungan dari energi yang dibangkitkan oleh hidro elektrik.

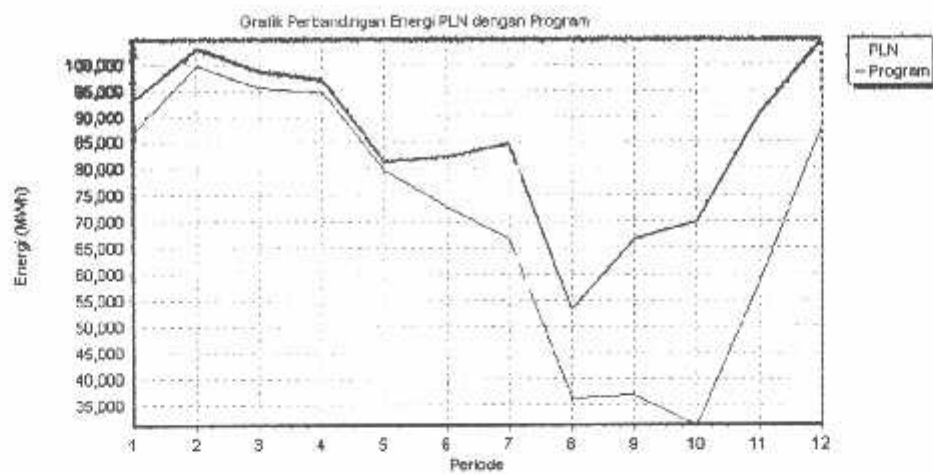
Pada penjadwalan sistem hidro elektrik pada PT. Pembangkitan Jawa- Bali yang terdiri dari 4 pembangkit pada periode waktu 12 bulan. Hasil outflow dengan metode *evolutionary programming* dalam tiap periodenya dapat dilihat pada tabel 4.1, hasil perbandingan energi yang dihasilkan dalam tiap periodenya antara PT. PJB dengan metode *evolutionary programming* terdapat pada tabel 4.2, hasil perbandingan total energi yang dihasilkan antara PT. PJB dengan metode *evolutionary programming* terdapat pada tabel 4.3, dan hasil perbandingan penghasilan dari total energi yang dibangkitkan antara PT. PJB dengan metode *evolutionary programming* terdapat pada tabel 4.4.

TABEL 4.1.
 PERBANDINGAN OUTFLOW OPERASIONAL PER BULAN PT. PJB
 DENGAN METODE *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
 TAHUN 2004

| Bulan | PT. PJB | | | | EP | | | |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Sutami | Wlingi | Lodoyo | Selorejo | Sutami | Wlingi | Lodoyo | Selorejo |
| | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) |
| Januari | 70.59 | 93.60 | 49.05 | 7.27 | 76.44 | 94.05 | 91.71 | 10.57 |
| Februari | 107.29 | 128.24 | 43.10 | 10.27 | 96.41 | 132.63 | 94.20 | 7.77 |
| Maret | 142.82 | 176.80 | 48.73 | 13.35 | 139.26 | 186.14 | 94.70 | 14.02 |
| April | 87.33 | 102.69 | 46.53 | 11.74 | 94.82 | 91.36 | 93.09 | 10.49 |
| Mei | 65.08 | 68.93 | 44.98 | 7.74 | 61.68 | 77.23 | 94.70 | 10.78 |
| Juni | 56.25 | 56.94 | 48.55 | 8.92 | 65.62 | 71.57 | 91.65 | 7.54 |
| Juli | 49.69 | 51.40 | 43.28 | 7.94 | 67.88 | 76.01 | 94.45 | 5.33 |
| Agustus | 21.06 | 43.03 | 47.06 | 7.50 | 31.72 | 59.39 | 68.50 | 10.64 |
| September | 20.49 | 50.58 | 46.33 | 9.18 | 46.38 | 83.99 | 94.70 | 13.78 |
| Oktober | 16,54 | 44.73 | 48.02 | 8.75 | 50.33 | 79.67 | 86.87 | 4.49 |
| Nopember | 35.89 | 78.69 | 49.29 | 9.13 | 65.94 | 95.13 | 94.70 | 8.96 |
| Desember | 59.88 | 141.44 | 41.87 | 13.08 | 72.03 | 189.09 | 94.70 | 7.74 |

TABEL 4.2.
 PERBANDINGAN ENERGI OPERASIONAL PER BULAN PT. PJB
 DENGAN METODE *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
 TAHUN 2004

| Bulan | PT. PJB | EP |
|-----------|-----------|------------|
| | (MWh) | (MWh) |
| Januari | 87,025.92 | 93,120.85 |
| Februari | 99,505.82 | 102,996.89 |
| Maret | 95,387.68 | 98,385.96 |
| April | 94,533.29 | 97,239.98 |
| Mei | 79,818.02 | 81,416.52 |
| Juni | 72,901.38 | 82,471.82 |
| Juli | 66,646.86 | 84,960.26 |
| Agustus | 36,188.64 | 53,367.39 |
| September | 36,853.86 | 66,825.13 |
| Oktober | 30,994.17 | 70,121.21 |
| Nopember | 58,565.50 | 90,492.07 |
| Desember | 87,957.63 | 104,653,45 |

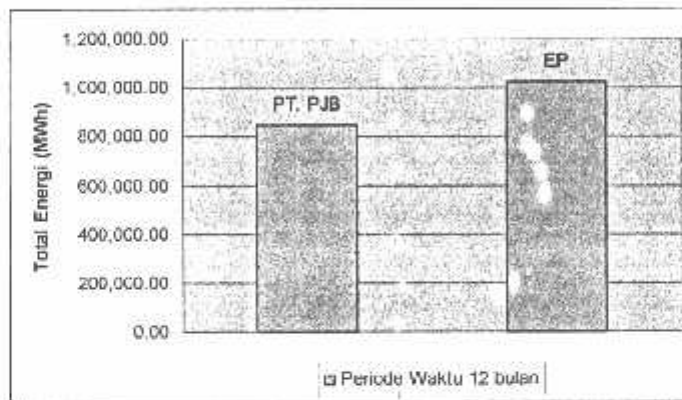


GRAFIK 4.2.
 KURVA ENERGI OPERASIONAL PER BULAN PT. PJB
 DENGAN METODE *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
 TAHUN 2004

Perbandingan total energi setiap bulan, yaitu pada PT. PJB dan metode *Evolutionary Programming* dapat di lihat pada tabel 4.3 dibawah ini :

TABEL 4.3.
PERBANDINGAN TOTAL ENERGI OPERASIONAL PT. PJB
DENGAN TOTAL ENERGI PROGRAM
TAHUN 2004

| Periode Waktu | Total Energi PT. PJB | Total Energi EP | Selisih |
|---------------|----------------------|------------------|----------------|
| 12 bulan | 846,378.77 MWh | 1,026,051.54 MWh | 179,672.77 MWh |



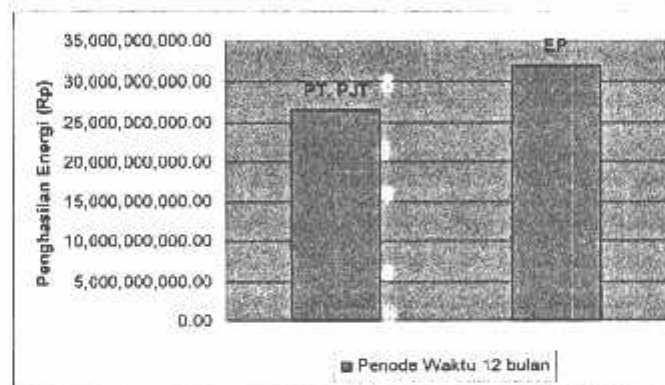
GRAFIK 4.3.
PERBANDINGAN PENGHASILAN ENERGI OPERASIONAL PT. PJB
DENGAN METODE *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
TAHUN 2004

Untuk menghitung nilai ekonomis tambahan energi yang dapat dihasilkan, pihak PT. PJB tidak bersedia memberikan datanya. Oleh sebab itu evaluasinya didasarkan pada tambahan penghasilan PT.PJT untuk setiap KWh energi listrik yang dihasilkan PT. PJB seperti tercantum pada tabel 4.4.

Perbandingan penghasilan dari total energi setiap bulan, yaitu pada PT. PJT dan metode *Evolutionary Programming* dapat di lihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

TABEL 4.4.
PERBANDINGAN PENGHASILAN ENERGI OPERASIONAL PT. PJT
DENGAN PENGHASILAN ENERGI PROGRAM
TAHUN 2004

| Periode Waktu | Penghasilan Energi PT. PJT | Penghasilan Energi EP | Selisih |
|---------------|----------------------------|-----------------------|------------------|
| | (Rupiah) | (Rupiah) | (Rupiah) |
| 12 bulan | 26,381,626,335.54 | 31,982,026,438.83 | 5,600,400,103.29 |



GRAFIK 4.3.
PERBANDINGAN PENGHASILAN ENERGI OPERASIONAL PT. PJT
DENGAN METODE *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
TAHUN 2004

Dari ke dua tabel 4.3 dan tabel 4.4 tersebut tampak bahwa dengan menggunakan metode *Evolutionary Programming* terdapat penambahan total energi dan total penghasilan dari energi yang dibangkitkan oleh sistem hidro elektrik dalam periode 12 bulan. Hal ini berarti bahwa penggunaan metode pendekatan EP memberikan keuntungan yang cukup besar.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari analisa program dan hasil perhitungan terhadap penggunaan metode *Evolutionary Programming* pada penjadwalan sistem hidro elektrik jangka panjang pada PT. Pembangkitan Jawa Bali selama tahun 2004, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Proses metode *Evolutionary Programming* memberikan sebuah analisis penyelesaian yang cukup efektif dalam mengoptimalkan energi dan sekaligus menghasilkan penambahan total keuntungan dari energi yang cukup besar. Dengan menggunakan metode ini selisih dari total energi yang dihasilkan untuk PT. PJB adalah sebesar 179,672.77 MWh , dan total tambahan penghasilan dari energi tersebut untuk PT. PJB adalah sebesar Rp.5,600,400,103.29. Sehingga metode *Evolutionary Programming* dapat dipakai untuk menentukan jadwal operasi bulanan pada PT. PJB karena energi yang dihasilkan oleh pembangkit hidro elektrik menjadi optimal.

5.2. Saran

Karena kurangnya data yang dibutuhkan sehingga untuk menghitung nilai ekonomis tambahan energi yang dapat dihasilkan PT. PJB tidak dapat di tentukan. Diharapkan PT. PJB bersedia memberikan data ekonomis (data biaya) dan perlu adanya koordinasi antara mahasiswa dengan PT. PJB agar nantinya didapatkan data yang sesuai dengan keperluan mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djiteng Marsudi, Ir., "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", ISTN 1990
 - [2] Arismunandar, Artono dan Kuwahara, "*Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik*", Jilid I. Pembangkit Dengan Tenaga Air, Cet & PT Pradya Paramita, Jakarta, 2000.
 - [3] Allan J. Wood and Bruce F. Wollenberg, "*Power Generation Operation and control*", John Willey, Second Edition, 1996
 - [4] Basu.M, "*Evolutionary Programming Approach to Optimization of a Variable Head Multireservoir Power System for Long-Term Regulation*", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 84, December 2003
 - [5] Chapra Steven C. and Canale R.P., "*Metode Numerik Jilid 1*", Erlangga, Jakarta, 1998.
-

LAMPIRAN

UJI VALIDASI

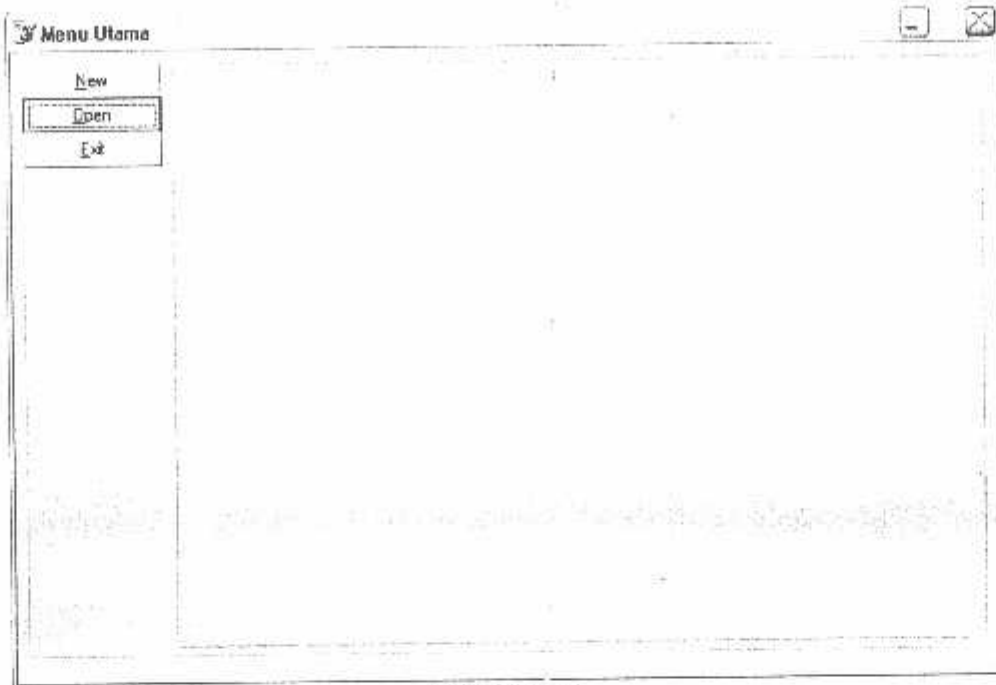
Pengujian validasi program dengan menggunakan contoh data parameter unit pembangkit dalam jurnal, yaitu berpedoman pada data jurnal *Evolutionary Programming Approach to Optimization of a Variable Head Multireservoir Power System for Long-Term Regulation*, *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol 84, December 2003.

TABEL 1. DATA KARAKTERISTIK INSTALASI-INSTALASI

| River | Reservoir | Capacity, Mm^3 | q_{max} , m^3/s | q_{min} , m^3/s | q_{max} , m | z_{min} , m | $z_{initial}$, m | a | b | η |
|-------|-----------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------|---------|--------|
| 1 | R ₁₁ | 24763.0 | 1.190 | 84.95 | 184.40 | 113.2 | 150.1 | +34360.8 | 115.95 | 0.85 |
| | R ₁₂ | 5394.2 | 158.00 | 84.95 | 128.90 | 113.7 | 120.0 | -4287.2 | 72.11 | 0.85 |
| 2 | R ₂₁ | 34255.0 | 1877.0 | 283.20 | 168.00 | 136.0 | 150.1 | -141291.3 | 1267.90 | 0.85 |
| | R ₂₂ | 0.0 | 1930.3 | 283.20 | -41.30 | 41.1 | 41.1 | 0.0 | 0.0 | 0.80 |
| 3 | R ₃₁ | 45264.0 | 1632.0 | 283.20 | 185.10 | 154.6 | 170.4 | -39861.2 | 434.1 | 0.85 |
| | R ₃₂ | 9175.0 | 1870.0 | 283.20 | 116.53 | 115.4 | 116.1 | -6157.5 | 120.4 | 0.85 |

TABEL 2. DATA INFLOW BULANAN DAN HARGA ENERGI

| Month | V | i_{10}^i, Mm^3 | i_{10}^s, Mm^3 | i_{10}^d, Mm^3 | i_{10}^e, Mm^3 | i_{10}^f, Mm^3 | i_{10}^g, Mm^3 | $c, \$/MWh$ |
|-----------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| October | 1 | 948 | 326 | 2526 | 3 | 2760 | 318 | 1.4 |
| November | 2 | 482 | 189 | 1226 | 14 | 1632 | 193 | 1.4 |
| December | 3 | 390 | 148 | 1001 | 15 | 1380 | 221 | 1.4 |
| January | 4 | 300 | 113 | 819 | 8 | 1035 | 234 | 0.8 |
| February | 5 | 238 | 83 | 724 | 3 | 825 | 194 | 0.8 |
| March | 6 | 225 | 78 | 644 | 8 | 767 | 190 | 0.8 |
| April | 7 | 385 | 160 | 992 | 3 | 794 | 220 | 0.8 |
| May | 8 | 1588 | 910 | 4558 | 33 | 2017 | 373 | 0.8 |
| June | 9 | 4492 | 2143 | 17322 | 143 | 15500 | 1920 | 0.8 |
| July | 10 | 5028 | 2026 | 7660 | 76 | 2453 | 968 | 0.8 |
| August | 11 | 2685 | 963 | 5105 | 69 | 4953 | 712 | 1.1 |
| September | 12 | 1402 | 500 | 2349 | 29 | 3376 | 414 | 1.1 |



GAMBAR 1.
MENU UTAMA HASIL UJI VALIDASI *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*

Karakteristik Waduk

| No | Sungai | Waduk | Capacity (Mm3) | Q max (Mm3) | Q min (Mm3) | H max (m) | H min (m) | H int (m) | a |
|----|--------|-------|----------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 1 | 24763 | 2900.45 | 220.19 | 184.4 | 113.2 | 150.1 | -34360.8 |
| 2 | 1 | 2 | 5304.2 | 4103.13 | 220.19 | 128.9 | 113.7 | 120 | -4287.2 |
| 3 | 2 | 1 | 74255 | 4865.18 | 734.05 | 168 | 136 | 150.2 | -141291.1 |
| 4 | 2 | 2 | 0 | 5003.34 | 734.05 | 41.1 | 41.1 | 41.1 | 0 |
| 5 | 3 | 1 | 45264 | 4230.14 | 734.05 | 185.1 | 154.6 | 170.4 | -39861.2 |
| 6 | 3 | 2 | 9175 | 4862.59 | 734.05 | 116.93 | 115.4 | 115.1 | -6157.5 |

< | >

Hitung

Close

GAMBAR 2.
TAMPILAN DATA KARAKTERISTIK WADUK
UNTUK VALIDASI

| Parameter Evolutionary Programming | | Parameter Objective Function | |
|------------------------------------|-------|------------------------------|----------|
| Maksimum Generasi | 100 | Jumlah Periode | 12 |
| Jumlah Populasi | 50 | Jumlah Sungai | 3 |
| Konstanta Beta | 0.03 | Jumlah Waduk | 2 |
| Step Beta | 0.005 | Konstanta Lambda | 10000 |
| Batas Beta | 0.005 | Konstanta Ka | 10000000 |

Use Default

Hitung Close

GAMBAR 3.
TAMPILAN PARAMETER *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
UNTUK VALIDASI

| Periode | h11 | h12 | h21 | h22 | h31 | h32 |
|---------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 1 | 150.10 | 120.00 | 150.20 | 41.10 | 170.40 | 116.10 |
| 2 | 144.57 | 111.13 | 148.76 | 41.10 | 170.13 | 107.22 |
| 3 | 137.38 | 116.27 | 147.46 | 41.10 | 164.00 | 118.45 |
| 4 | 136.62 | 118.07 | 144.69 | 41.10 | 161.33 | 108.73 |
| 5 | 136.06 | 119.88 | 143.30 | 41.10 | 161.01 | 107.84 |
| 6 | 128.62 | 109.60 | 142.07 | 41.10 | 154.90 | 118.23 |
| 7 | 122.33 | 93.44 | 140.11 | 41.10 | 149.09 | 113.13 |
| 8 | 118.10 | 124.36 | 143.04 | 41.10 | 146.70 | 107.72 |
| 9 | 126.12 | 138.52 | 153.21 | 41.10 | 177.79 | 101.44 |
| 10 | 134.75 | 123.65 | 157.81 | 41.10 | 188.32 | 90.81 |
| 11 | 141.56 | 91.73 | 160.23 | 41.10 | 197.22 | 72.64 |
| 12 | 140.04 | 88.58 | 159.37 | 41.10 | 200.48 | 58.45 |

Hitung Close

GAMBAR 4.
TAMPILAN ELEVASI *EVOLUTIONARY PROGRAMMING*
UNTUK VALIDASI

Quit Elev

| Periode | q11 | q12 | q21 | q22 | c31 | q32 | Profit |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 1 | 1,215.76 | 2,949.03 | 2,500.13 | 4,045.37 | 1,813.05 | 885.82 | 6,0562 |
| 2 | 2,229.00 | 2,867.83 | 3,049.64 | 934.89 | 1,477.05 | 2,895.72 | 7,3520 |
| 3 | 2,629.02 | 2,252.96 | 2,647.67 | 2,543.92 | 4,044.06 | 2,501.97 | 8,5416 |
| 4 | 540.65 | 411.08 | 4,356.61 | 3,747.79 | 2,191.50 | 3,449.59 | 4,9495 |
| 5 | 412.92 | 282.04 | 2,497.69 | 4,155.56 | 964.45 | 1,079.42 | 2,5815 |
| 6 | 2,577.43 | 3,319.90 | 2,200.14 | 3,079.54 | 3,420.85 | 2,075.79 | 5,7211 |
| 7 | 2,571.62 | 3,537.30 | 3,445.97 | 3,949.63 | 3,215.65 | 3,975.61 | 6,7759 |
| 8 | 2,724.21 | 494.09 | 837.14 | 754.32 | 2,150.42 | 2,859.02 | 3,4224 |
| 9 | 1,956.89 | 935.23 | 4,441.25 | 1,660.29 | 2,919.56 | 3,722.79 | 5,5201 |
| 10 | 2,303.95 | 3,375.55 | 1,821.09 | 1,960.05 | 2,680.58 | 4,255.26 | 6,0125 |
| 11 | 533.37 | 2,834.85 | 2,135.51 | 4,267.09 | 1,089.93 | 3,441.12 | 4,6385 |
| 12 | 1,681.83 | 2,109.00 | 3,429.78 | 4,746.25 | 1,962.01 | 4,634.07 | 6,2376 |
| 13 | | | | | | | 67,7187 |

hitung Done

GAMBAR 5.
TAMPILAN KEUNTUNGAN (*PROFITS*) ENERGI
EVOLUTIONARY PROGRAMMING
UNTUK VALIDASI

TABEL 3.
PERBANDINGAN KEUNTUNGAN (*PROFITS*) HASIL *JOURNAL* DENGAN
HASIL VALIDASI PROGRAM

| Hasil Keuntungan Journal ($\times 10^6$ \$) | Hasil Keuntungan Validasi ($\times 10^6$ \$) | Selisih Hasil Keuntungan (%) |
|--|---|------------------------------------|
| 67.7450 | 67.7187 | 0.03 |

Dari hasil pengujian komputasi yang dilakukan dapat dilihat bahwa hasil yang diperoleh dengan menggunakan program metode *Evolutionary Programming* adalah $US\$ 67.7187 \times 10^6$ yang mendekati perhitungan pada jurnal *Evolutionary Programming Approach to Optimization of a Variable Head Multireservoir Power System for Long-Term Regulation*, *IEEE Transactions on Power Systems*, yaitu $US\$ 67.7450 \times 10^6$. Sehingga selisih perhitungan biaya

operasi tersebut sebesar $US\$ 26.3 \times 10^3$ atau dengan kata lain bahwa optimasi dengan menggunakan metode *Evolutionary Programming* sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{\text{Perhitunganjurnal} - \text{Perhitunganprogram}}{\text{Perhitunganjurnal}} \times 100\% \\ &= \frac{67.7450 \times 10^6 - 67.7187 \times 10^6}{67.7450 \times 10^6} \times 100\% \\ &= 0,03 \% \end{aligned}$$

dengan demikian maka program metode *Evolutionary Programming* dinyatakan layak untuk digunakan.



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : JUBAIDINOR
2. NIM : 01.12.078
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : **PENJADWALAN SISTEM HIDRO ELEKTRIK
JANGKA PANJANG DENGAN METODE
PENDEKATAN *EVOLUTIONARY PROGRAMING*
PADA PT. PJB**

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

Hari : Jumat
Tanggal : 22 September 2006
Dengan Nilai : 80,5 (delapan puluh koma lima) *80,5*



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris


Anggota Penguji

Ir. Teguh Herbasuki, MT
Penguji Pertama

Ir. Choirul Saleh, MT
Penguji Kedua



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : JUBAIDINOR
2. NIM : 01.12.078
3. NIRM : -
4. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
5. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
6. Judul Skripsi : PENJADWALAN SISTEM HIDRO
ELEKTRIK JANGKA PANJANG
DENGAN METODE
PENDEKATAN *EVOLUTIONARY*
PROGRAMING PADA PT. PJB
7. Tanggal Mengajukan Skripsi : 15 Februari 2006
8. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 15 September 2006
9. Dosen Pembimbing I : Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE
10. Telah dievaluasi dengan nilai : 85,00 (delapan puluh lima koma nol) 

Malang, September 2006

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. Y. 103 950 0274

Disetujui
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE
Nip. Y. 103 900 0208



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 29 September 2006
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Jubaidinor
2. NIM : 01.12.078
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PENJADWALAN SISTEM HIDRO ELEKTRIK
JANGKA PANJANG DENGAN METODE
PENDEKATAN *EVOLUTIONARY PROGRAMING*
PADA PT. PJB

Perbaikan meliputi :

| No | Materi Perbaikan | Ket |
|----|--|-----|
| 1. | Ucapan terima kasih pada kata pengantar yang no.6 dan seterusnya seyogyanya dimasukkan dalam lembar persembahan. | |

Anggota Penguji

Ir. Teguh Herbasuki, MT
Penguji Pertama

Ir. Choirul Saleh, MT
Penguji Kedua

Dosen Pembimbing I

Ir.H.Almizan Abdullah, MSEE

Dosen Pembimbing II

Irrine Budi S, ST MT

LISTING PROGRAM




```

unit uEvoPro;

interface

uses uUtils,uRandom,uObjFunc,uHasil;

type
  Tindividu=record
    chrom:dArr2;
    fitness:double;
  end;

  Tpopulation=array of Tindividu;

  TEvoPro=class
  private
    FMaxGen,FPopSize,FLength,FNParam:integer;
    FBetha,FKa,FMin1,FAvg1,FMax1,FSumFitness:double;
    FMin,FAvg,FMax:dArr1;
    FParent,FChild:TPopulation;
    FBestIndi:Tindividu;
    FBatas:TBatasArr1;
    FRandom:TRandomu;
    function getMin:dArr1;
    function getAvg:dArr1;
    function getMax:dArr1;
    function getBatasToReal(const rRnd:double;
      const rBatas:TBatas):double;
    function getIndividu(const rIndi:Tindividu):Tindividu;
    function FindIndiMax:Tindividu;
    function FindFitnessMax:double;
    procedure SwapIndi(var rIndi1,rIndi2:Tindividu);
    procedure SwapInt(var rVal1,rVal2:integer);
    procedure InitParent;
    procedure Statistik;
    function Seleksi:integer;
    procedure Generasi;
    procedure Kompetisi;
    procedure Replikasi;
    procedure doHitung;
    function getBestChrom:dArr2;
    function getBestFitness:double;
  public
    constructor Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength,rNParam:integer;
      const rKa,rBetha:double;
      const rBatas:TBatasArr1);

```

```

destructor Destroy;override;
property MaxGen:integer read FMaxGen write FMaxGen;
property PopSize:integer read FPopSize write FPopSize;
property Length:integer read FLength write FLength;
property Betha:double read FBetha write FBetha;
property Ka:double read FKa write FKa;
property Min:dArr1 read getMin;
property Avg:dArr1 read getAvg;
property Max:dArr1 read getMax;
property BestChrom:dArr2 read getBestChrom;
property BestFitness:double read getBestFitness;
end;

```

implementation

```

//constructor
constructor TEvoPro.Create(const rMaxGen,rPopSize,rLength,rNParam:integer;
    const rKa,rBetha:double;
    const rBatas:TBatasArr1);
var i:integer;
begin
    inherited Create;
    FMaxGen:=rMaxGen;
    FPopSize:=rPopSize;
    FLength:=rLength;
    FNParam:=rNParam;
    FKa:=rKa;
    FBetha:=rBetha;
    SetLength(FBatas,FNParam);
    for i:=0 to FNParam-1 do
        begin
            FBatas[i].min:=rBatas[i].min;
            FBatas[i].max:=rBatas[i].max;
        end;
    FRandom:=TRandomu.Create;
end;

//destructor
destructor TEvoPro.Destroy;
begin
    try
        FRandom.Free;
    finally
        inherited Destroy;
    end;
end;

```

```

function TEvoPro.getMin:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=0 to FMaxGen-1 do
  begin
    result[i]:=FMin[i];
  end;
end;

function TEvoPro.getAvg:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=0 to FMaxGen-1 do
  begin
    result[i]:=FAvg[i];
  end;
end;

function TEvoPro.getMax:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=0 to FMaxGen-1 do
  begin
    result[i]:=FMax[i];
  end;
end;

//data processing
function TEvoPro.getBatasToReal(const rRnd:double;
  const rBatas:TBatas):double;
begin
  result:=rBatas.min+rRnd*(rBatas.max-rBatas.min);
end;

function TEvoPro.getIndividu(const rIndi:TIndividu):TIndividu;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result.chrom,FNParam,FLength);
  for i:=0 to FNParam-1 do
  begin
    for j:=0 to FLength-1 do
    begin

```

```

    result.chrom[i,j]:=rIndi.chrom[i,j];
end;
end;
result.fitness:=rIndi.fitness;
end;

function TEvoPro.FindIndiMax:TIndividu;
var i:integer;
begin
    result:=getIndividu(FParent[0]);
    for i:=1 to FPopSize-1 do
        begin
            if result.fitness<FParent[i].fitness then
                begin
                    result:=getIndividu(FParent[i]);
                end;
            end;
        end;
end;

function TEvoPro.FindFitnessMax:double;
var i:integer;
begin
    result:=FParent[0].fitness;
    for i:=0 to FPopSize-1 do
        begin
            if result<FParent[i].fitness then
                begin
                    result:=FParent[i].fitness;
                end;
            end;
        end;
end;

procedure TEvoPro.SwapIndi(var rIndi1,rIndi2:TIndividu);
var tmp:TIndividu;
begin
    tmp:=getIndividu(rIndi1);
    rIndi1:=getIndividu(rIndi2);
    rIndi2:=getIndividu(tmp);
end;

procedure TEvoPro.SwapInt(var rVal1,rVal2:integer);
var tmp:integer;
begin
    tmp:=rVal1;
    rVal1:=rVal2;
    rVal2:=tmp;
end;

```

```

end;

procedure TEvoPro.InitParent;
var i,j,k:integer;
    rnd:double;
begin
    SetLength(FParent,FPopSize);
    SetLength(FChild,FPopSize);
    SetLength(FMin,FMaxGen);
    SetLength(FAvg,FMaxGen);
    SetLength(FMax,FMaxGen);
    SetLength(FBestIndi.chrom,FNParam,FLength);
    for i:=0 to FPopSize-1 do
    begin
        SetLength(FParent[i].chrom,FNParam,FLength);
        SetLength(FChild[i].chrom,FNParam,FLength);
    end;
    for i:=0 to FPopSize-1 do
    begin
        for j:=0 to FNParam-1 do
        begin
            for k:=0 to FLength-1 do
            begin
                rnd:=FRandom.NextDouble;
                FParent[i].chrom[j,k]:=getBatasToReal(rnd,FBatas[j]);
            end;
        end;
        FParent[i].fitness:=FKa/gObjFunc.getFitness(FParent[i].chrom);
    end;
end;

procedure TEvoPro.Statistik;
var i:integer;
begin
    FMin1:=FParent[0].fitness;
    FMax1:=FParent[0].fitness;
    FSumFitness:=FParent[0].fitness;
    for i:=1 to FPopSize-1 do
    begin
        if FMin1>FParent[i].fitness then
        begin
            FMin1:=FParent[i].fitness;
        end;
        if FMax1<FParent[i].fitness then
        begin
            FMax1:=FParent[i].fitness;
        end;
    end;
end;

```

```

    end;
    FSumFitness:=FSumFitness+FParent[i].fitness;
end;
FAvg1:=FSumFitness/FPopSize;
end;

function TEvoPro.Seleksi:integer;
var rand,partsum:double;
    i:integer;
begin
    partsum:=0;
    i:=0;
    rand:=FRandom.NextDouble*FSumFitness;
    repeat
        i:=i+1;
        partsum:=partsum+FParent[i-1].fitness;
    until (partsum>rand) or (i=FPopsize);
    Result:=i-1;
end;

procedure TEvoPro.Generasi;
var i,j,k,mate:integer;
    Fmax,tho,fitEP,fitES:double;
    chromEP,chromES:dArr2;
begin
    SetLength(chromEP,FNParam,FLength);
    SetLength(chromES,FNParam,FLength);
    Fmax:=FindFitnessMax;
    for i:=0 to FPopSize-1 do
        begin
            //mate:=Seleksi;
            mate:=i;
            for j:=0 to FNParam-1 do
                begin
                    for k:=0 to FLength-1 do
                        begin
                            //tho:=Betha*(FBatas[j].max-FBatas[j].min)*FMax/FParent[i].fitness;
                            tho:=(FBatas[j].max-FBatas[j].min)*((Fmax-FParent[mate].fitness)/
                                Fmax+Betha);
                            chromEP[j,k]:=FParent[mate].chrom[j,k]+FRandom.NextGaussian(0,sqr(tho));
                            if chromEP[j,k]>FBatas[j].max then
                                begin
                                    chromEP[j,k]:=FBatas[j].max;
                                end;
                            if chromEP[j,k]<FBatas[j].min then

```

```

begin
  chromEP[j,k]:=FBatas[j].min;
end;
end;
end;
fitEP:=FKa/gObjFunc.getFitness(chromEP);
//
for j:=0 to FNParam-1 do
begin
  for k:=0 to FLength-1 do
  begin
    //tho:=Betha*(FBatas[j].max-FBatas[j].min)*FMax/FParent[i].fitness;
    tho:=(FBatas[j].max-FBatas[j].min)*((Fmax-PParent[mate].fitness)/
      Fmax+Betha);
chromES[j,k]:=FParent[mate].chrom[j,k]+FRandom.NextGaussian(0,sqr(tho));
    if chromES[j,k]>FBatas[j].max then
      begin
        chromES[j,k]:=FBatas[j].max;
      end;
    if chromES[j,k]<FBatas[j].min then
      begin
        chromES[j,k]:=FBatas[j].min;
      end;
    end;
  end;
  fitES:=FKa/gObjFunc.getFitness(chromES);
  if fitEP>fitES then
  begin
    for j:=0 to FNParam-1 do
    begin
      for k:=0 to FLength-1 do
      begin
        FChild[i].chrom[j,k]:=chromEP[j,k];
      end;
    end;
    FChild[i].fitness:=fitEP;
  end
  else
  begin
    for j:=0 to FNParam-1 do
    begin
      for k:=0 to FLength-1 do
      begin
        FChild[i].chrom[j,k]:=chromES[j,k];
      end;
    end;
  end;

```

```

    end;
    FChild[i].fitness:=fitES;
end;
end;
end;

procedure TEvoPro.Kompetisi;
var i,j,sa:integer;
    tmp:TPopulation;
    w:iArr1;
begin
    SetLength(tmp,2*FPopSize);
    SetLength(w,2*FPopSize);
    for i:=0 to FPopSize-1 do
    begin
        tmp[i]:=getIndividu(FParent[i]);
        tmp[FPopSize+i]:=getIndividu(FChild[i]);
        w[i]:=0;
        w[FPopSize+i]:=0;
    end;
    for i:=0 to 2*FPopSize-1 do
    begin
        for j:=0 to 2*FPopSize-1 do
        begin
            repeat
                sa:=FRandom.NextInt(0,2*FPopSize-1);
            until sa<i;
            if tmp[i].fitness>tmp[sa].fitness then
            begin
                w[i]:=w[i]-1;
            end;
        end;
    end;
    //sort
    for i:=0 to 2*FPopSize-2 do
    begin
        for j:=i to 2*FPopSize-1 do
        begin
            if w[i]<w[j] then
            begin
                SwapInt(w[i],w[j]);
                SwapIndi(tmp[i],tmp[j]);
            end;
        end;
    end;
    for i:=0 to FPopSize-1 do

```



```

begin
  FParent[i]:=getIndividu(tmp[i]);
end;
end;

procedure TEvoPro.Replikasi;
var i,sa:integer;
    tmp:TPopulation;
    fitmax:double;
begin
  SetLength(tmp,FPopSize);
  for i:=0 to FPopSize-1 do
  begin
    repeat
      sa:=FRandom.NextInt(0,FPopSize-1);
    until sa <> i;
    if FChild[i].fitness > FParent[sa].fitness then
    begin
      tmp[i]:=getIndividu(FChild[i]);
    end
    else
    begin
      tmp[i]:=getIndividu(FParent[sa]);
    end;
  end;
  for i:=0 to FPopSize-1 do
  begin
    FParent[i]:=getIndividu(tmp[i]);
  end;
  fitmax:=FindFitnessMax;
  if fitmax < FBestIndi.fitness then
  begin
    FParent[1]:=getIndividu(FBestIndi);
  end;
end;

procedure TEvoPro.doHitung;
var gen:integer;
    TempIndi:TIndividu;
begin
  InitParent;
  Statistik;
  FBestIndi:=FindIndiMax;
  gen:=1;
  repeat
    Generasi;

```

```

Kompetisi;
//Replikasi;
Statistik;
TempIndi:=FindIndiMax;
if FBestIndi.fitness<TempIndi.fitness then
begin
  FBestIndi:=GetIndividu(TempIndi);
end;
FMin[gen-1]:=FMin1;
FAvg[gen-1]:=FAvg1;
FMax[gen-1]:=FMax1;
frmHasil.pbProses.StepBy(1);
inc(gen);
until (gen>MaxGen);
end;

```

```

function TEvoPro.getBestChrom:dArr2;
var ij:integer;
begin
  doHitung;
  SetLength(result,FNParam,FLength);
  for i:=0 to FNParam-1 do
  begin
    for j:=0 to FLength-1 do
    begin
      result[i,j]:=FBestIndi.chrom[i,j];
    end;
  end;
end;

```

```

function TEvoPro.getBestFitness:double;
begin
  result:=FBestIndi.fitness;
end;

```

```

end.

```


| | | OUT | IN | OUT | IN | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|
| | | Sutami | Wlingi | Wlingi | Lodoyo | | |
| 51.87 | 84.13 | 70.59 | 109.28 | 93.60 | 138.47 | 2.44 | 9.75 |
| 52.61 | 116.37 | 107.29 | 159.48 | 128.24 | 191.96 | 0.89 | 15.82 |
| 63.59 | 151.90 | 142.82 | 197.32 | 176.80 | 257.70 | 1.12 | 17.84 |
| 51.07 | 88.01 | 87.33 | 117.54 | 102.69 | 140.91 | 1.16 | 11.00 |
| 44.26 | 65.15 | 65.08 | 86.55 | 68.93 | 127.30 | 2.07 | 10.00 |
| 49.14 | 53.15 | 56.25 | 69.56 | 56.94 | 80.90 | 8.21 | 7.26 |
| 49.69 | 45.51 | 49.69 | 60.62 | 51.40 | 71.77 | 6.13 | 6.62 |
| 21.06 | 35.90 | 21.06 | 48.01 | 43.03 | 54.36 | 4.95 | 5.54 |
| 20.49 | 40.00 | 20.49 | 55.02 | 50.58 | 58.98 | 5.65 | 6.79 |
| 18.54 | 35.62 | 18.54 | 52.66 | 44.73 | 51.75 | 4.97 | 6.15 |
| 35.89 | 65.55 | 35.89 | 90.74 | 78.69 | 107.29 | 5.29 | 7.96 |
| 59.88 | 123.29 | 59.88 | 204.06 | 141.44 | 277.78 | 9.62 | 13.76 |

Inflow Independent Waduk (M3/Detik)

| Sutami | Wlingi | Lodoyo | Selerejo | Sutami | Wlingi | Lodoyo | Selerejo | Lodagung |
|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 84.13 | 38.69 | 44.87 | 9.75 | 84.13 | 25.09 | 44.87 | 9.75 | 13.6 |
| 116.37 | 52.19 | 63.72 | 15.82 | 116.37 | 39.19 | 63.72 | 15.82 | 13 |
| 151.90 | 54.50 | 80.90 | 17.84 | 151.90 | 41.70 | 80.90 | 17.84 | 12.8 |
| 88.01 | 30.21 | 38.22 | 11.00 | 88.01 | 15.81 | 38.22 | 11.00 | 14.4 |
| 65.15 | 21.47 | 58.37 | 10.00 | 65.15 | 7.67 | 58.37 | 10.00 | 13.8 |
| 53.15 | 13.31 | 23.96 | 7.26 | 53.15 | 2.71 | 23.96 | 7.26 | 10.6 |
| 45.51 | 10.93 | 20.37 | 6.62 | 45.51 | 2.93 | 20.37 | 6.62 | 8 |
| 35.90 | 26.95 | 11.33 | 5.54 | 35.90 | 23.35 | 11.33 | 5.54 | 3.6 |
| 40.00 | 34.53 | 8.40 | 6.79 | 40.00 | 30.33 | 8.40 | 6.79 | 3.7 |
| 35.62 | 36.12 | 7.02 | 6.15 | 35.62 | 29.92 | 7.02 | 6.15 | 6.2 |
| 65.55 | 54.85 | 28.60 | 7.96 | 65.55 | 46.35 | 28.60 | 7.96 | 8.5 |
| 123.29 | 144.18 | 136.34 | 13.76 | 123.29 | 134.38 | 136.34 | 13.76 | 9.8 |

UTAMI

| Daya (A) | Q (B) | Elev. (C) | Estimasi | | | Daya (A) | Q (B) | Elev. (C) | Estimasi |
|----------|--------|-----------|----------|-----|------------|----------|--------|-----------|----------|
| 1 | 0.487 | 246.0 | 3.1750 | b0 | 136.89 | 36 | 17.535 | 246.0 | 1.1102 |
| 2 | 0.974 | 246.0 | 4.1930 | b1 | 1.6056 | 37 | 18.022 | 246.0 | 2.0693 |
| 3 | 1.461 | 246.0 | 5.2061 | b2 | -0.783 | 38 | 18.509 | 246.0 | 3.0283 |
| 4 | 1.948 | 246.0 | 6.2142 | b12 | 0.0020335 | 39 | 18.996 | 246.0 | 3.9871 |
| 5 | 2.435 | 246.0 | 7.2172 | b11 | -0.010539 | 40 | 19.483 | 246.0 | 4.9459 |
| 6 | 2.923 | 246.0 | 8.2173 | b22 | 0.00095644 | 41 | 19.970 | 246.0 | 5.9065 |
| 7 | 3.410 | 246.0 | 9.2104 | | | 42 | 20.458 | 246.0 | 6.8651 |
| 8 | 3.897 | 246.0 | 10.1984 | | | 43 | 20.945 | 246.0 | 7.8236 |
| 9 | 4.384 | 246.0 | 11.1815 | | | 44 | 21.432 | 246.0 | 8.7819 |
| 10 | 4.871 | 246.0 | 12.1595 | | | 45 | 21.919 | 246.0 | 9.7402 |
| 11 | 5.358 | 246.0 | 13.1326 | | | 46 | 22.406 | 246.0 | 10.6983 |
| 12 | 5.845 | 246.0 | 14.1007 | | | 47 | 22.893 | 246.0 | 11.6563 |
| 13 | 6.332 | 246.0 | 15.0637 | | | 48 | 23.380 | 246.0 | 12.6143 |
| 14 | 6.819 | 246.0 | 16.0218 | | | 49 | 23.867 | 246.0 | 13.5721 |
| 15 | 7.306 | 246.0 | 16.9748 | | | 50 | 24.354 | 246.0 | 14.5298 |
| 16 | 7.793 | 246.0 | 17.9229 | | | 51 | 24.841 | 246.0 | 15.4875 |
| 17 | 8.280 | 246.0 | 18.8660 | | | 52 | 25.328 | 246.0 | 16.4450 |
| 18 | 8.768 | 246.0 | 19.8059 | | | 53 | 25.815 | 246.0 | 17.4043 |
| 19 | 9.255 | 246.0 | 20.7390 | | | 54 | 26.303 | 246.0 | 18.3617 |
| 20 | 9.742 | 246.0 | 21.6670 | | | 55 | 26.790 | 246.0 | 19.3189 |
| 21 | 10.229 | 246.0 | 22.5901 | | | 56 | 27.277 | 246.0 | 20.2760 |
| 22 | 10.716 | 246.0 | 23.5082 | | | 57 | 27.764 | 246.0 | 21.2330 |
| 23 | 11.203 | 246.0 | 24.4212 | | | 58 | 28.251 | 246.0 | 22.1899 |
| 24 | 11.690 | 246.0 | 25.3293 | | | 59 | 28.738 | 246.0 | 23.1466 |
| 25 | 12.177 | 246.0 | 26.2323 | | | 60 | 29.225 | 246.0 | 24.1033 |
| 26 | 12.664 | 246.0 | 27.1304 | | | 61 | 29.712 | 246.0 | 25.0599 |
| 27 | 13.151 | 246.0 | 28.0235 | | | 62 | 30.199 | 246.0 | 26.0164 |
| 28 | 13.638 | 246.0 | 28.9115 | | | 63 | 30.686 | 246.0 | 26.9727 |
| 29 | 14.125 | 246.0 | 29.7946 | | | 64 | 31.173 | 246.0 | 27.9290 |
| 30 | 14.613 | 246.0 | 30.6744 | | | 65 | 31.660 | 246.0 | 28.8871 |
| 31 | 15.100 | 246.0 | 31.5475 | | | 66 | 32.148 | 246.0 | 29.8432 |
| 32 | 15.587 | 246.0 | 32.4156 | | | 67 | 32.635 | 246.0 | 30.7991 |
| 33 | 16.074 | 246.0 | 33.2786 | | | 68 | 33.122 | 246.0 | 31.7550 |
| 34 | 16.561 | 246.0 | 34.1367 | | | 69 | 33.609 | 246.0 | 32.7107 |
| 35 | 17.048 | 246.0 | 34.9897 | | | 70 | 34.096 | 246.0 | 33.6664 |
| 1 | 0.488 | 246.1 | 3.1459 | | | 36 | 17.536 | 246.1 | 1.1099 |
| 2 | 0.976 | 246.1 | 4.1882 | | | 37 | 18.024 | 246.1 | 2.0699 |
| 3 | 1.464 | 246.1 | 5.1814 | | | 38 | 18.512 | 246.1 | 3.0297 |
| 4 | 1.952 | 246.1 | 6.1916 | | | 39 | 19.000 | 246.1 | 3.9894 |
| 5 | 2.440 | 246.1 | 7.1968 | | | 40 | 19.488 | 246.1 | 4.9490 |
| 6 | 2.928 | 246.1 | 8.1969 | | | 41 | 19.975 | 246.1 | 5.9085 |
| 7 | 3.415 | 246.1 | 9.1900 | | | 42 | 20.463 | 246.1 | 6.8659 |
| 8 | 3.903 | 246.1 | 10.1801 | | | 43 | 20.951 | 246.1 | 7.8252 |
| 9 | 4.391 | 246.1 | 11.1652 | | | 44 | 21.439 | 246.1 | 8.7844 |
| 10 | 4.879 | 246.1 | 12.1453 | | | 45 | 21.927 | 246.1 | 9.7435 |
| 11 | 5.367 | 246.1 | 13.1204 | | | 46 | 22.415 | 246.1 | 10.7025 |
| 12 | 5.855 | 246.1 | 14.0904 | | | 47 | 22.903 | 246.1 | 11.6613 |
| 13 | 6.343 | 246.1 | 15.0555 | | | 48 | 23.391 | 246.1 | 12.6201 |
| 14 | 6.831 | 246.1 | 16.0155 | | | 49 | 23.879 | 246.1 | 13.5788 |
| 15 | 7.319 | 246.1 | 16.9705 | | | 50 | 24.367 | 246.1 | 14.5373 |

KONVERSI MW TERHADAP OUTFLOW WLINGI

| Daya (A) | Q (B) | Elev. (C) | Estimasi | | |
|----------|--------|-----------|----------|-----|---------------|
| 1 | 9.50 | 162.0 | 1.2490 | b0 | 7662.2 |
| 2 | 15.50 | 162.0 | 2.3231 | b1 | -1.9754 |
| 3 | 21.00 | 162.0 | 3.3077 | b2 | -94.141 |
| 4 | 25.60 | 162.0 | 4.1311 | b12 | 0.013299 |
| 5 | 32.00 | 162.0 | 5.2767 | b11 | -0.0000006256 |
| 6 | 37.50 | 162.0 | 6.2612 | b22 | 0.28914 |
| 7 | 42.50 | 162.0 | 7.1561 | | |
| 8 | 48.50 | 162.0 | 8.2300 | | |
| 9 | 49.00 | 162.0 | 8.3195 | | |
| 10 | 54.00 | 162.0 | 9.2144 | | |
| 11 | 64.50 | 162.0 | 11.0935 | | |
| 12 | 69.50 | 162.0 | 11.9883 | | |
| 13 | 75.00 | 162.0 | 12.9725 | | |
| 14 | 80.50 | 162.0 | 13.9567 | | |
| 15 | 85.50 | 162.0 | 14.8513 | | |
| 16 | 90.50 | 162.0 | 15.7460 | | |
| 17 | 96.00 | 162.0 | 16.7300 | | |
| 18 | 101.50 | 162.0 | 17.7141 | | |
| 19 | 108.50 | 162.0 | 18.9664 | | |
| 20 | 112.00 | 162.0 | 19.5926 | | |
| 21 | 117.50 | 162.0 | 20.5765 | | |
| 22 | 123.50 | 162.0 | 21.6498 | | |
| 23 | 129.50 | 162.0 | 22.7231 | | |
| 24 | 134.50 | 162.0 | 23.6175 | | |
| 25 | 140.50 | 162.0 | 24.6906 | | |
| 26 | 146.00 | 162.0 | 25.6744 | | |
| 27 | 152.00 | 162.0 | 26.7475 | | |
| 1 | 9.37 | 162.3 | 1.1512 | | |
| 2 | 15.25 | 162.3 | 2.2273 | | |
| 3 | 20.63 | 162.3 | 3.2119 | | |
| 4 | 25.00 | 162.3 | 4.0116 | | |
| 5 | 31.38 | 162.3 | 5.1791 | | |
| 6 | 36.75 | 162.3 | 6.1617 | | |
| 7 | 41.75 | 162.3 | 7.0766 | | |
| 8 | 47.50 | 162.3 | 8.1287 | | |
| 9 | 52.88 | 162.3 | 9.1130 | | |
| 10 | 57.88 | 162.3 | 10.0278 | | |
| 11 | 63.26 | 162.3 | 11.0121 | | |
| 12 | 68.38 | 162.3 | 11.9488 | | |
| 13 | 73.75 | 162.3 | 12.9312 | | |
| 14 | 79.13 | 162.3 | 13.9154 | | |
| 15 | 84.13 | 162.3 | 14.8300 | | |
| 16 | 89.24 | 162.3 | 15.7647 | | |
| 17 | 94.50 | 162.3 | 16.7268 | | |
| 18 | 99.88 | 162.3 | 17.7109 | | |
| 19 | 104.88 | 162.3 | 18.6254 | | |
| 20 | 110.25 | 162.3 | 19.6075 | | |
| 21 | 115.75 | 162.3 | 20.6134 | | |
| 22 | 121.50 | 162.3 | 21.6649 | | |

| | | | |
|----|--------|-------|---------|
| 23 | 126.87 | 162.3 | 22.6469 |
| 24 | 132.25 | 162.3 | 23.6308 |
| 25 | 137.00 | 162.3 | 24.4993 |
| 26 | 143.60 | 162.3 | 25.7062 |
| 27 | 149.38 | 162.3 | 26.7630 |
| 1 | 9.25 | 162.5 | 1.1082 |
| 2 | 15.00 | 162.5 | 2.1758 |
| 3 | 20.50 | 162.5 | 3.1970 |
| 4 | 26.75 | 162.5 | 4.3573 |
| 5 | 31.25 | 162.5 | 5.1927 |
| 6 | 36.60 | 162.5 | 6.1859 |
| 7 | 41.00 | 162.5 | 7.0028 |
| 8 | 46.25 | 162.5 | 7.9773 |
| 9 | 51.50 | 162.5 | 8.9519 |
| 10 | 56.76 | 162.5 | 9.9282 |
| 11 | 62.00 | 162.5 | 10.9008 |
| 12 | 67.25 | 162.5 | 15.5871 |
| 13 | 72.50 | 162.5 | 12.8497 |
| 14 | 77.75 | 162.5 | 13.8240 |
| 15 | 82.75 | 162.5 | 14.7520 |
| 16 | 87.75 | 162.5 | 15.6799 |
| 17 | 95.00 | 162.5 | 17.0253 |
| 18 | 98.25 | 162.5 | 17.6284 |
| 19 | 103.25 | 162.5 | 18.5562 |
| 20 | 108.50 | 162.5 | 19.5304 |
| 21 | 114.00 | 162.5 | 20.5509 |
| 22 | 119.50 | 162.5 | 21.5713 |
| 23 | 124.75 | 162.5 | 22.5454 |
| 24 | 130.00 | 162.5 | 23.5194 |
| 25 | 134.75 | 162.5 | 24.4007 |
| 26 | 141.00 | 162.5 | 25.5601 |
| 27 | 146.75 | 162.5 | 26.6268 |
| 1 | 9.12 | 162.8 | 1.0953 |
| 2 | 14.75 | 162.8 | 2.1631 |
| 3 | 19.88 | 162.8 | 3.1360 |
| 4 | 25.00 | 162.8 | 4.1070 |
| 5 | 30.13 | 162.8 | 5.0799 |
| 6 | 35.75 | 162.8 | 6.1457 |
| 7 | 40.25 | 162.8 | 6.9990 |
| 8 | 45.50 | 162.8 | 7.9945 |
| 9 | 50.63 | 162.8 | 8.9673 |
| 10 | 55.63 | 162.8 | 9.9153 |
| 11 | 60.75 | 162.8 | 10.8861 |
| 12 | 68.13 | 162.8 | 12.2853 |
| 13 | 71.25 | 162.8 | 12.8768 |
| 14 | 76.38 | 162.8 | 13.8494 |
| 15 | 81.38 | 162.8 | 14.7973 |
| 16 | 86.38 | 162.8 | 15.7451 |
| 17 | 91.50 | 162.8 | 16.7157 |
| 18 | 96.63 | 162.8 | 17.6882 |
| 19 | 101.63 | 162.8 | 18.6359 |
| 20 | 105.75 | 162.8 | 19.4169 |

KONVERSI MW TERHADAP OUTFLOW LODOYO

| Daya (A) | Q (B) | Elev. (C) | Estimasi | | |
|----------|-------|-----------|----------|-----|--------------|
| 1.0 | 21.04 | 130.50 | 0.992 | b0 | -2.3442 |
| 1.5 | 31.56 | 130.50 | 1.496 | b1 | -1.0433 |
| 2.0 | 42.08 | 130.50 | 2.003 | b2 | 0.028294 |
| 2.5 | 52.60 | 130.50 | 2.512 | b12 | 0.0083572 |
| 3.0 | 63.13 | 130.50 | 3.025 | b11 | 0.000011643 |
| 3.5 | 73.65 | 130.50 | 3.539 | b22 | -0.000079665 |
| 4.0 | 84.17 | 130.50 | 4.056 | | |
| 4.5 | 84.17 | 130.50 | 4.056 | | |
| 4.5 | 94.70 | 130.50 | 4.577 | | |
| 1.0 | 19.29 | 131.00 | 0.993 | | |
| 1.5 | 28.94 | 131.00 | 1.495 | | |
| 2.0 | 38.59 | 131.00 | 2.000 | | |
| 2.5 | 48.24 | 131.00 | 2.506 | | |
| 3.0 | 57.87 | 131.00 | 3.014 | | |
| 3.5 | 67.52 | 131.00 | 3.525 | | |
| 4.0 | 77.16 | 131.00 | 4.038 | | |
| 4.5 | 86.81 | 131.00 | 4.553 | | |
| 1.0 | 17.91 | 131.50 | 1.000 | | |
| 1.5 | 26.87 | 131.50 | 1.503 | | |
| 2.0 | 35.83 | 131.50 | 2.009 | | |
| 2.5 | 44.79 | 131.50 | 2.516 | | |
| 3.0 | 53.73 | 131.50 | 3.024 | | |
| 3.5 | 62.69 | 131.50 | 3.535 | | |
| 4.0 | 71.65 | 131.50 | 4.048 | | |
| 4.5 | 80.60 | 131.50 | 4.562 | | |
| 1.0 | 16.53 | 132.00 | 0.995 | | |
| 1.5 | 24.80 | 132.00 | 1.494 | | |
| 2.0 | 33.07 | 132.00 | 1.995 | | |
| 2.5 | 41.34 | 132.00 | 2.497 | | |
| 3.0 | 49.60 | 132.00 | 3.000 | | |
| 3.5 | 57.87 | 132.00 | 3.505 | | |
| 4.0 | 66.14 | 132.00 | 4.012 | | |
| 4.5 | 74.40 | 132.00 | 4.520 | | |
| 1.0 | 15.50 | 132.50 | 1.001 | | |
| 1.5 | 23.25 | 132.50 | 1.501 | | |
| 2.0 | 31.00 | 132.50 | 2.002 | | |
| 2.5 | 38.75 | 132.50 | 2.505 | | |
| 3.0 | 45.50 | 132.50 | 2.944 | | |
| 3.5 | 54.25 | 132.50 | 3.514 | | |
| 4.0 | 62.00 | 132.50 | 4.021 | | |
| 4.5 | 69.75 | 132.50 | 4.529 | | |
| 1.0 | 14.47 | 133.00 | 0.999 | | |
| 1.5 | 21.71 | 133.00 | 1.496 | | |
| 2.0 | 28.95 | 133.00 | 1.994 | | |
| 2.5 | 36.19 | 133.00 | 2.493 | | |
| 3.0 | 43.40 | 133.00 | 2.992 | | |
| 3.5 | 50.64 | 133.00 | 3.494 | | |
| 4.0 | 57.88 | 133.00 | 3.995 | | |
| 4.5 | 65.10 | 133.00 | 4.499 | | |
| 1.0 | 13.62 | 133.50 | 1.001 | | |

| | | | |
|-----|-------|--------|-------|
| 1.5 | 20.43 | 133.50 | 1.497 |
| 2.0 | 27.24 | 133.50 | 1.994 |
| 2.5 | 34.05 | 133.50 | 2.491 |
| 3.0 | 40.86 | 133.50 | 2.990 |
| 3.5 | 47.63 | 133.50 | 3.487 |
| 4.0 | 54.46 | 133.50 | 3.990 |
| 4.5 | 61.27 | 133.50 | 4.492 |
| 1.0 | 12.86 | 134.00 | 1.003 |
| 1.5 | 19.29 | 134.00 | 1.498 |
| 2.0 | 25.72 | 134.00 | 1.994 |
| 2.5 | 32.15 | 134.00 | 2.490 |
| 3.0 | 38.58 | 134.00 | 2.988 |
| 3.5 | 45.01 | 134.00 | 3.487 |
| 4.0 | 51.44 | 134.00 | 3.986 |
| 4.5 | 57.87 | 134.00 | 4.487 |
| 1.0 | 12.22 | 134.50 | 1.009 |
| 1.5 | 18.33 | 134.50 | 1.504 |
| 2.0 | 24.44 | 134.50 | 2.001 |
| 2.5 | 30.55 | 134.50 | 2.498 |
| 3.0 | 36.65 | 134.50 | 2.995 |
| 3.5 | 42.76 | 134.50 | 3.494 |
| 4.0 | 48.87 | 134.50 | 3.994 |
| 4.5 | 54.94 | 134.50 | 4.491 |
| 1.0 | 11.57 | 135.00 | 1.008 |
| 1.5 | 17.36 | 135.00 | 1.501 |
| 2.0 | 23.15 | 135.00 | 1.996 |
| 2.5 | 28.94 | 135.00 | 2.491 |
| 3.0 | 34.72 | 135.00 | 2.986 |
| 3.5 | 40.51 | 135.00 | 3.483 |
| 4.0 | 46.30 | 135.00 | 3.980 |
| 4.5 | 52.08 | 135.00 | 4.478 |
| 1.0 | 11.04 | 135.50 | 1.012 |
| 1.5 | 16.56 | 135.50 | 1.506 |
| 2.0 | 22.08 | 135.50 | 2.000 |
| 2.5 | 27.60 | 135.50 | 2.495 |
| 3.0 | 33.14 | 135.50 | 2.993 |
| 3.5 | 38.64 | 135.50 | 3.487 |
| 4.0 | 44.19 | 135.50 | 3.987 |
| 4.5 | 49.71 | 135.50 | 4.485 |
| 1.0 | 10.52 | 136.00 | 1.013 |
| 1.5 | 15.78 | 136.00 | 1.505 |
| 2.0 | 21.04 | 136.00 | 1.998 |
| 2.5 | 26.30 | 136.00 | 2.492 |
| 3.0 | 31.56 | 136.00 | 2.986 |
| 3.5 | 38.82 | 136.00 | 3.669 |
| 4.0 | 42.08 | 136.00 | 3.976 |
| 4.5 | 47.34 | 136.00 | 4.472 |

KONVERSI MW TERHADAP OUTFLOW SELOREJO

| Daya (A) | Q (B) | Elev. (C) | Estimasi | | |
|----------|-------|-----------|-------------|-----|---------------|
| 0.60 | 4.00 | 604.00 | 255.379136 | b0 | 166.5 |
| 0.60 | 4.01 | 603.90 | 52.96249878 | b1 | 8.7927 |
| 0.60 | 4.01 | 603.80 | 230.5276821 | b2 | 29.746 |
| 0.60 | 4.02 | 603.70 | 267.2055743 | b12 | -0.012151 |
| 0.60 | 4.02 | 603.60 | 56.6483027 | b11 | -0.0149080000 |
| 0.60 | 4.03 | 603.50 | 291.1145543 | b22 | -0.04902 |
| 0.60 | 4.03 | 603.40 | 279.0165087 | | |
| 0.60 | 4.04 | 603.30 | 60.32933606 | | |
| 0.60 | 4.04 | 603.20 | 291.7013872 | | |
| 0.60 | 4.05 | 603.10 | 230.8254079 | | |
| 0.60 | 4.05 | 603.00 | 64.00559886 | | |
| 0.60 | 4.06 | 602.90 | 292.8749355 | | |
| 0.60 | 4.07 | 602.80 | 302.6323909 | | |
| 0.60 | 4.08 | 602.70 | 67.6770911 | | |
| 0.60 | 4.09 | 602.60 | 294.0483268 | | |
| 0.60 | 4.10 | 602.50 | 314.4240287 | | |
| 0.60 | 4.11 | 602.40 | 71.34381278 | | |
| 0.60 | 4.12 | 602.30 | 296.1013843 | | |
| 0.60 | 4.13 | 602.20 | 326.2546065 | | |
| 0.60 | 4.14 | 602.10 | 175.0057639 | | |
| 0.60 | 4.15 | 602.00 | 298.4471475 | | |
| 0.60 | 4.17 | 601.90 | 338.0700847 | | |
| 0.60 | 4.19 | 601.80 | 78.66294446 | | |
| 0.60 | 4.21 | 601.70 | 301.085381 | | |
| 0.60 | 4.23 | 601.60 | 349.8840768 | | |
| 0.60 | 4.25 | 601.50 | 82.31535446 | | |
| 0.60 | 4.27 | 601.40 | 304.0158202 | | |
| 0.60 | 4.29 | 601.30 | 361.696648 | | |
| 0.60 | 4.31 | 601.20 | 85.9629939 | | |
| 0.60 | 4.33 | 601.10 | 306.945279 | | |
| 0.60 | 4.35 | 601.00 | 373.4942067 | | |
| 0.60 | 4.38 | 600.90 | 26.4664283 | | |
| 0.60 | 4.40 | 600.80 | 291.4001294 | | |
| 0.60 | 4.43 | 600.70 | 175.3601467 | | |
| 0.60 | 4.45 | 600.60 | 30.1896901 | | |
| 0.60 | 4.48 | 600.50 | 292.5737859 | | |
| 0.60 | 4.50 | 600.40 | 187.3180299 | | |
| 0.60 | 4.53 | 600.30 | 33.90818134 | | |
| 0.60 | 4.55 | 600.20 | 293.7472855 | | |
| 0.60 | 4.58 | 600.10 | 199.2605678 | | |
| 0.60 | 4.60 | 600.00 | 37.62190202 | | |
| 0.70 | 4.00 | 607.00 | 294.9206283 | | |
| 0.70 | 4.01 | 606.90 | 211.1877604 | | |
| 0.70 | 4.02 | 606.80 | 41.33085214 | | |
| 0.70 | 4.03 | 606.70 | 296.0938142 | | |
| 0.70 | 4.04 | 606.60 | 223.0996077 | | |
| 0.70 | 4.05 | 606.50 | 45.0350317 | | |
| 0.70 | 4.06 | 606.40 | 297.2668433 | | |
| 0.70 | 4.07 | 606.30 | 234.9961098 | | |
| 0.70 | 4.08 | 606.20 | 48.7344407 | | |

| | | | |
|------|------|--------|-------------|
| 0.70 | 4.09 | 606.10 | 298.4397154 |
| 0.70 | 4.10 | 606.00 | 246.8772666 |
| 0.70 | 4.11 | 605.90 | 52.42907914 |
| 0.70 | 4.12 | 605.80 | 199.6124308 |
| 0.70 | 4.13 | 605.70 | 258.7563387 |
| 0.70 | 4.14 | 605.60 | 56.11894702 |
| 0.70 | 4.15 | 605.50 | 301.3712096 |
| 0.70 | 4.16 | 605.40 | 270.6334271 |
| 0.70 | 4.17 | 605.30 | 59.80404434 |
| 0.70 | 4.18 | 605.20 | 303.1296356 |
| 0.70 | 4.19 | 605.10 | 282.4953051 |
| 0.70 | 4.20 | 605.00 | 63.4843711 |
| 0.70 | 4.21 | 604.90 | 304.8877085 |
| 0.70 | 4.22 | 604.80 | 294.3419725 |
| 0.70 | 4.23 | 604.70 | 67.1599273 |
| 0.70 | 4.24 | 604.60 | 306.6454286 |
| 0.70 | 4.25 | 604.50 | 306.1734295 |
| 0.70 | 4.26 | 604.40 | 70.83071294 |
| 0.70 | 4.27 | 604.30 | 308.4027957 |
| 0.70 | 4.28 | 604.20 | 317.989676 |
| 0.70 | 4.29 | 604.10 | 74.49672802 |
| 0.70 | 4.30 | 604.00 | 311.0381845 |
| 0.70 | 4.32 | 603.90 | 329.8444615 |
| 0.70 | 4.33 | 603.80 | 78.15797254 |
| 0.70 | 4.35 | 603.70 | 313.6727793 |
| 0.70 | 4.36 | 603.60 | 341.6707829 |
| 0.70 | 4.38 | 603.50 | 81.8144465 |
| 0.70 | 4.39 | 603.40 | 317.476903 |
| 0.70 | 4.41 | 603.30 | 353.5493887 |
| 0.70 | 4.42 | 603.20 | 85.4661499 |
| 0.70 | 4.44 | 603.10 | 322.156627 |
| 0.70 | 4.45 | 603.00 | 365.4400125 |
| 0.70 | 4.47 | 602.90 | 89.11308274 |
| 0.70 | 4.48 | 602.80 | 326.8338411 |
| 0.70 | 4.50 | 602.70 | 76.501832 |
| 0.70 | 4.51 | 602.60 | 1.5562682 |
| 0.70 | 4.53 | 602.50 | 292.5656951 |
| 0.70 | 4.54 | 602.40 | 88.587414 |
| 0.70 | 4.56 | 602.30 | 5.3146026 |
| 0.70 | 4.57 | 602.20 | 293.7392638 |
| 0.70 | 4.59 | 602.10 | 100.6576507 |
| 0.70 | 4.60 | 602.00 | 9.06816644 |
| 0.70 | 4.62 | 601.90 | 294.9126757 |
| 0.70 | 4.65 | 601.80 | 112.7125422 |
| 0.70 | 4.67 | 601.70 | 12.81695972 |
| 0.70 | 4.69 | 601.60 | 296.0859306 |
| 0.70 | 4.72 | 601.50 | 124.7520884 |
| 0.70 | 4.74 | 601.40 | 16.56098244 |
| 0.70 | 4.76 | 601.30 | 297.2590287 |
| 0.70 | 4.78 | 601.20 | 136.7762893 |
| 0.70 | 4.81 | 601.10 | 20.3002346 |
| 0.70 | 4.83 | 601.00 | 298.1387493 |

| No | PLTA | URAUAN | BILAN | | | | | | | | | | | | KETERANGAN | |
|----|-----------|--|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------------|--------|
| | | | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGT | SEP | OKT | NOV | DES | | Rata2 |
| 1 | SENGGURUH | INFLOW MAKS. (m ³ /det) | 75.44 | 487.82 | 365.21 | 76.84 | 79.26 | 44.78 | 37.51 | 37.51 | 63.11 | 23.87 | 111.24 | 204.50 | 143.83 | |
| | | INFLOW MIN. (m ³ /det) | 25.71 | 22.48 | 62.81 | 42.75 | 35.07 | 26.27 | 21.98 | 21.98 | 15.61 | 14.81 | 16.47 | 28.89 | 28.16 | |
| | | INFLOW RATA-2 (m ³ /det) | 54.83 | 72.46 | 98.74 | 51.82 | 44.88 | 34.23 | 28.88 | 21.13 | 20.68 | 16.71 | 38.40 | 68.17 | 48.76 | |
| | | OUT FLOW RATA-2 (m ³ /det) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SPILLWAY MAKS. (m ³ /det) | 51.87 | 52.81 | 63.59 | 51.07 | 44.26 | 45.14 | 49.89 | 21.06 | 20.49 | 16.54 | 35.88 | 59.68 | 45.41 | |
| | | SPILLWAY MIN. (m ³ /det) | 28.22 | 163.31 | 380.73 | 14.90 | 12.76 | 45.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 37.99 | 128.28 | 65.78 |
| | | SPILLWAY RATA-2 (m ³ /det) | 2.10 | 0.79 | 1.18 | 4.64 | 8.58 | 12.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.38 | 4.11 | 3.10 |
| | | EL AKHIR BULAN (Meter) | 2.44 | 19.71 | 33.70 | 0.83 | 0.72 | 13.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.23 | 8.78 | 6.88 |
| | | JML CURAH HUJAN (mm) | 281.880 | 292.340 | 292.672 | 282.380 | 282.481 | 282.481 | 282.170 | 282.170 | 282.170 | 282.194 | 282.086 | 282.041 | 281.872 | 282.23 |
| | | | | 1.172.0 | 1.354.0 | 1.242.00 | 148.00 | 318.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.032.00 | 2.094.00 | 637.87 |
| 2 | SUTAMI | INFLOW MAKS. (m ³ /det) | 143.38 | 243.17 | 432.34 | 145.21 | 119.53 | 70.33 | 57.45 | 41.00 | 77.33 | 40.09 | 141.11 | 349.28 | 155.02 | |
| | | INFLOW MIN. (m ³ /det) | 43.95 | 50.00 | 88.24 | 80.35 | 8.37 | 50.95 | 38.12 | 32.20 | 31.33 | 32.47 | 32.86 | 56.78 | 43.81 | |
| | | INFLOW RATA-2 (m ³ /det) | 84.13 | 116.37 | 151.90 | 88.01 | 85.15 | 53.15 | 45.51 | 35.90 | 40.00 | 35.62 | 65.55 | 123.29 | 75.38 | |
| | | OUT FLOW RATA-2 (m ³ /det) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SPILLWAY MAKS. (m ³ /det) | 70.59 | 107.29 | 142.82 | 87.33 | 85.08 | 66.25 | 49.89 | 21.06 | 20.49 | 16.54 | 35.88 | 59.88 | 65.12 | |
| | | SPILLWAY MIN. (m ³ /det) | | | 206.84 | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | SPILLWAY RATA-2 (m ³ /det) | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | EL AKHIR BULAN (Meter) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | JML CURAH HUJAN (mm) | 266.53 | 270.53 | 271.060 | 271.590 | 272.170 | 271.460 | 270.10 | 268.76 | 270.10 | 268.00 | 265.75 | 259.70 | 263.10 | 268.07 |
| | | | 2.325.0 | 1.488.0 | 1.484.0 | 51.00 | 549.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 867.00 | 4.583.00 | 942.33 |
| 3 | WLINGI | INFLOW MAKS. (m ³ /det) | 179.83 | 258.82 | 383.43 | 221.77 | 180.47 | 85.21 | 57.45 | 41.00 | 77.33 | 40.09 | 141.11 | 349.28 | 166.12 | |
| | | INFLOW MIN. (m ³ /det) | 58.83 | 74.87 | 120.81 | 85.88 | 61.44 | 61.50 | 51.77 | 43.29 | 44.22 | 46.21 | 43.59 | 84.44 | 63.06 | |
| | | INFLOW RATA-2 (m ³ /det) | 109.28 | 159.48 | 187.32 | 117.54 | 88.55 | 69.56 | 60.62 | 48.01 | 55.02 | 52.66 | 80.74 | 204.06 | 104.24 | |
| | | OUT FLOW RATA-2 (m ³ /det) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SPILLWAY MAKS. (m ³ /det) | 93.80 | 128.24 | 176.80 | 102.69 | 68.93 | 56.84 | 51.40 | 43.03 | 50.58 | 44.79 | 78.69 | 141.44 | 88.42 | |
| | | SPILLWAY MIN. (m ³ /det) | 12.78 | 216.98 | 148.85 | | 114.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.48 | 0.00 | 28.75 | 1,001.08 | 138.33 |
| | | SPILLWAY RATA-2 (m ³ /det) | 0.13 | 11.81 | 1.76 | | 38.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.04 | 12.18 | 8.20 |
| | | EL AKHIR BULAN (Meter) | 1.32 | 57.43 | 46.32 | | 76.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 12.87 | 51.32 | 22.39 |
| | | JML CURAH HUJAN (mm) | 163.050 | 163.400 | 163.500 | 163.480 | 163.500 | 163.500 | 163.50 | 163.50 | 163.47 | 163.47 | 163.50 | 163.50 | 163.50 | 163.45 |
| | | | 281.00 | 313.00 | 187.00 | 90.00 | 74.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 224.00 | 457.00 | 135.25 |

| No | PLTA | URAIAN | BULAN | | | | | | | | | | | | KETERANGAN | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------------|--------|
| | | | JAN | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGT | SEP | OKT | NOP | DES | | Rata2 |
| 4 | LODOYO | INFLOW MAKS. (m3/det) | 261.03 | 400.82 | 465.77 | 292.90 | 956.55 | 97.55 | 78.56 | 73.39 | 82.40 | 76.98 | 272.40 | 1,354.88 | 368.00 | |
| | | INFLOW MIN. (m3/det) | 60.81 | 0.00 | 157.59 | 91.06 | 64.22 | 65.49 | 63.63 | 44.81 | 41.25 | 43.78 | 52.63 | 115.31 | 68.72 | |
| | | INFLOW RATA-2 (m3/det) | 138.47 | 181.96 | 257.70 | 140.91 | 127.30 | 90.90 | 71.77 | 54.36 | 58.96 | 51.75 | 107.29 | 277.78 | 128.93 | |
| | | OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | 49.05 | 43.10 | 48.73 | 48.53 | 44.98 | 48.55 | 43.28 | 47.08 | 46.33 | 46.02 | 49.29 | 41.87 | 46.40 | |
| | | SPILOWAY MAKS. (m3/det) | 179.29 | 383.42 | 421.40 | 245.35 | 193.22 | 48.69 | 44.42 | 44.33 | 34.11 | 0.00 | 224.78 | 1,322.94 | 256.41 | |
| | | SPILOWAY MIN. (m3/det) | 8.98 | 0.00 | 108.47 | 48.45 | 13.00 | 16.44 | 19.23 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 0.00 | 27.00 | 84.68 | 27.56 |
| | | SPILOWAY RATA-2 (m3/det) | 87.62 | 148.91 | 209.45 | 94.44 | 54.33 | 32.15 | 28.22 | 7.45 | 12.38 | 0.00 | 2.76 | 236.08 | 76.15 | |
| | | EL. AKHIR BULAN (Meter) | 135.86 | 135.95 | 135.97 | 136.00 | 136.00 | 0.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 136.00 | 135.920 | 136.000 | 135.850 | 124.82 |
| | | INFLOW MAKS. (m3/det) | 170.60 | 248.18 | 318.60 | 64.89 | 88.90 | 118.70 | 31.79 | 12.05 | 5.78 | 5.78 | 5.78 | 147.90 | 894.70 | 174.88 |
| | | INFLOW MIN. (m3/det) | 11.10 | 14.45 | 13.89 | 2.41 | 2.86 | 7.23 | 7.23 | 1.44 | 1.89 | 0.80 | 0.72 | 17.11 | 17.11 | 8.74 |
| | | INFLOW RATA-2 (m3/det) | 44.73 | 62.82 | 57.04 | 14.71 | 67.78 | 31.13 | 31.13 | 6.14 | 3.54 | 2.29 | 15.37 | 98.44 | 98.27 | |
| | | 5 | T. AGUNG | OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | 38.18 | 49.87 | 42.48 | 14.71 | 15.33 | 27.43 | 6.28 | 0.61 | 2.47 | 14.36 | 42.24 | 23.42 |
| SPILOWAY MAKS. (m3/det) | 108.90 | | | 129.90 | 288.60 | - | 57.90 | 57.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 905.00 | 140.70 | |
| SPILOWAY MIN. (m3/det) | 4.80 | | | 4.80 | 3.36 | - | 5.21 | 10.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.25 | 3.33 | |
| SPILOWAY RATA-2 (m3/det) | 8.63 | | | 13.14 | 15.06 | - | 53.28 | 3.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 55.03 | - | |
| EL. AKHIR BULAN (Meter) | 78.450 | | | 78.470 | 77.800 | 77.980 | 78.450 | 77.970 | 77.920 | 77.960 | 78.100 | 77.880 | 77.880 | 77.880 | 77.630 | 78.01 |
| JML. CURAH HUJAN (mm) | 45.78 | | | 57.26 | 24.70 | 54.90 | 293.40 | 5.80 | 0.50 | 10.30 | 14.20 | 0.00 | 81.80 | 178.00 | 63.70 | |
| INFLOW MAKS. (m3/det) | 31.40 | | | 25.18 | 25.38 | 20.56 | 32.64 | 21.87 | 1.44 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 62.61 | 18.41 |
| INFLOW MIN. (m3/det) | 0.24 | | | 1.66 | 4.06 | 0.94 | 0.34 | 6.18 | 0.16 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.68 | 1.24 |
| INFLOW RATA-2 (m3/det) | 5.86 | | | 7.49 | 9.42 | 3.81 | 4.04 | 2.35 | 0.48 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.98 | 3.68 |
| OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | 2.44 | | | 0.89 | 1.12 | 1.16 | 2.07 | 6.21 | 6.13 | 4.95 | 5.85 | 4.97 | 5.29 | 9.02 | 4.38 | |
| SPILOWAY MAKS. (m3/det) | - | | | - | - | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SPILOWAY MIN. (m3/det) | - | | | - | - | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SPILOWAY RATA-2 (m3/det) | - | - | - | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| EL. AKHIR BULAN (Meter) | 168.02 | 173.76 | 180.19 | 181.96 | 183.00 | 176.82 | 178.630 | 168.670 | 163.300 | 157.600 | 157.540 | 157.540 | 166.980 | 170.71 | | |
| JML. CURAH HUJAN (mm) | 260.02 | 165.00 | 184.00 | 64.01 | 134.00 | 30.60 | - | - | - | - | 2.60 | 221.87 | 284.73 | 149.61 | | |

| No | PLTA | URAIAN | BULAN | | | | | | | | | | | | KETERANGAN |
|-----------------------------|----------|-----------------------------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| | | | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGT | SEP | OKT | NOP | DES | |
| 7 | SELOREJO | INFLOW MAKS. (m3/det) | 14.82 | 32.08 | 33.13 | 17.85 | 11.00 | 10.50 | 8.40 | 6.17 | 12.12 | 7.29 | 15.62 | 60.85 | 19.15 |
| | | INFLOW MIN. (m3/det) | 5.00 | 10.02 | 10.46 | 9.23 | 8.50 | 8.58 | 5.76 | 4.98 | 5.28 | 5.05 | 5.55 | 6.73 | 7.26 |
| | | INFLOW RATA-2 (m3/det) | 9.75 | 15.82 | 17.84 | 11.00 | 10.00 | 7.26 | 6.62 | 5.54 | 6.79 | 6.15 | 7.96 | 13.76 | 9.87 |
| | | OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | 7.27 | 10.27 | 13.35 | 11.74 | 7.74 | 8.92 | 7.94 | 7.50 | 9.18 | 8.75 | 9.13 | 13.08 | 9.57 |
| | | SPILLWAY MAKS. (m3/det) | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | SPILLWAY MIN. (m3/det) | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | SPILLWAY RATA-2 (m3/det) | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | EL. AKHIR BULAN (Meter) | 610.930 | 617.390 | 621.000 | 620.960 | 621.950 | 620.630 | 619.46 | 617.590 | 614.690 | 609.050 | 608.050 | 608.300 | 615.65 |
| | | JML. CURAH HUJAN (mm) | 1.746.0 | 3.799.0 | 3.488.0 | 868.0 | 282.00 | 81.00 | 0.00 | 0 | 248 | 73 | 1.348 | 3.106 | 1.249.32 |
| | | INFLOW MAKS. (m3/det) | 9.25 | 9.25 | 9.25 | 9.25 | 9.25 | 9.25 | 8.58 | 7.50 | 7.50 | 9.25 | 9.25 | 9.25 | 9.25 |
| 8 | MENDALAN | INFLOW MIN. (m3/det) | 6.98 | 8.50 | 9.25 | 8.50 | 6.73 | 8.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 9.00 | 9.00 | 0.00 | 7.41 |
| | | INFLOW RATA-2 (m3/det) | 7.29 | 9.10 | 9.25 | 9.05 | 7.79 | 8.74 | 7.94 | 7.50 | 8.81 | 8.37 | 9.17 | 9.25 | 8.52 |
| | | OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | 7.25 | 8.58 | 8.63 | 8.38 | 7.40 | 8.38 | 7.92 | 7.24 | 8.73 | 8.37 | 8.09 | 8.53 | 8.13 |
| | | SPILLWAY MAKS. (m3/det) | | | | | | | | | | | | | |
| | | SPILLWAY MIN. (m3/det) | | | | | | | | | | | | | |
| | | SPILLWAY RATA-2 (m3/det) | | | | | | | | | | | | | |
| | | EL. AKHIR BULAN (Meter) | 573.19 | 572.80 | 572.94 | 573.02 | 573.35 | 573.40 | 573.21 | 573.21 | 573.21 | 573.21 | 573.21 | 573.21 | 573.16 |
| | | INFLOW MAKS. (m3/det) | 9.88 | 6.79 | 11.44 | 11.88 | 11.05 | 11.82 | 9.58 | 7.96 | 10.40 | 10.51 | 11.05 | 10.81 | 10.41 |
| | | INFLOW MIN. (m3/det) | 5.83 | 6.05 | 8.25 | 9.68 | 6.81 | 8.59 | 7.93 | 7.34 | 8.76 | 8.42 | 8.28 | 8.36 | 7.85 |
| | | 9 | SIMAN | INFLOW RATA-2 (m3/det) | 8.26 | 7.84 | 10.68 | 10.22 | 8.55 | 9.51 | 8.53 | 7.73 | 8.53 | 9.47 | 8.62 |
| OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | 8.21 | | | 7.47 | 9.58 | 9.08 | 6.45 | 9.44 | 8.47 | 7.64 | 9.46 | 9.40 | 8.85 | 9.30 | 8.78 |
| SPILLWAY MAKS. (m3/det) | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| SPILLWAY MIN. (m3/det) | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| SPILLWAY RATA-2 (m3/det) | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| EL. AKHIR BULAN (Meter) | 723.40 | | | 424.40 | 424.30 | 424.00 | 424.00 | 423.80 | 619.46 | 617.56 | 614.96 | 608.96 | 608.96 | 608.96 | 643.38 |
| INFLOW MAKS. (m3/det) | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFLOW MIN. (m3/det) | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFLOW RATA-2 (m3/det) | | | | | | | | | | | | | | | |
| OUT FLOW RATA-2 (m3/det) | | | | | | | | | | | | | | | |

E:\Smpuzak\EDIT\Copy of Kondisi_Air_Br_2004.xls\Str_Sm_Wdg
Jumlah curah hujan dari 6 lokasi
(Selorejo, Pujon, Kedungrejo, Ngantling, Jombok dan Sekar)

Data Spesifikasi Bendungan

| PLTA | Type | Panjang Puncak (M) | Lebar Puncak (M) | Tinggi (M) | Lebar Dasar (M) | Volume (M3) |
|-------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------|
| Sutami | Rock fill | 810 | 13,70 | 100 | 400 | 6.156.000 |
| Wilingi | Zone fill & earth fill | 735 | 8 | 44 | | 820.000 |
| Sengguruh | Rock fill | 378 | 10 | 34 | | 642.300 |
| Tulungagung | ●) | | | | | |
| Mendalan | ●) | | | | | |
| Siman | ●) | | | | | |
| Lodoyo | ●) | | | | | |
| Selorejo | Movable Wier | 447 | 8 | 49 | 300 | 2.000.000 |
| Golang | Zone fill & earth fill | | | | | |
| Giringan | c) | | | | | |
| Ngebel | ●) | | | | | |
| | ●) | | | | | |

*) Catatan :

- PLTA Mendalan, Siman, Golang dan Giringan menggunakan fasilitas Kolam Tando
- PLTA Tulungagung memanfaatkan dari tanggungan parit

PT. PJB
UP BRANTAS
PJB

KWh PRODUKSI VERSI MK
TAHUN 2004

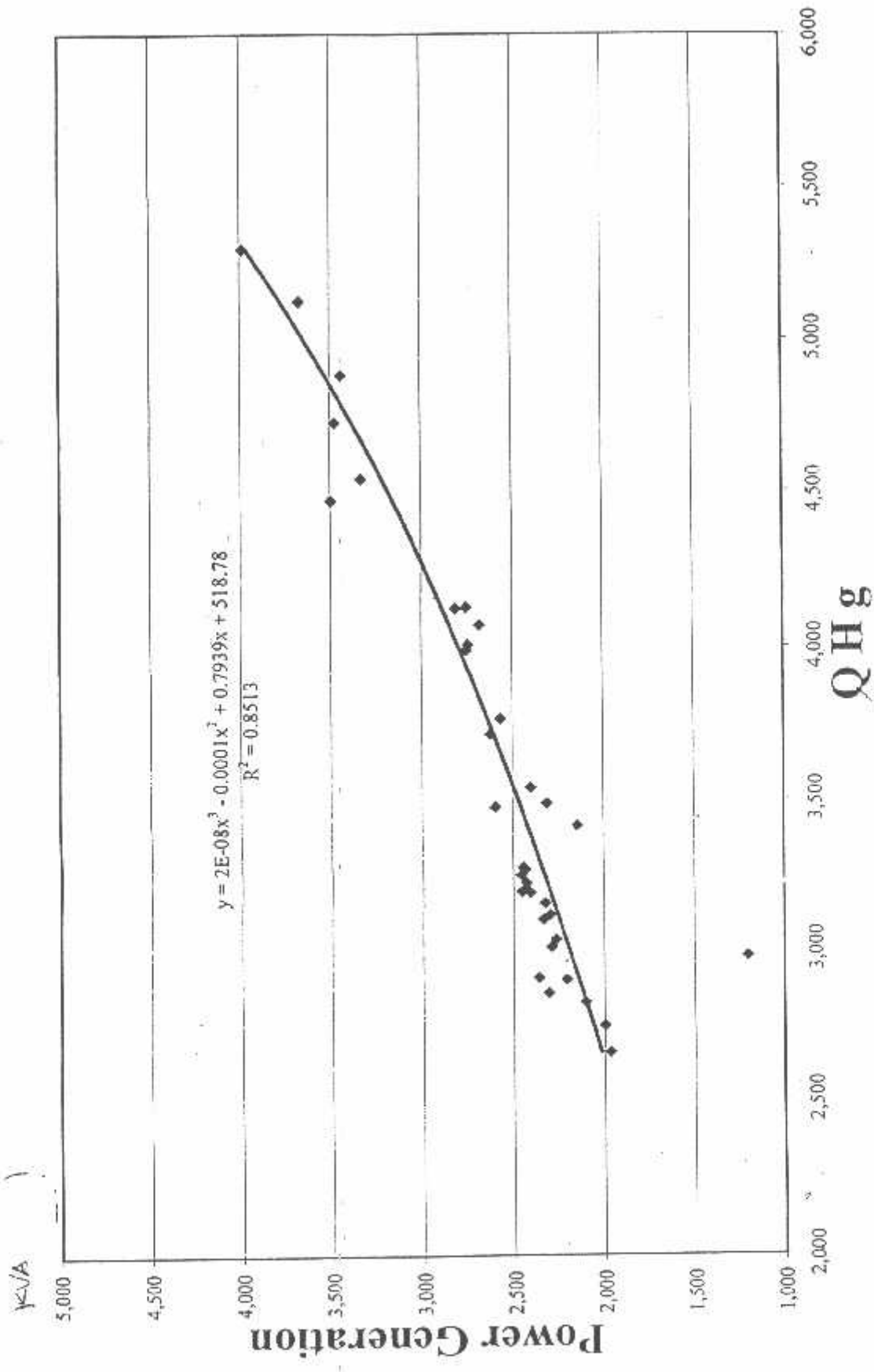
P.L.T.A.

| No. | P L T A | S U L A W | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | JANUARI | FEBRUARI | MARET | APRIL | MEI | JUNI | JULI | AGUSTUS | SEP | OKT | NOV | DES |
| 1 | SUTAMI I | 15.324.100.00 | 16.106.000.00 | 25.490.800.00 | 11.733.200.00 | 6.573.200.00 | 10.126.200.00 | 15.729.900.00 | 14.385.400.00 | 9.180.500.00 | 0.00 | 6.272.500.00 | 16.275.800.00 |
| | SUTAMI II | 9.012.300.00 | 19.600.300.00 | 25.518.000.00 | 19.195.800.00 | 18.324.200.00 | 11.740.600.00 | 4.840.300.00 | 3.185.400.00 | 9.423.300.00 | 15.952.800.00 | 14.689.600.00 | 20.316.400.00 |
| | SUTAMI III | 10.259.900.00 | 17.629.500.00 | 25.699.000.00 | 13.087.800.00 | 9.771.900.00 | 7.349.100.00 | 6.043.600.00 | 3.120.500.00 | 4.962.400.00 | 6.432.400.00 | 7.753.300.00 | 19.255.200.00 |
| | TOTAL | 34.697.300.00 | 52.335.800.00 | 76.707.800.00 | 44.016.800.00 | 34.669.800.00 | 29.216.000.00 | 26.612.800.00 | 20.671.300.00 | 23.665.200.00 | 22.385.200.00 | 30.520.400.00 | 55.357.400.00 |
| 2 | WILING I | 7.044.600.00 | 8.804.400.00 | 12.895.000.00 | 4.829.800.00 | 2.531.500.00 | 1.511.700.00 | 1.424.100.00 | 1.900.800.00 | 3.585.200.00 | 2.279.900.00 | 6.982.500.00 | 11.681.600.00 |
| | WILING II | 7.066.800.00 | 8.114.500.00 | 12.858.800.00 | 9.524.100.00 | 7.123.100.00 | 6.678.000.00 | 6.094.100.00 | 4.278.600.00 | 3.277.500.00 | 3.953.500.00 | 4.326.700.00 | 8.986.200.00 |
| | TOTAL | 14.111.400.00 | 16.918.900.00 | 25.753.800.00 | 14.353.900.00 | 9.654.600.00 | 8.189.700.00 | 7.518.200.00 | 6.179.400.00 | 6.862.700.00 | 8.233.400.00 | 11.309.200.00 | 20.667.800.00 |
| 3 | LODOYO | 3.392.680.00 | 2.995.620.00 | 3.392.940.00 | 3.259.050.00 | 3.115.160.00 | 3.283.320.00 | 2.990.130.00 | 3.175.540.00 | 3.159.700.00 | 3.225.470.00 | 3.282.500.00 | 2.753.120.00 |
| | SELOREYO | 1.206.140.00 | 2.109.060.00 | 3.291.880.00 | 2.794.100.00 | 1.813.620.00 | 2.047.290.00 | 1.839.860.00 | 1.765.970.00 | 1.749.730.00 | 1.536.100.00 | 1.269.880.00 | 1.997.540.00 |

TOTAL KWh DALAM 1 TAHUN :

| | |
|----------|----------------|
| SUTAMI | 451.055.800.00 |
| WILING | 147.853.500.00 |
| LODOYO | 38.064.200.00 |
| SELOREYO | 23.511.180.00 |

| PLTA | Kapasitas Maksimum (M3) | Kapasitas Efektif (M3) | Daerah Terendam Km2 | Pengaliran Km2 | Elevasi HWL (M) | Elevasi LWL (M) | Keterangan |
|----------|-----------------------------------|---|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| SUTAMI | 343,000,000 | 253,000,000 | 15.00 | 2,050 | 272.50 | 246.00 | |
| WLINGI | 24,000,000 | 5,200,000 | 3.80 | 2,860 | 164.00 | 162.00 | |
| LODOYO | 5,200,000 | 5,000,000 | 0.94 | 3,017 | 136.00 | 25.00 | |
| SELOREJO | 62,300,000 | 50,100,000 | 4 | 37 | 622.00 | 598.00 | |
| MENDALAN | Kapasitas Tinggi Kolam Luas Dasar | = 14.000 m3 = 4,30 m = 32.558 m2 | | | 573.70 | 569.50 | Kolam Tando |
| SIMAN | Kapasitas Tinggi Kolam Luas Dasar | = 100.000 m3 = 4,75 m = 21.276 m2 | | | 424.75 | 420.50 | Kolam Tando |



Number : ?

QHG

mm/dt
 elev 9.8
 (mm)



MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA

MASTER

PPD-Perpustakaan

CONTROLLED

PPD-Perpustakaan

KEPUTUSAN MENTERI PEKERJAAN UMUM

Nomor : 77 /KPTS/M/2005

Tentang

PENETAPAN TARIF BIAYA JASA PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR
(d/h TARIF IURAN PEMBIAYAAN EKSPLOITASI DAN PEMELIHARAAN PRASARANA
PENGAIRAN) UNTUK PEMANFAATAN AIR BAKU BAGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
DI WILAYAH KERJA PERUM JASA TIRTA I TAHUN 2005

MENTERI PEKERJAAN UMUM

- Menimbang :
- a. bahwa untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya air yang meliputi konservasi, pendayagunaan, dan pengendalian daya rusak air, diperlukan dukungan dari masyarakat dan dunia usaha sebagai pemanfaat air di wilayah kerja Perum Jasa Tirta I, dengan ikut menanggung biaya jasa pengelolaan sumber daya air;
 - b. bahwa berhubung Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 203/KPTS/M/2004 tentang *Penetapan Tarif Iuran Pembiayaan Eksploitasi dan Pemeliharaan Prasarana Pengairan Untuk Pengambilan atau Pemanfaatan Air Baku Bagi Produksi Pembangkit Listrik Tenaga Air di Wilayah Kerja Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I Wilayah Sungai Bengawan Solo di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2004*, dan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 308/KPTS/M/2004 tentang *Penetapan Tarif Biaya Jasa Pengelolaan Sumber Daya Air (d/h Tarif Iuran Pembiayaan Eksploitasi dan Pemeliharaan Prasarana Pengairan) Untuk Pemanfaatan Air Baku Bagi Pembangkit Listrik Tenaga Air di Wilayah Kerja Perum Jasa Tirta I Wilayah Sungai Kali Banteng di Provinsi Jawa Timur Tahun 2004*, yang menjadi dasar penarikan biaya jasa pengelolaan sumber daya air untuk pemanfaatan air baku bagi pembangkit listrik tenaga air, telah berakhir masa berlakunya pada tanggal 31 Desember 2004, perlu menetapkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum sebagai penggantinya;
 - c. bahwa besaran tarif biaya jasa pengelolaan sumber daya air untuk maksud tersebut pada huruf a dan b, untuk Tahun 2005, perlu ditetapkan dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum.
- Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);

2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 1981 tentang Iuran Pembiayaan Eksploitasi dan Pemeliharaan Prasarana Pengairan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1981 Nomor 6, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3189);
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3225);
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 1991 tentang Sungai (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1991 Nomor 44, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3445);
5. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 1990 tentang Penetapan Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta sebagai Perusahaan yang dapat menarik dan menerima iuran Pembiayaan Eksploitasi dan Pemeliharaan Prasarana Pengairan;
6. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 187/M Tahun 2004 tentang Susunan Kabinet Indonesia Bersatu;
7. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2005 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Kementerian Negara Republik Indonesia;
8. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2005 tentang Unit Organisasi dan Tugas Eselon I Kementerian Negara Republik Indonesia;
9. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 39/PRT/1989 tentang Pembagian Wilayah Sungai;
10. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 48/PRT/1990 tentang Pengelolaan atas Air dan Sumber Air pada Wilayah Sungai;
11. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 49/PRT/1990 tentang Tata Cara dan Persyaratan Izin Penggunaan Air dan atau Sumber Air;

perhatikan : Surat Direktur Utama Perum Jasa Tirta I nomor KP.674/UM/DU/2004 tanggal 6 Oktober 2004 dan nomor KP.693/UM/DU/2004 tanggal 21 Desember 2004;

MEMUTUSKAN

etapkan : PENETAPAN BIAYA JASA PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR (d/h TARIF IURAN PEMBIAYAAN EKSPLOITASI DAN PEMELIHARAAN PRASARANA PENGAIRAN) UNTUK PEMANFAATAN AIR BAKU BAGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR DI WILAYAH KERJA PERUM JASA TIRTA I TAHUN 2005.

SATU : Biaya Jasa Pengelolaan Sumber Daya Air untuk Pemanfaatan Air Baku bagi Pembangkit Listrik Tenaga Air di Wilayah Kerja Perum Jasa Tirta I sebagai berikut :

- a. Wilayah Sungai Bengawan Solo sebesar Rp 39,22 per kWh (tiga puluh sembilan rupiah dua puluh dua sen per kilo *Watt hour*)
- b. Wilayah Sungai Kali Brantas sebesar Rp 31,17 per kWh (tiga puluh satu rupiah tujuh belas sen per kilo *Watt hour*).

KEDUA : Biaya Jasa Pengelolaan Sumber Daya Air sebagaimana dimaksud dalam Diktum Kesatu pada :

- Huruf a. dikenakan kepada pemanfaat air untuk PLTA Wonogiri pada WS Bengawan Solo;
- Huruf b. dikenakan kepada pemanfaat air untuk PLTA WS Kali Brantas yang meliputi: 1) PLTA Senggruh, 2) PLTA Sutami, 3) PLTA Wlingi, 4) PLTA Lodoyo, 5) PLTA Selorejo, 6) PLTA Mendalan, 7) PLTA Siman, 8) PLTA Tulung Agung, 9) PLTA Wonorejo, dan 10) PLTA Bening.

KETIGA : Penarikan Biaya Jasa Pengelolaan Sumber Daya Air sebagaimana dimaksud pada Diktum Kesatu dilakukan langsung oleh Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I.

KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal 1 Januari 2005 sampai dengan 31 Desember 2005.

Salinan Surat Keputusan ini disampaikan kepada Yth:

1. Presiden Republik Indonesia;
2. Menteri Koordinator Bidang Perekonomian;
3. Menteri Keuangan;
4. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral;
5. Menteri Dalam Negeri;
6. Menteri Negara Badan Usaha Milik Negara;
7. Sekretaris Negara;
8. Sekretaris Jenderal Departemen Pekerjaan Umum;
9. Direktur Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum;
10. Direktur Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen ESDM;
11. Gubernur Jawa Tengah;
12. Gubernur Jawa Timur;
13. Dewan Pengawas Perum Jasa Tirta I;
14. Direksi Perum Jasa Tirta I;
15. Direksi PT PLN (Persero);
16. Direksi PT Indonesia Power;
17. Direksi PT Pembangkitan Jawa Bali.

Keputusan/PLN/03/2005

DITETAPKAN DI : JAKARTA
PADA TANGGAL : 28 MARET 2005



TABEL KONVERSI MW TERHADAP OUTFLOW PLTA SUTAMI

| No | MW | Outflow (M ³ /Detik) | Keterangan | No | MW | Outflow (M ³ /Detik) | Keterangan |
|----|----|---------------------------------|---------------------------------|----|----|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 1 | 1,38 | Pada Elevasi Maksimum 272,50 | 1 | 1 | 1,43 | Pada Elevasi Rata - rata 269,50 |
| 2 | 2 | 2,76 | | 2 | 2 | 2,86 | |
| 3 | 3 | 4,14 | | 3 | 3 | 4,29 | |
| 4 | 4 | 5,52 | | 4 | 4 | 5,72 | |
| 5 | 5 | 6,90 | | 5 | 5 | 7,15 | |
| 6 | 6 | 8,28 | | 6 | 6 | 8,58 | |
| 7 | 7 | 9,66 | | 7 | 7 | 10,01 | |
| 8 | 8 | 11,04 | | 8 | 8 | 11,44 | |
| 9 | 9 | 12,42 | | 9 | 9 | 12,87 | |
| 10 | 10 | 13,8 | | 10 | 10 | 14,30 | |
| 11 | 11 | 15,18 | | 11 | 11 | 15,73 | |
| 12 | 12 | 16,56 | | 12 | 12 | 17,16 | |
| 13 | 13 | 17,94 | | 13 | 13 | 18,59 | |
| 14 | 14 | 19,32 | | 14 | 14 | 20,02 | |
| 15 | 15 | 20,70 | | 15 | 15 | 21,45 | |
| 16 | 16 | 22,08 | | 16 | 16 | 22,88 | |
| 17 | 17 | 23,46 | | 17 | 17 | 24,31 | |
| 18 | 18 | 24,84 | | 18 | 18 | 25,74 | |
| 19 | 19 | 26,22 | | 19 | 19 | 27,17 | |
| 20 | 20 | 27,60 | | 20 | 20 | 28,60 | |
| 21 | 21 | 28,98 | | 21 | 21 | 30,03 | |
| 22 | 22 | 30,36 | | 22 | 22 | 31,46 | |
| 23 | 23 | 31,74 | | 23 | 23 | 32,89 | |
| 24 | 24 | 33,12 | | 24 | 24 | 34,32 | |
| 25 | 25 | 34,50 | | 25 | 25 | 35,75 | |
| 26 | 26 | 35,88 | | 26 | 26 | 37,18 | |
| 27 | 27 | 37,26 | | 27 | 27 | 38,61 | |
| 28 | 28 | 38,64 | | 28 | 28 | 40,04 | |
| 29 | 29 | 40,02 | | 29 | 29 | 41,47 | |
| 30 | 30 | 41,40 | | 30 | 30 | 42,90 | |
| 31 | 31 | 42,78 | | 31 | 31 | 44,33 | |
| 32 | 32 | 44,16 | | 32 | 32 | 45,76 | |
| 33 | 33 | 45,54 | | 33 | 33 | 47,19 | |
| 34 | 34 | 46,92 | | 34 | 34 | 48,62 | |
| 35 | 35 | 48,30 | | 35 | 35 | 50,05 | |

Formula :

$$\text{Outflow} = (\text{Daya (MW)} \times 24) / \text{Rasio}$$

Rasio dapat dilihat pada tabel dengan memperhatikan ketinggian elevasi

Karangates, 02 Januari 2004

Dibuat oleh

Supervisor Produksi PLTA Distrik A



Wisrawan Wahyu Wibowo, ST

DAFTAR RATIO
PERHITUNGAN DEBIT KELUAR DARI TURBIN

| ELEVASI WADUK (M) | RATIO RATA ² | ELEVASI WADUK (M) | RATIO RATA ² | ELEVASI WADUK (M) | RATIO RATA ² | ELEVASI WADUK (M) | RATIO RATA ² | ELEVASI WADUK (M) | RATIO RATA ² | ELEVASI WADUK (M) | RATIO RATA ² |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 246,00 | 11,69 | 250,50 | 12,73 | 255,00 | 13,76 | 259,50 | 14,75 | 264,00 | 15,70 | 268,50 | 16,62 |
| 246,10 | 11,71 | 250,60 | 12,75 | 255,10 | 13,78 | 259,60 | 14,77 | 264,10 | 15,73 | 268,60 | 16,64 |
| 246,20 | 11,73 | 250,70 | 12,77 | 255,20 | 13,80 | 259,70 | 14,79 | 264,20 | 15,75 | 268,70 | 16,66 |
| 246,30 | 11,75 | 250,80 | 12,80 | 255,30 | 13,83 | 259,80 | 14,80 | 264,30 | 15,77 | 268,80 | 16,68 |
| 246,40 | 11,78 | 250,90 | 12,82 | 255,40 | 13,86 | 259,90 | 14,83 | 264,40 | 15,79 | 268,90 | 16,70 |
| 246,50 | 11,79 | 251,00 | 12,84 | 255,50 | 13,88 | 260,00 | 14,86 | 264,50 | 15,81 | 269,00 | 16,71 |
| 246,60 | 11,83 | 251,10 | 12,86 | 255,60 | 13,90 | 260,10 | 14,88 | 264,60 | 15,82 | 269,10 | 16,73 |
| 246,70 | 11,85 | 251,20 | 12,89 | 255,70 | 13,93 | 260,20 | 14,90 | 264,70 | 15,84 | 269,20 | 16,75 |
| 246,80 | 11,89 | 251,30 | 12,92 | 255,80 | 13,95 | 260,30 | 14,93 | 264,80 | 15,86 | 269,30 | 16,78 |
| 246,90 | 11,90 | 251,40 | 12,94 | 255,90 | 13,98 | 260,40 | 14,95 | 264,90 | 15,88 | 269,40 | 16,80 |
| 247,00 | 11,92 | 251,50 | 12,96 | 256,00 | 14,00 | 260,50 | 14,98 | 265,00 | 15,90 | 269,50 | 16,83 |
| 247,10 | 11,95 | 251,60 | 12,98 | 256,10 | 14,03 | 260,60 | 15,00 | 265,10 | 15,93 | 269,60 | 16,85 |
| 247,20 | 11,97 | 251,70 | 13,01 | 256,20 | 14,05 | 260,70 | 15,02 | 265,20 | 15,95 | 269,70 | 16,88 |
| 247,30 | 11,99 | 251,80 | 13,04 | 256,30 | 14,07 | 260,80 | 15,04 | 265,30 | 15,97 | 269,80 | 16,90 |
| 247,40 | 12,01 | 251,90 | 13,07 | 256,40 | 14,09 | 260,90 | 15,07 | 265,40 | 15,99 | 269,90 | 16,92 |
| 247,50 | 12,04 | 252,00 | 13,10 | 256,50 | 14,11 | 261,00 | 15,09 | 265,50 | 16,01 | 270,00 | 16,93 |
| 247,60 | 12,07 | 252,10 | 13,13 | 256,60 | 14,13 | 261,10 | 15,11 | 265,60 | 16,02 | 270,10 | 16,95 |
| 247,70 | 12,09 | 252,20 | 13,15 | 256,70 | 14,14 | 261,20 | 15,12 | 265,70 | 16,04 | 270,20 | 16,96 |
| 247,80 | 12,11 | 252,30 | 13,17 | 256,80 | 14,16 | 261,30 | 15,14 | 265,80 | 16,06 | 270,30 | 16,98 |
| 247,90 | 12,13 | 252,40 | 13,18 | 256,90 | 14,18 | 261,40 | 15,16 | 265,90 | 16,08 | 270,40 | 17,00 |
| 248,00 | 12,15 | 252,50 | 13,19 | 257,00 | 14,20 | 261,50 | 15,18 | 266,00 | 16,10 | 270,50 | 17,02 |
| 248,10 | 12,17 | 252,60 | 13,20 | 257,10 | 14,23 | 261,60 | 15,20 | 266,10 | 16,13 | 270,60 | 17,03 |
| 248,20 | 12,20 | 252,70 | 13,23 | 257,20 | 14,25 | 261,70 | 15,22 | 266,20 | 16,15 | 270,70 | 17,04 |
| 248,30 | 12,23 | 252,80 | 13,26 | 257,30 | 14,27 | 261,80 | 15,24 | 266,30 | 16,18 | 270,80 | 17,06 |
| 248,40 | 12,25 | 252,90 | 13,28 | 257,40 | 14,29 | 261,90 | 15,27 | 266,40 | 16,20 | 270,90 | 17,08 |
| 248,50 | 12,28 | 253,00 | 13,30 | 257,50 | 14,32 | 262,00 | 15,29 | 266,50 | 16,22 | 271,00 | 17,10 |
| 248,60 | 12,31 | 253,10 | 13,33 | 257,60 | 14,34 | 262,10 | 15,31 | 266,60 | 16,24 | 271,10 | 17,13 |
| 248,70 | 12,34 | 253,20 | 13,36 | 257,70 | 14,36 | 262,20 | 15,32 | 266,70 | 16,26 | 271,20 | 17,15 |
| 248,80 | 12,36 | 253,30 | 13,38 | 257,80 | 14,38 | 262,30 | 15,35 | 266,80 | 16,27 | 271,30 | 17,17 |
| 248,90 | 12,38 | 253,40 | 13,40 | 257,90 | 14,40 | 262,40 | 15,38 | 266,90 | 16,29 | 271,40 | 17,18 |
| 249,00 | 12,40 | 253,50 | 13,43 | 258,00 | 14,42 | 262,50 | 15,40 | 267,00 | 16,31 | 271,50 | 17,20 |
| 249,10 | 12,43 | 253,60 | 13,45 | 258,10 | 14,44 | 262,60 | 15,42 | 267,10 | 16,33 | 271,60 | 17,22 |
| 249,20 | 12,45 | 253,70 | 13,48 | 258,20 | 14,47 | 262,70 | 15,45 | 267,20 | 16,35 | 271,70 | 17,24 |
| 249,30 | 12,47 | 253,80 | 13,50 | 258,30 | 14,50 | 262,80 | 15,47 | 267,30 | 16,38 | 271,80 | 17,26 |
| 249,40 | 12,49 | 253,90 | 13,52 | 258,40 | 14,52 | 262,90 | 15,49 | 267,40 | 16,40 | 271,90 | 17,28 |
| 249,50 | 12,51 | 254,00 | 13,54 | 258,50 | 14,54 | 263,00 | 15,50 | 267,50 | 16,43 | 272,00 | 17,30 |
| 249,60 | 12,53 | 254,10 | 13,56 | 258,60 | 14,56 | 263,10 | 15,53 | 267,60 | 16,45 | 272,10 | 17,32 |
| 249,70 | 12,56 | 254,20 | 13,58 | 258,70 | 14,58 | 263,20 | 15,55 | 267,70 | 16,48 | 272,20 | 17,33 |
| 249,80 | 12,58 | 254,30 | 13,60 | 258,80 | 14,60 | 263,30 | 15,57 | 267,80 | 16,50 | 272,30 | 17,35 |
| 249,90 | 12,60 | 254,40 | 13,62 | 258,90 | 14,63 | 263,40 | 15,59 | 267,90 | 16,52 | 272,40 | 17,37 |
| 250,00 | 12,62 | 254,50 | 13,65 | 259,00 | 14,65 | 263,50 | 15,60 | 268,00 | 16,54 | 272,50 | 17,39 |
| 250,10 | 12,65 | 254,60 | 13,67 | 259,10 | 14,67 | 263,60 | 15,62 | 268,10 | 16,55 | 272,60 | 17,40 |
| 250,20 | 12,67 | 254,70 | 13,70 | 259,20 | 14,69 | 263,70 | 15,64 | 268,20 | 16,56 | 272,70 | 17,43 |
| 250,30 | 12,69 | 254,80 | 13,72 | 259,30 | 14,71 | 263,80 | 15,66 | 268,30 | 16,58 | 272,80 | 17,45 |
| 250,40 | 12,71 | 254,90 | 13,74 | 259,40 | 14,73 | 263,90 | 15,68 | 268,40 | 16,60 | 272,90 | 17,48 |

VH. BUNING
 PADL
 Fix 2 Lt
 4

TABEL DISCHARGE VS TURBINE
 PLTA WLINGI (m3/sec)

| LOAD (MW) | RWL / DISCHARGE (m3/sec) | | | | | | |
|--------------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 162.00 | 162.25 | 162.50 | 162.75 | 163.00 | 163.25 | 163.50 |
| | 31.88-162.12 | 13-375 | 38-62.5 | 63-87.5 | 88-12.5 | 13-37.6 | 38-50 |
| 1.0 | 9.50 | 9.37 | 9.25 | 9.12 | 9.00 | 8.88 | 8.75 |
| 2.0 | 15.50 | 15.25 | 15.00 | 14.75 | 14.50 | 14.25 | 14.00 |
| 3.0 | 21.00 | 20.63 | 20.50 | 19.88 | 19.50 | 19.25 | 19.00 |
| 4.0 | 26.50 | 25.00 | 25.75 | 25.00 | 24.50 | 24.25 | 24.00 |
| 5.0 | 32.00 | 31.38 | 31.25 | 30.13 | 29.50 | 29.00 | 28.50 |
| 6.0 | 37.50 | 36.75 | 36.50 | 35.75 | 35.00 | 34.00 | 33.50 |
| 7.0 | 42.50 | 41.75 | 41.00 | 40.25 | 39.50 | 39.00 | 38.50 |
| 8.0 | 48.50 | 47.50 | 46.25 | 45.50 | 44.50 | 44.00 | 43.50 |
| 9.0 | 54.00 | 52.88 | 51.50 | 50.88 | 49.50 | 49.75 | 48.00 |
| 10.0 | 59.00 | 57.88 | 59.75 | 55.88 | 54.50 | 53.75 | 51.00 |
| 11.0 | 64.50 | 63.25 | 62.00 | 60.75 | 59.50 | 58.75 | 55.00 |
| 12.0 | 69.50 | 68.25 | 67.25 | 66.13 | 65.00 | 63.75 | 61.50 |
| 13.0 | 75.00 | 73.75 | 72.50 | 71.25 | 70.00 | 68.75 | 67.50 |
| 14.0 | 80.50 | 79.13 | 77.75 | 76.38 | 75.00 | 73.50 | 72.60 |
| 15.0 | 85.50 | 84.13 | 82.75 | 81.38 | 80.00 | 78.50 | 77.00 |
| 16.0 | 90.50 | 89.24 | 87.75 | 86.38 | 85.00 | 83.75 | 82.50 |
| 17.0 | 96.00 | 94.50 | 95.00 | 91.50 | 90.00 | 87.75 | 85.50 |
| 18.0 | 101.50 | 99.88 | 98.25 | 96.63 | 95.00 | 93.25 | 91.00 |
| 19.0 | 108.50 | 104.88 | 103.75 | 101.63 | 100.50 | 98.00 | 95.00 |
| 20.0 | 112.00 | 110.25 | 108.50 | 106.75 | 105.00 | 102.75 | 100.50 |
| 21.0 | 117.50 | 115.75 | 114.00 | 112.25 | 110.50 | 108.00 | 106.00 |
| 22.0 | 123.50 | 121.50 | 119.50 | 117.60 | 115.50 | 113.25 | 111.00 |
| 23.0 | 129.00 | 126.87 | 124.75 | 122.63 | 120.50 | 118.00 | 115.00 |
| 24.0 | 134.50 | 132.25 | 130.00 | 127.75 | 125.50 | 123.25 | 121.00 |
| 25.0 | 140.50 | 137.00 | 134.75 | 133.25 | 131.00 | 128.75 | 126.50 |
| 26.0 | 148.00 | 143.50 | 141.00 | 139.50 | 138.00 | 135.75 | 131.50 |
| 27.0 | 152.00 | 149.38 | 146.75 | 144.13 | 141.50 | 139.25 | 137.00 |

Wingi, 01 Oktober 2002
 Mengatuh,
 Ka. Sub. Div. Jasa ASA III

[Signature]
 Ir. A. Tajibun

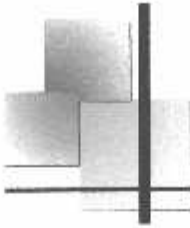
| MW | ELEVASI (M) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 130,50 | 131,00 | 131,50 | 132,00 | 132,50 | 133,00 | 133,50 | 134,00 | 134,50 | 135,00 | 135,50 | |
| 1,00 | 21,04 | 19,29 | 17,91 | 16,53 | 15,36 | 14,47 | 13,82 | 13,29 | 12,92 | 11,57 | 11,04 | 10,52 |
| 1,50 | 31,56 | 29,94 | 28,57 | 24,80 | 23,25 | 21,71 | 20,42 | 19,29 | 18,33 | 17,36 | 15,56 | 13,78 |
| 2,00 | 42,08 | 39,59 | 35,83 | 33,07 | 31,00 | 28,95 | 27,34 | 25,72 | 24,44 | 23,15 | 22,08 | 21,04 |
| 2,50 | 52,60 | 48,24 | 44,79 | 41,34 | 38,75 | 35,19 | 34,05 | 32,15 | 30,55 | 28,94 | 27,60 | 26,30 |
| 3,00 | 63,13 | 57,87 | 53,72 | 49,60 | 45,50 | 43,40 | 40,86 | 38,58 | 36,65 | 34,72 | 33,14 | 31,56 |
| 3,50 | 73,65 | 67,52 | 62,60 | 57,87 | 54,25 | 50,64 | 47,60 | 45,01 | 42,16 | 40,51 | 38,64 | 36,82 |
| 4,00 | 84,17 | 77,16 | 71,65 | 66,14 | 62,00 | 57,86 | 54,45 | 51,44 | 48,87 | 46,30 | 44,19 | 42,08 |
| 4,50 | 94,70 | 86,81 | 80,60 | 74,40 | 69,75 | 65,10 | 61,21 | 57,87 | 54,97 | 52,08 | 49,71 | 47,34 |

KET ELEVASI (M) : 130,25 - 130,75 130,76 - 131,25 131,26 - 131,75 131,76 - 132,25
 130,50 131,00
 132,26 - 132,75 132,76 - 133,25 133,26 - 133,75 133,76 - 134,25
 134,26 - 134,75 134,76 - 135,25 135,26 - 135,75 135,76 - 136,00
 134,50 135,00 135,52 136,00

MASTER
 PFD - BT 2

KADIVISI JASA ASA II

(R. WALUYO UDI S. DIPL. HE)



TENTANG PENULIS



Penulis adalah seorang sarjana *electrical engineering* yang menyelesaikan kuliahnya di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2006. Dilahirkan di Banjarmasin 29 September 1982. Pada tahun 2003 – 2004 aktif sebagai Instruktur Laboratorium Analisis Sistem Tenaga dan Distribusi Elektrik di ITN Malang.

Jenjang pendidikan pertama adalah Taman Kanak – Kanak Melati selama 1 tahun, lulus tahun 1989. Sekolah dasar pada SDN 1 Wawai, lulus tahun 1995. Tahun 1998 lulus di MTs Negeri 2 Rangas Luar. Lulus dari SMU 1 Negeri Birayang pada tahun 2001. Dan Kuliah di ITN Malang mulai tahun 2001 sampai dengan 2006.
