

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



**ANALISIS PENGATURAN DEBIT UNTUK MENDAPATKAN
DAYA PEMBANGKIT HIDRO OPTIMAL PADA PT. PJB
MENGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM***

SKRIPSI

**DISUSUN OLEH :
WIDIANTO
01.12.011**

MARET 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

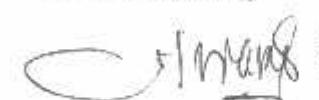
**“ ANALISIS PENGATURAN DEBIT UNTUK MENDAPATKAN DAYA
PEMBANGKIT HIDRO OPTIMAL PADA PT. PJB
MENGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* “**



Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

E. Yudi Supraptono, MT
NIP. Y. 103 950 0274

Menyetujui
Dosen Pembimbing


Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131 991 182
07/04/06

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

LEMBAR PERSEMBAHAN

SEGALA PUJA DAN PUJI SYUKUR KEHADIRAT ALLOH SWT,
TUHAN SEKALIAN ALAM YANG MANA BERKAT RAHMAT DAN
HIDAYAH-NYA SKRIPSI INI DAPAT TERSELESAIKAN DENGAN TEPAT
WAKTU. SOLAWAT SERTA SALAM KAMI PANJATKAN KEPADA
JUNJUNGAN KITA NABI BESAR MUHAMMAD S.A.W, SEMOGA
SYAFAAT-NYA BEBERTA KITA SEMUA.

SKRIPSI INI KU PERSEMBAHKAN BUAT ORANG TUAKU TERCINTA,
KALIAN SEMUA TELAH MEMBERIKAN YANG TERBAIK. TERIMA KASIH
BANYAK. MUNGKIN INI BUKAN HASIL YANG TERBAIK, TAPI INI
ADALAH USAHA DAN KERJA KERASKU SELAMA INI. ILMU ADALAH
HAL YANG TERPENTING BUATKU, DENGAN ILMU YANG SELAMA INI
KU PEROLEH INSYA ALLOH AKAN AKU EMBAK TUGAS TUK
MENJADI ORANG YANG SESUAI DENGAN HARAPAN KALIAN DI
DALAM HIDUP INI DAN SEMOGA DAPAT BERMANFAAT BAGI
KELUARGA, MASYARAKAT DAN AGAMA.

SAUDARA - SAUDARAKU SEMUANYA.....THANK
BANGEEEEEEEEET MA DO'A KALIAN. SEMOGA AKU BISA JADI ORANG
YANG BERGUNA. YANG DAPAT MEMBANGGAKAN KLUARGA KITA

THE SPECIAL FRIEND "YESSY" YANG SELAMA INI MEMBERI DORONGAN SEMANGAT, BAIK SUKA MAUPUN DUKA DAN SELALU MEMBERIKAN PERHATIAN, MOTIVASI AGAR CEPAT SLESEIN SKRIPSI. THX 4 ALL.

BUAT TEMAN-TEMAN YANG SERING AKU GANGGU MUZI BETYO BUDI (GADUL).....THANX BANGET PRINT NYA,AKU GA' BISA BALES APA-APA CUMA KU BISA DOAKAN SEMOGA KAMU CEPET SELESAI N SUKSES...WAWAN (JOMBANG) YANG TIAP HARI KU GANGGU.....AYO CEPET DI RAMPUNGNE SKRIPSINE.

BUAT ANTO(BOGANG), DANI.....AYO USAHA AKU YAKIN KALIAN BISA, AYO KITA USAHA YANG TERBAIK BUAT MASA DEPAN KITA N JANGAN LUPA SHOLAT LD.....ELING KARD SING GAWE URIP BUAT SI BOY(FANY).....CEPET SLESEIN SKRIPSINYA JANGAN PATAH SEMANGAT.

LASKAR 261 SEMUA YANG G' BISA KU SEBUT SATU PER SATU THX KEBERSAMAANNYA SELAMA INI.

BUAT YANG SLAMA INI DENGAN SETIA NGANTER "VIVI" SUPRA KESAYANGANKU....MESKI JELEK U BANYAK JASA...N "TIA" COMPUTER PENTIUM III KU YANG DENGAN TERSEOK-SEOK MENEMANI DIRIKU SEPANJANG HARI.

I WILL MISS U ALL.....

KATA-KATA MUTIARA

SUGIH TANPO BONDQ

DIGDOYO TANPO AJI

NGLURUG TANPO BOLO

MENANG TANPO NGASORAKA

TRIMAH MAWI PASRAH

SUWUNG PAMRIH, TEBIH JERIH

SIHENG TAN DNO SUSAH, TAN DNO BUNGAH

MANTENG MANTENG, SUBENG JENENG

WIRING MENANG YEN DURUNG WANI KALAH

DURUNG UNGGUL YEN DURUNG WANI ASOR

WANI DNO BEDHE YEN DURUNG WANI CILIK

KATA PENGANTAR

Dengan Rahmat Allah SWT dan mengucapkan syukur kehadirat-Nya atas karunia yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Pengaturan Debit untuk mendapatkan daya pembangkit hidro optimal pada PT.PJB menggunakan metode *Genetic Algorithm*"

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh mahasiswa ITN Malang dalam menempuh jenjang pendidikan strata satu jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Energi Listrik. Diharapkan dengan penulisan skripsi ini, dapat memperdalam dan sekaligus melatih mahasiswa agar dapat menerapkan ilmu yang didapat pada waktu kuliah dengan kondisi sesungguhnya.

Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis sangat harapkan untuk menjadikan lebih sempurnanya Skripsi ini.

Atas tersusunnya skripsi ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
 2. Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
 3. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang.
 4. Ir. I Made Wartana, MT, selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran memberikan ilmu, dorongan, semangat dan bantuan.
-

5. Semua keluargaku, Bapak, Ibu dan semua saudara-saudaraku yang selalu memberikan semangat dan do'a.
6. Rekan-rekan Elektro ST angkatan 1997 – 2001, khususnya bagi mahasiswa bimbingan Ir. I Made Wartana, MT, atas segala kebersamaan selama ini.

Akhirnya penyusun mohon maaf kepada semua pihak apabila ada kesalahan dan kekurangan selama penyusunan skripsi ini.

Malang, Maret 2006

Penyusun

ABSTRAKSI

ANALISIS PENGATURAN DEBIT UNTUK MENDAPATKAN DAYA PEMBANGKIT HIDRO OPTIMAL PADA PT. PJB MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM*

(Widianto, Nim. 01.12.011, Teknik Elektro/ Teknik Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing : Ir. I Made Wartana, MT)

Kata Kunci : *Genetic Algorithm (GA), Hydrothermal systems, Operation Planning, Optimization*

Pemenuhan kebutuhan akan energi dari waktu ke waktu selalu berubah-ubah, maka diperlukan suplai daya yang tepat dan sesuai dengan permintaan beban, sehingga diperlukan pengoperasian suatu sistem energi listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik dan harga yang murah

Dalam sistem tenaga hidrotermal (Hydrothermal Power System/HPS), sumber air yang digunakan untuk menghasilkan listrik didapat dari inflow hydroelectric power plants (HPPs) dan air yang tersimpan dalam reservoirnya. Sehingga timbul adanya masalah fungsi obyektif yang diadopsi pada optimalisasi hydrothermal power system operation planning (HPSOP) yaitu masalah non linier. Non linier ini muncul dari fungsi biaya operasional subsistem thermal dan dari fungsi pembangkitan hidrolik

Algoritma genetika yang digunakan dalam melakukan optimasi berangkat dari himpunan populasi yang dihasilkan secara acak yang dianggap sebagai jawaban solusi pertama yang akan diuji keoptimalannya. Sehingga diharapkan algoritma genetika mampu meminimalkan biaya operasional pada sistem tenaga hidrotermal

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERSETUJUAN.....	II
LEMBAR PERSEMBAHAN	III
ABSTRAKSI.....	IV
DAFTAR ISI.....	V
DAFTAR GAMBAR.....	VI
DAFTAR GRAFIK	VII
DAFTAR TABEL	VIII

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Pembahasan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Metode Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Pembahasan.....	8

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pembangkit Tenaga Listrik	11
2.2 Prinsip Pembangkit Tenaga Listrik	13
2.3 Karakteristik Beban dan Faktor Pusat Listrik.....	14

2.4 Pengoperasian Unit Pembangkit	17
2.4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hidro	17
2.4.2 Prinsip PLTA Kaskade	20
2.4.3 Pembangkit Listrik Tenaga Termal	21
2.4.4 Prinsip Pembangkit Tenaga Termal	24
2.4.5 Karakteristik Listrik Tenaga Termal	25
2.4.6 Karakteristik Masukan Keluaran.....	26
2.4.7 Karakteristik Laju Tambahan Bahan Bakar.....	27
2.4.8Pembebanan Ekonomis Pembangkit Listrik	29
2.4.9 Koordinasi Hidrotermal.....	29
2.4.10 Biaya Bahan Bakar	30
2.5 Teori Dasar Algoritma Genetika.....	32
2.5.1 Konsep Dasar	32
2.5.2 Istilah –istilah Algoritma Genetika	36
2.5.3 Proses Algoritma Genetika	39
2.5.4 Definisi –definisi pada Algoritma Genetika	45
2.5.5 Fungsi Objektif.....	45
2.5.6 Kendala-kendala.....	46

BAB III PENERAPAN METODE GENETIC ALGORITHM PADA PT. PEMBANGKIT JAWA BALI

3.1 Pembangkit Hidro	58
3.1.1 PLTA Sutami	58
3.1.2 PLTA Wlingi.....	63
3.1.3 PLTA Lodayo	66
3.2 PT. Pembangkit Jawa Bali.....	69

BAB IV ANALISA DATA DENGAN METODE GENETIC ALGORITHM PADA PT. PEMBANGKIT JAWA BALI

4.1 Program Komputer Metode Genetic Algorithm	77
4.2 Algoritma Program.....	77
4.3 Flowchart Program Genetic Algorithm	79
4.4 Flowchart Repair.....	80
4.5 Flowchart Fitness	81
4.6 Hasil Validasi Program.....	82
4.7 Analisa Program dan Hasil Perhitungan.....	105

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	116
5.2 Saran	117

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Hal :
2-1 Skema Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik	11
2-2 Lengkung Behan Harian	15
2-3 Skema Prinsip Pusat Listrik Tenaga Air	17
2-4 Pola Operasi Waduk Tahunan	18
2-5 Kurva H (m) vs V (m^3) Waduk	19
2-6 Skema PLTA Kaskade	21
2-7 Elemen Pokok sistem Tenaga Listrik	22
2-8 Skema Kerja Unit Termal	25
2-9 Unit Boiler – Turbin – Generator	26
2-10 Kurva Karakteristik Masukan – Keluaran Pembangkit Termal	27
2-11 Kurva Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar	28
2-12 Pendekatan Penguraian Konvensional Unit koordinasi Hidrotermal	30
2-13 Kurva Biaya Bahan Bakar dari Unit Pembangkit sebagai Beban	31
3-1 Skema PLTA Sutami	59
3-2 Skema PLTA Wlingi	64
3-3 Skema PLIA Lodoyo	69
4-1 Tampilan Hasil Perbandingan	84
4-2 Tampilan Data pada Data Utama	85
4-3 Tampilan data pada Data Pembangkitan	86
4-4 Tampilan data Waduk	87

4-5 Tampilan data Pembebanan dan data Inflow	88
4-6 Tampilan data Daya Termal.....	89
4-7 Tampilan data Daya Hidro.....	90
4-8 Tampilan Parameter GA	91
4-9 Tampilan Daya generator Pembangkit Termal + Hidro	92
4-10 Tampilan Hasil Perbandingan	93
4-11 Tampilan Grafik Biaya Unit Commitmen	94
4-12 Tampilan Grafik Q out.....	95
4-13 Tampilan Grafik Elevasi	96

DAFTAR TABEL

Tabel :	Hal :
3-1 Data Teknik Waduk Sutami.....	60
3-2 Kapasitas Turbin PLTA Sutami.....	61
3-3 Kapasitas Generator PLTA Sutami.....	62
3-4 Kapasitas Turbin PLTA Wlingi.....	64
3-5 Kapasitas Generator PLTA Wlingi.....	65
3-6 Kapasitas Generator PLTA Lodoyo.....	67
3-7 Data Unit Termal.....	71
3-8 Data Biaya dan Parameter Unit Termal.....	72
3-9 Data Beban.....	75
3-11 Data Pembangkit Hidro.....	78
4-1 Perbandingan biaya Operasional tanggal 4 Desember 2003.....	108
4-2 Perbandingan biaya Operasional tanggal 6 Desember 2003.....	111
4-3 Perbandingan biaya Operasional tanggal 7 Desember 2003.....	114
4-4 Perbandingan biaya PT.PJB dengan GA.....	117

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan akan energi listrik dari waktu ke waktu selalu berubah-ubah, sehingga diperlukan suplai daya yang tepat dan sesuai dengan permintaan beban. Tenaga listrik tidak dapat disimpan, karenanya tenaga ini harus disediakan pada saat dibutuhkan. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan akan energi listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu, bagaimana mengoperasikan suatu sistem energi listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik dan harga yang murah. Pemenuhan kebutuhan energi listrik merupakan tugas perencanaan keseharian dalam operasi sistem tenaga, suatu tugas yang biasanya lebih kompleks. Karena dipengaruhi oleh kapasitas operasi dari unit air dan uap, debit air yang dikeluarkan, tinggi-rendah volume bendungan, limpahan air dan kendala-kendala hidrolik yang bersifat kontinyu, yang menyebabkan pencarian solusi lebih sukar dibandingkan dengan sistem termal semata.

Jadi, masalah perencanaan pengoperasian energi pada pembangkit hidrotermal biasanya diuraikan ke dalam masalah yang lebih kecil agar dapat dipecahkan. Dalam hal ini perencanaan pengoperasian energi melibatkan tiga tingkat keputusan utama, biasanya dipisahkan menggunakan suatu penguraian hierarchial waktu: Masalah Komitmen unit/ Unit commitment Problem, Masalah koordinasi Hidrotermal/ Hydrothermal Coordination Problem (HCP) dan Masalah Pembebanan Ekonomi/ Economic Dispatch Problem (ELDP). Model yang

diusulkan dalam skripsi ini menangani secara simultan sub-masalah Masalah Koordinasi Hidrotermal (HCP) jangka pendek dengan perwakilan individual pada tiap PLTA, Masalah Komitmen Unit (UCP) dan Masalah Pembebanan Ekonomi (ELDP).

Dalam sistem tenaga hidrotermal (Hydrothermal Power System / HPS), sumber air yang digunakan untuk menghasilkan listrik didapat dari inflow Hydroelectric Power Plants (HPPs) dan air yang tersimpan dalam waduk. Karena itu, sumber yang tersedia pada tiap tahap horizon perencanaan operasi tergantung pada penggunaan air sebelumnya, yang menghasilkan hubungan dinamis diantara keputusan operasi yang diambil sepanjang seluruh horizon. Perencanaan Operasi Energi Hidrotermal adalah suatu masalah optimasi non linier dengan dimensi tinggi, berkelanjutan dan Variabel terpisah. Operasi HPS dicirikan dengan adanya masalah yang terpisahkan , dengan fungsi obyektif tak terpisahkan yang seimbang. Hal ini semakin terbukti pada sistem yang memiliki beberapa HPPs di sepanjang sungai yang sama. Pada kasus semacam ini, aliran waduk arus bawah didapat dari air buangan waduk arus atas.

Bahkan ketika PLTA ditempatkan pada sungai – sungai berbeda, perencanaan operasinya masih tetap tidak dapat dipisahkan, karena PLTA (HPPs) terkait dengan sambungan transmisi lebih lanjut, fungsi obyektif yang diadopsi pada optimalisasi Hydrothermal Power System Operation Planning (HPSOP) adalah nonlinier dan nonkonvex. Non linieritas ini muncul dari fungsi biaya operasional subsistem thermal dan dari fungsi pembangkitan hidrolik. Biaya operasi meliputi biaya operasi unit thermal, pembelian energi dari sistem tetangga

dan meneliti untuk kegagalan dalam suplai daya. Dalam PLTA (HPPs) yang didominasi air, perencanaan operasi optimal berhubungan dengan penggantian pembangkitan unit thermal oleh pembangkitan dari unit hidro. Hal ini dikarenakan biaya operasi hidroelektrik power plants yang hampir nol.

Kebanyakan Teknik optimasi konvensional tidak mampu untuk menghasilkan solusi pendekatan yang optimal untuk permasalahan seperti ini. Lebih jauh lagi, metode konvensional biasanya mengharuskan perkiraan tertentu untuk kerja dengan model realistic sederhana. Dalam kaitan Perencanaan pengoperasian Energi (Energetic Operation Planning) dengan cara yang efisien dan sederhana, skripsi ini mengkaji suatu model optimasi menggunakan Genetic Algorithm untuk memecahkannya.

Genetic algorithm (GA) adalah suatu teknik metaheuristik yang diinspirasi dari teori genetika dan evolusi. Selama decade terakhir ini telah sukses diaplikasikan untuk sistem tenaga, diantaranya: desain optimal sistem control; peramalan beban ; OPF (Optimal Power Flow) dalam system FACTS; penempatan FACTS; ekspansi jaringan; perencanaan daya reaktif; penjadwalan perawatan; ekonomi dispatch beban; penjadwalan pembangkit dan sub-masalahnya.

Genetic Algorithm dalam melakukan optimasi berangkat dari himpunan populasi yang dihasilkan secara acak. Himpunan populasi itulah yang dianggap sebagai jawaban solusi pertama yang akan diuji keoptimalannya. Cara mendapatkan solusi optimal adalah menghitung nilai fitness dari setiap individu.

Fungsi untuk menghitung nilai fitness disebut fungsi fitness yang dapat

berupa fungsi matematika atau fungsi lainnya dengan melihat kriteria tertentu dari permasalahan yang hendak diselesaikan. Hal yang terpenting adalah fungsi fitness yang digunakan harus sesuai dengan permasalahan yang hendak diselesaikan. Dengan fungsi fitness yang menghasilkan nilai fitness maka dapat dibedakan antara kromosom yang berkualitas baik dengan kromosom yang berkualitas buruk. Kromosom berkualitas baik mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk terpilih sebagai induk.

Jika Genetic algorithm tersebut belum mencapai kondisi untuk berhenti maka akan dibentuk individu-individu baru yang disebut offspring. Proses pembentukan individu-individu baru tersebut dapat melalui proses tukar silang, mutasi, atau cloning. Kondisi berhenti dari Genetic Algorithm apabila solusi yang diberikan telah konvergen atau jumlah generasi yang diminta telah tercapai.

1.2. Rumusan masalah

PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA Lodoyo dioperasikan dengan mengikuti pola operasi yang telah disepakati bersama oleh para pemanfaat air dan pengelola melalui Panitia Tata Pengaturan Air (PTPA), sedangkan disatu sisi PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA Lodoyo diharapkan dapat bekerja dengan optimal dalam menyalurkan dan memenuhi kebutuhan listrik pada konsumen dalam system Pembangkit Jawa-Bali.

Persoalannya adalah :

1. Bagaimana mengoptimalkan debit air yang diperlukan agar daya listrik yang dihasilkan optimal
-

2. Bagaimana menekan biaya operasional pembangkit yang seekonomis mungkin
3. Bagaimana perbandingan biaya operasional pembangkit (PT.PJB) dengan biaya operasional melalui metode *Genetic Algorithm**

Sehingga PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA Lodoyo yang beroperasi secara kaskade serta pembangkit termal pada sistem Pembangkit Jawa- Bali (PJB) bekerja sesuai dengan pola operasi yang telah disepakati bersama, tetapi dapat menghasilkan energi yang optimal dalam memenuhi energi listrik konsumen dan meningkatkan pendapatan dari PLN.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka skripsi ini disusun dengan judul:

“ANALISIS PENGATURAN DEBIT UNTUK MENDAPATKAN DAYA PEMBANGKIT HIDRO OPTIMAL PADA PT. PJB MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* “

1.3. Tujuan Pembahasan

Menganalisa penggunaan Metode *genetic algorithm* pada PLTA Sutami, PLTA Wlingi, dan PLTA Lodoyo yang beroperasi secara kaskade pada sistem Pembangkit Jawa-Bali dengan memperhatikan pola operasi waduk yang dilakukan Panitia Tata Pengaturan Air (PTPA) sehingga menghasilkan debit air (Q) yang optimal untuk menghasilkan daya Pembangkitan (P) yang optimal pada pembangkit hidro kaskade

Sehingga mendapatkan biaya operasional yang lebih ekonomis dibandingkan dengan biaya operasional pada PLN

1.4. Batasan Masalah

Agar Pembahasan masalah tidak meluas serta dapat mencapai sasaran yang diinginkan maka diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Optimasi Pembangkit system tenaga listrik yang dilakukan pada studi ini menyangkut: PLTA Sutami, PLTA Wlingi, dan PLTA Lodoyo sebagai penampung dan penyedia air untuk pembangkit tenaga listrik serta pembangkit-pembangkit termal pada system Pembangkit Jawa Bali (PJB)
 2. Metode Genetic Algorithm digunakan untuk menganalisa dan menentukan berbagai trajektori volume waduk untuk memperoleh daya listrik yang optimal.
 3. Tidak membahas masalah-masalah rugi-rugi transmisi
 4. Tidak membahas masalah cadangan berputar (Spinning Reserve), tetapi hanya memperhatikan kendala batasan cadangan berputar
 5. Perhitungan optimasi hanya menggunakan metode Algoritma Genetika dan untuk pembangkit termal hanya dicari total biayanya saja dan tidak membahas secara mendetail mengenai Unit Commitment.
-

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam penyusunan skripsi ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Studi lapangan / survey

Dilakukan untuk melihat dari dekat keadaan yang sebenarnya tentang pengoperasian PLTA Sutami, PLTA Wlingi, dan PLTA Lodoyo serta system Pembangkit Jawa Bali (PJB) untuk pembangkit termal dan mengumpulkan informasi mengenai cara pengoperasiannya dalam memenuhi kebutuhan energi listrik konsumen.

2. Studi Literatur

Diperlukan untuk mempelajari teori dan kajian-kajian ilmiah yang ada kaitannya dengan pengoperasian PLTA Sutami, PLTA Wlingi, dan PLTA Lodoyo serta pembangkit-pembangkit termal system Pembangkit Jawa Bali serta metode untuk mengoptimalkan hasil pembangkitan.

3. Pengumpulan Data

Dilakukan untuk memperoleh data-data teknis tentang PLTA Sutami, PLTA Wlingi, dan PLTA Lodoyo serta pembangkit-pembangkit termal system PJB dan data pengoperasian PLTA. Termasuk pengumpulan data dari instansi terkait yakni Perum Jasa Tirta I Malang.

4. Analisa data

Dilakukan untuk mengkaji data-data yang diperoleh secara ilmiah dengan bantuan program komputer sehingga dapat diketahui perbandingan tingkat perolehan hasil pengoperasian selama ini dengan Metode Genetic Algorithm.

1.6. Sistematika Pembahasan

BAB I : PENDAHULUAN

Memberikan gambaran secara umum mengenai latar belakang masalah, Rumusan masalah, Tujuan Pembahasan, Batasan masalah, Metodologi Penelitian, dan Sistematika pembahasan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Membahas teori dasar. Operasi system Tenaga Listrik, PLTA, Koordinasi hidrotermal, dan teori dasar Algoritma Genetika

BAB III : DATA SISTEM UNIT PEMBANGKIT HIDROTERMAL PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI

Membahas tentang PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA Lodoyo serta data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dan alternative pemecahan yang mungkin dapat diterapkan dilapangan. Dicantumkan juga Data Validasi Program Komputer.

BAB IV : ANALISA DATA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI

Berisi tampilan program, algoritma program, analisa program dan evaluasi hasil perhitungan dan perbandingan biaya operasional metode Algoritma Genetika dengan PT. Pembangkitan Jawa-Bali.

BAB V : PENUTUP

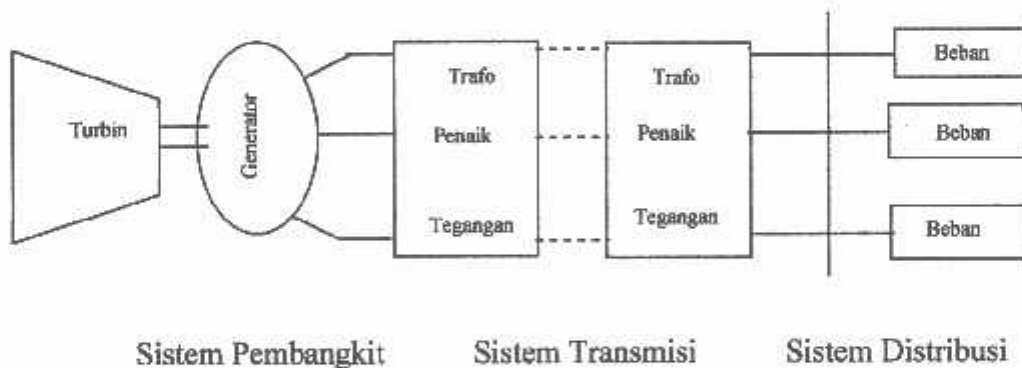
Kesimpulan.dan saran

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Tenaga listrik kini merupakan landasan bagi kehidupan modern, dan tersedianya dalam jumlah dan mutu yang cukup menjadi syarat bagi suatu masyarakat yang memiliki taraf kehidupan yang baik dan perkembangan industri yang maju. Sistem tenaga listrik terbagi menjadi tiga subsistem yaitu :

1. Sistem Pembangkit Tenaga Listrik
2. Sistem Transmisi Tenaga Listrik
3. Sistem Distribusi Tenaga Listrik



Gambar 2-1. Skema Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik

Sistem pembangkit beroperasi untuk memproduksi tenaga listrik yang dilakukan dalam pusat tenaga listrik. Sistem transmisi atau penyaluran adalah memindahkan tenaga listrik dari pusat tenaga listrik secara besar-besaran ke gardu

induk, yang terletak berdekatan dengan suatu pusat pemukiman berupa kota atau industri besar. Listrik yang disalurkan melalui saluran transmisi ini terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tegangan, setelah sampai di gardu induk (GI) diturunkan tegangannya oleh transformator penurun tegangan menjadi tegangan menengah atau disebut juga tegangan distribusi primer yang besarnya 6 KV sampai 20 KV. Kemudian tegangan distribusi primer inidialurkan melalui jaringan distribusi menuju gardu-gardu distribusi untuk diturunkan tenaganya menjadi tegangan rendah 380/220 Volt atau 220/110 Volt, selanjutnya tegangan rendah ini disalurkan melalui jaringan tegangan rendah menuju rumah-rumah pelanggan (konsumen).

Didalam penyediaan tenaga listrik bagi konsumen tersebut diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik tersebut dihubungkan satu sama yang lain sehingga memiliki inter relasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Jadi sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama yang lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan yang terinterkoeksi.

Hal-hal lain yang juga harus diperhatikan dalam perencanaan suatu sistem penyediaan tenaga listrik adalah lokasi fisik pusat tenaga listrik, saluran transmisi dan gardu induk perlu ditentukan dengan tepat, agar dapat diperoleh suatu sistem yang baik, ekonomis, dan dapat diterima masyarakat. Untuk sistem penyediaan tenaga listrik yang besar pada umumnya dapat disebut tiga jenis tenaga listrik yaitu : Pembangkit Listrik Tenaga Air (Hidro), Pembangkit Listrik Tenaga Termal, dan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir. Namun didalam skripsi ini hanya

membahas mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Air (Hidro) dan Pembangkit Listrik Tenaga Termal saja.

2.2. Prinsip Pembangkit Tenaga Air

Pembangkit tenaga air adalah suatu instalasi konversi energi untuk mengkonversi tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (power) tenaga air yang terkandung dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut

$$P = \eta 9,8 HQ \text{ (kW)}$$

Dimana : P = Tenaga yang terkandung secara teoritis

H = Tinggi jatuh air efektif (m)

Q = Debit air (m^3/s)

Daya yang keluar dari 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 keberhasilan pembangkitan tenaga air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. Pada umumnya debit yang besar membutuhkan fasilitas dengan ukuran yang besar, misalnya untuk bangunan ambil air (intake), saluran air dan turbin sehingga mahal. Sebaliknya dengan jatuh tinggi yang besar dengan sendirinya lebih murah. Di hulu sungai yang mana pada umumnya kemiringan dasar kemiringan dasar sungai lebih curam akan mudah diperoleh tinggi jatuh yang besar. Sebaliknya disebelah hilir sungai, tinggi jatuh rendah dan debit besar.

Oleh karena itu bagian hulu sungai lebih ekonomis, sedangkan bagian hilirnya kurang ekonomis mengingat tinggi jatuh yang kecil dan debit yangt besar tadi. Lagi pula dibagian hilir tersebut penduduknya padat, sehingga akan timbul masalah pemindahan penduduk, dank arena itu dalam banyak hal tak dapat dihindari tambahan biaya untuk konstruksi. Akhir-akhir ini giat dilakukan pengembangan secara serba guna (multi purpose) dan serentak didaerah hulu sungai. Bangunan-bangunan air semacam itu pada umumnya diperlukan untuk berbagai kepentingan, misalnya : untuk pengaturan banjir, perairan kota, industri, pengairan dan pembangkitan tenaga. Jika biaya pembangunannya dapat dipikul bersama oleh karena digunakan untuk banyak tujuan, maka mungkin untuk memanfaatkan sumber-sumber alam itu secara ekonomis. Sebaliknya, biaya tersebut akan menjadi mahal kalau dipergunakan hanya satu tujuan saja, misalnya untuk pembangkitan tenaga listrik.

2.3. Karakteristik Beban dan Faktor Pusat Listrik

Mengingat bahwa tenaga listrik tak dapat disimpan, maka perlu dijamin agar daya yang dibangkitkan oleh generator sama dengan kebutuhan beban. Pada umumnya beban selalu berubah sehingga daya yang dihasilkan oleh generator selalu berubah-ubah tersebut. Beberapa karakteristik beban dan factor pusat listrik (plant factor) akan dijelaskan lebih lanjut.

Lengkung beban (load curve) menunjukkan variasi beban tersebut tergantung dari jenis beban yang ada. Dalam benyak hal dipergunakan lengkung beban untuk 24 jam dalam sehari dan disebut lengkung beban harian. Demikian

beban itu berbeda-beda sesuai dengan macam beban, musim, situasi social pada umumnya, dan lain-lainnya. Faktor ini sangat penting untuk dapat mengetahui ciri-ciri dari beban.

Faktor pusat listrik (plant factor) adalah perbandingan antara daya rata-rata dalam jangka waktu tertentu (biasanya setahun) dalam jumlah kapasitas terpasang pada suatu pusat listrik. Faktor pusat listrik menunjukkan bagaimana peralatan listrik telah dimanfaatkan' factor ini dipakai sebagai standar dalam membuat penilaian ekonomis dari pusat listrik. Faktor ini dapat dipakai juga untuk menunjukkan dan menentukan ketepatan kapasitas dari peralatan. Nilainya sekarang menjadi semakin kecil, karena banyak PLTA yang kini hanya bertugas memenuhi kebutuhan beban puncak.

Beban pada suatu sistem tenaga terjadi karena adanya permintaan tenaga yang sifatnya berbeda-beda. Karenanya karakteristik beban tergantung dari permintaan ini dan beberapa kondisi lainnya, misalnya : cuaca, musim, situasi social, dan keadaan ekonomi. Dalam suatu system tenaga dimana kebutuhan listrik untuk penerangan besar, variasi beban dalam satu hari juga besar, dengan puncaknya pada waktu petang hari. Lengkung beban akan menunjuka garis yang hamper datar, apabila langganan kebanyakan adalah industri listrik dan kimia. Variasi karena musim lain lagi sifatnya; pada musim panas umumnya beban rendah, sedangkan pada musim dingin besar. Walaupun tidak sama untuk tiap negara, namun pada umumnya beban puncak maksimum dalam satu tahun terjadi pada bulan Desember.

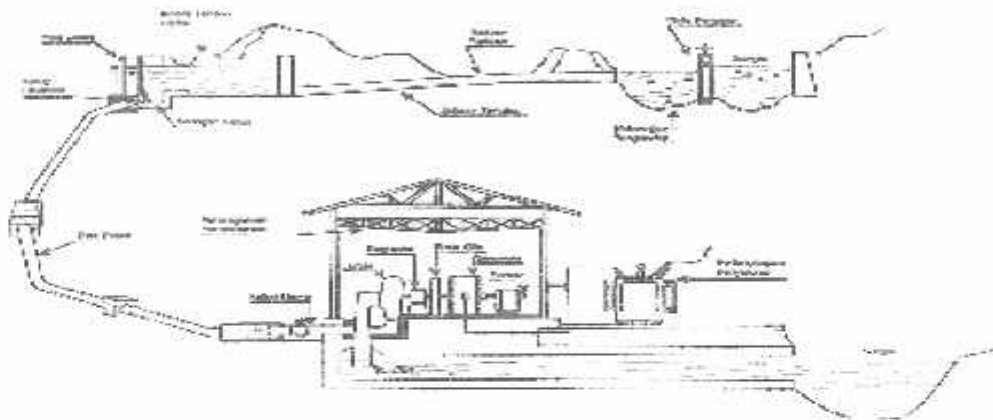
2.4. Pengoperasian Unit Pembangkit

2.4.1. Pembangkit Tenaga Listrik Hidro

Sebuah pusat listrik tenaga air yang terdiri dari waduk, bendungan, saluran-saluran air, dan sentral daya beserta semua perlengkapan seperti gambar dibawah ini.

Gambar 2-3

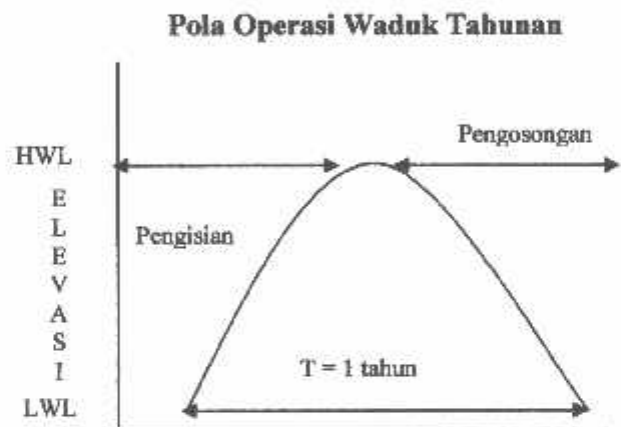
Skema Prinsip Pusat Listrik Tenaga Air



Tersedianya suatu waduk yang besar banyak membantu agar beban menjadi agak bertalian dengan adanya musim hujan dan musim kemarau sehingga PLTA dapat dioperasikan secara optimal. Sering terjadi bahwa sebuah bendungan mempunyai fungsi lebih dari suatu penggunaan, antara lain untuk : pengendali banjir, irigasi, pembangkit tenaga listrik, penyedia 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 air untuk pengoperasian waduk yang diepakati oleh para pemanfaat air dan pengelola air, sehingga tidak terjadi konflik antar kepentingan termasuk pengendalian banjir pada musim hujan.

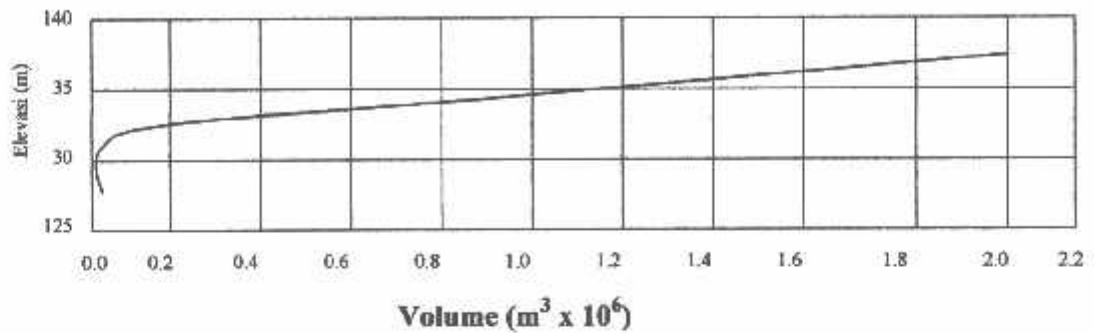
Iklm di Indonesia mengenal dua musim dalam satu tahun, maka dibuat dua jenis pola operasi waduk yaitu: pola operasi waduk musim hujan, berlaku saat pengisian waduk (Desember sampai dengan Mei) dan pola operasi waduk (Juni sampai dengan November). Pada akhir pola musim hujan yaitu tanggal 31 Mei air diusahakan berada pada elevasi maksimum dan pada akhir pola musim kemarau yaitu tanggal 2 November, air diusahakan berada pada elevasi minimum pengoperasian waduk. Waktu pengisian dan pengosongan waduk digambarkan seperti pada gambar berikut :

Gambar 2-4



Untuk mengetahui jumlah volume air yang terdapat di dalam waduk pada tiap elevasi dapat dilihat dari table hasil pengukuran atau dengan melihat kurva hubungan tinggi elevasi air (H) dengan volume air (V). Kurva H vs V dapat diturunkan menjadi persamaan tersendiri sehingga secara matematis dapat dihitung jumlah volume air pada ketinggian tertentu.

Gambar 2-5

Kurva H (m) vs V (m³) Waduk

Sedangkan saluran tekan dan pipa pesat berfungsi untuk membawa air tekanan ke sentral daya, guna memutar turbin daya yang pada gilirannya menggerakkan sebuah generator listrik. Saluran tekan sering dilengkapi dengan pipa redam yang mengamankan system pipa terhadap pukulan-pukulan air yang dapat terjadi bila mana beban secara mendadak hilang atau bertambah. Setelah melewati turbin, air diteruskan oleh saluran bawah untuk mengalir seterusnya. Sentral daya sendiri berisi turbin air dan generator serta instalasi listrik lainnya. Kenaikan Biaya pada unit pembangkit tenaga air (hydrogenerating) nol, Permasalahan scheduling hidrotermal ditujukan untuk meminimalkan biaya system uap sembari memanfaatkan ketersediaan tenaga air semaksimal mungkin. Fungsi objektif dan kendala problem scheduling hydrothermal yang terkait dengan model jangka pendek tergantung kapasitas penyimpanan air.

Sesuai dengan macam-macam output dikelompokkan dua prinsip kategori :

- a. Ketinggian kandungan waduk yang tertentu pada masing-masing tahap: penggunaan air pada setiap tahap ditentukan semata-mata oleh model.

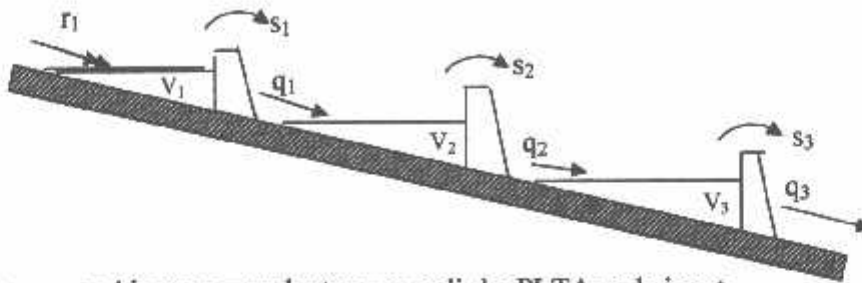
- b. Fungsi biaya dimasa datang (Future Cost Function) : Proses berulang-ulang menggunakan ketinggian kandungan waduk yang berbeda-beda untuk masing-masing tahap. Dengan cara ini diperoleh fungsi biaya dimasa datang terhadap ketinggian kandungan waduk dapat diperoleh.

2.4.2. Prinsip PLTA Kaskade

Seperti diketahui PLTA-PLTA kaskade adalah PLTA-PLTA yang berangkaian dalam artian ada lebih dari satu PLTA yang memanfaatkan aliran sungai yang sama mulai dari hulu sampai ke hilir, seperti yang digambarkan secara skematis oleh gambar 2-2. Berdasarkan gambar 2-2 dibawah ini ada tiga buah PLTA yang memanfaatkan satu buah aliran sungai. Dalam sistem kaskade ini tidak diperlukan persyaratan khusus, sepanjang secara teknis dan ekonomis memungkinkan maka dapat dilakukan. PLTA kaskade banyak terdapat dalam praktek, karena banyak sungai yang hulunya mulai dari pegunungan yang tinggi sehingga dapat diambil potensinya melalui beberapa PLTA. Prinsip kerjanya adalah bahwa air yang masuk atau mengalir pada PLTA pertama setelah diproses maka keluarannya menjadi masukan pada PLTA berikutnya yang ada dibawahnya ditambah dengan inflow dari beberapa sungai yang berada disekitarnya, dan begitu seterusnya. Beberapa contoh PLTA yang berada dalam sistem kaskade yang ada di Indonesia adalah :

1. PLTA Sutami, Wlingi, Lodoyo yang memanfaatkan aliran sungai Brantas
2. PLTA Saguling, Cirata, dan Jatiluhur yang memanfaatkan aliran sungai Citarum

3. PLTA Plengan, Lamajan, dan Cikalong yang memanfaatkan aliran sungai Cisangkuy



r_j = Air yang masuk atau mengalir ke PLTA pada jam t

V_j = Volume air dalam PLTA j pada jam t

s_j = Air yang melimpah pada kolam PLTA j pada waktu t

q_j = Air yang melalui/ keluar dari turbin PLTA j pada jam t

Gambar 2-6. Skema PLTA-PLTA Kaskade

2.4.3. Pembangkit Listrik Tenaga Termal

Karena berbagai fungsi teknis, tenaga listrik hanya dapat dibangkitkan pada lokasi tertentu. Mengingat pemakai tenaga listrik atau pelanggan tenaga listrik tersebar diberbagai tempat, maka penyaluran tenaga dari tempat dibangkitkan sampai ke tempat pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis.

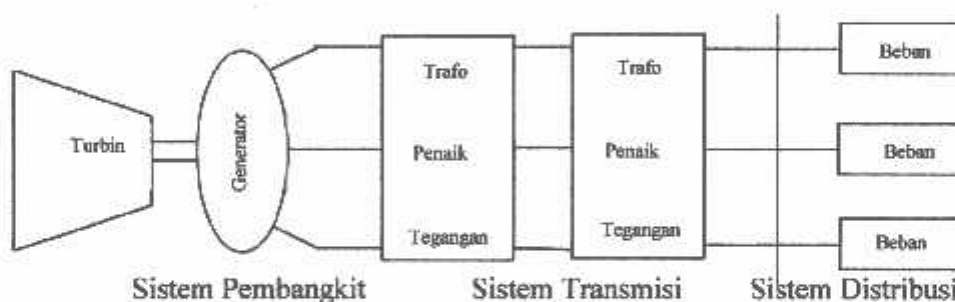
Tenaga listrik dibangkitkan di pust-pusat listrik seperti: PLTA, PLTD, PLTU, PLTG, dan PLTGU, kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah tegangan dinaikkan terlebih dahulu oleh transformator penaik tegangan yang terdapat di pusat listrik.

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui transmisi 150 KV, maka sampailah tenaga listrik tersebut di Gardu Induk (GI) yang kemudian tegangannya diturunkan oleh trafo penurun tegangan menjadi tegangan menengah atau tegangan distribusi primer. Tegangan distribusi primer yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) adalah 20 KV, 12 KV, 6 KV.

Jaringan setelah keluar dari gardu induk umumnya disebut jaringan transmisi. Setelah disalurkan melalui jaringan distribusi primer, maka tenaga listrik kemudian diturunkan tegangannya oleh gardu distribusi menjadi tegangan 380/220 volt atau 220/127 volt, dan baru kemudian disalurkan ke konsumen.

Gambar 2-7

Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik



Dari uraian diatas kiranya dapat dimengerti bahwa besar kecilnya tenaga listrik ditentukan sepenuhnya oleh konsumen, yaitu tergantung bagaimana para konsumen yang akan menggunakan peralatan listriknya, kemudian PT. PLN (persero) harus mengimbangi kebutuhan tenaga listrik tersebut dalam arti selalu menyesuaikan daya listrik yang dibangkitkan dari waktu ke waktu.

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik bagi para konsumen, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik dihubungkan satu sama lain secara keseluruhan membentuk suatu system tenaga listrik. Sehingga yang disebut Sistem Tenaga Listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi.

Karena daya listrik yang dibangkitkan harus sama dengan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen, maka manajemen operasi system tenaga listrik harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Perkiraan beban
- b. Syarat-syarat pemeliharaan peralatan
- c. Keandalan yang diinginkan
- d. Pengaturan dan penyaluran beban
- e. Proses produksi tenaga listrik yang ekonomis

Kelima hal diatas masih harus sering dikaji ulang terhadap berbagai kendala seperti :

- a. Aliran beban dalam jaringan
- b. Daya hubung singkat dan gangguan yang sering menimpa peralatan
- c. Stabilitas sistem
- d. Penyediaan suku cadang dan dana

Dengan memperhatikan kendala-kendala diatas maka seringkali harus dilakukan pengaturan kembali terhadap rencana pemeliharaan dan alokasi beban. Makin besar sistem, makin banyak hal yang harus diamati dan dikordinasi,

sehingga diperlukan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan evaluasi system yang cermat.

2.4.4. Prinsip Pembangkit Tenaga Termal

Secara garis besar prinsip kerja suatu pembangkit termal adalah memanaskan sejumlah air dalam ketel dengan konstruksi khusus, lalu air tersebut akan berubah menjadi uap. Sebagaimana kita ketahui uap merupakan bentuk pemuaian atau ekspansi dari zat cair akibat pemanasan, dengan kata lain terjadi penambahan massa jenis zat tersebut. Jika ketel yang digunakan didesain hanya mempunyai satu jalan keluar untuk uap tersebut dan jalan tersebut ditutup, maka akan terjadi tekanan yang terus bertambah didalam ketel akibat dari ekspansi yang terus menerus seiring dengan pemanasan yang dilakukan. Setelah tekanan didalam ketel sudah mencapai batas maksimal dari ketel tersebut mampu menahan, jalur keluar yang pada awalnya ditutup dibuka kembali. Uap air yang bertekanan tinggi ini pun akan segera keluar dengan deras melalui saluran tersebut, diujung saluran tersebut telah diletakkan turbin yang terhubung dengan generator, sehingga ketika uap bertekanan tinggi tersebut menabrak turbin akan menyebabkan turbin tersebut mampu berputar dan menyebabkan kumparan didalam generator ikut berputar memotong fluksi magnet yang ada disekeliling kumparan tersebut sehingga timbullah energi listrik. Proses ini dapat dilihat pada gambar 2-8.



Gambar 2-8. Skema Kerja Unit termal

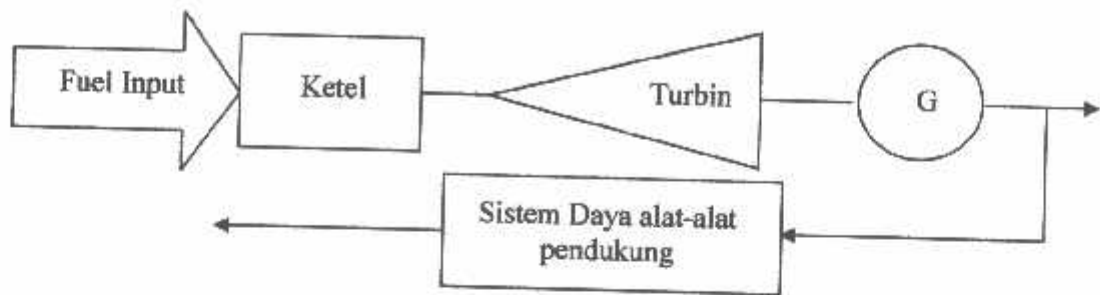
2.4.5. Karakteristik Pembangkit Listrik Tenaga Termal

Hal yang paling mendasar dalam optimasi ekonomi dari sebuah pembangkit termal adalah menentukan karakteristik masukan-keluaran (input-output characteristics) pusat listrik tersebut. Dalam mendefinisikan karakteristik masukan-keluaran, akan dibicarakan tentang gross input dan net output yang dihasilkan pusat listrik tersebut. Gross input pembangkit termal menyatakan jumlah keseluruhan bahan bakar yang diperlukan, sedangkan net output adalah daya nyata (real power) yang dihasilkan generator.

Tipe sebuah pembangkit tenaga termal tampak pada gambar 2-5. Bagan tersebut terdiri atas sebuah ketel yang menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin yang dikopel dengan sebuah generator listrik yang dihasilkan tidak seluruhnya disalurkan ke system tetapi sebagian kecil digunakan untuk mengoperasikan peralatan yang terdapat pada pusat listrik tersebut; seperti ketel, pompa, kompresor dan sebagainya, serta untuk mencatu peralatan control, komunikasi, penerangan dan computer.

Gambar 2-9

Unit Boiler-Turbin-Generator



2.4.6. Karakteristik Masukan-Keluaran

Masukan sebuah pembangkit listrik termal umumnya dinyatakan sebagai banyaknya energi per satuan waktu dari bahan bakar yang diberikan ke ketel untuk menghasilkan daya listrik yang merupakan keluaran dari pusat listrik tersebut. Terdapat dua notasi yang umum digunakan :

H dengan satuan [Mbtu/hour]

F dengan satuan [\$US/hour]

Dimana $F = H \times \text{\$US/Btu}$ dan $\text{\$US/Btu}$ menyatakan harga bahan bakar per satuan energi yang terkandung oleh bahan bakar tersebut.

Sedangkan keluaran dari pembangkit termal adalah daya nyata yang dihasilkan oleh generator dikurangi dengan daya nyata yang dipakai oleh pusat listrik tersebut. Notasi yang umum digunakan adalah :

P dengan satuan [MW]

Jadi dapat disimpulkan masukan pusat listrik merupakan fungsi terhadap keluarannya, maka hubungan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

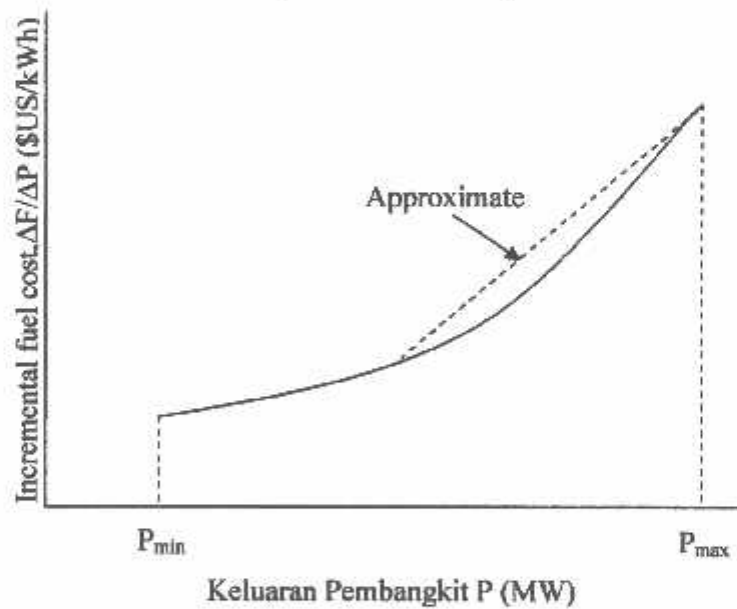
2.4.7. Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar

Karakteristik laju tambahan biaya bahan bakar atau Incremental Fuel Cost Characteristic adalah turunan pertama dari fungsi biaya bahan bakar F [\$/h] terhadap tingkat pembebanan P [MW] dari pusat listrik yang bersangkutan. Fungsi ini menunjukkan besarnya kenaikan atau penurunan biaya bahan bakar untuk setiap satu satuan perubahan beban.

Secara luas fungsi biaya bahan bakar akan digunakan untuk menentukan pembebanan ekonomis dari sebuah pembangkit listrik tenaga termal. Tampak pada gambar 2-8 kurva laju tambahan biaya bahan bakar yang telah diidealkan melalui pendekatan linier dari sebuah pembangkit listrik termal.

Gambar 2-11

Kurva Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar

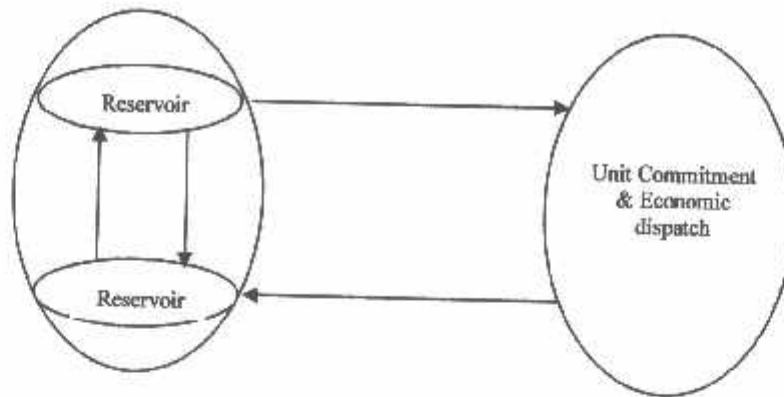


2.4.8. Pembebanan Ekonomis Pembangkit Listrik

Pembebanan ekonomis atau economic dispatch adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam sistem tenaga listrik, secara optimal dan ekonomis pada harga beban tertentu. Komponen terbesar dari biaya pembangkit adalah biaya bahan bakar. Oleh sebab itu dengan dilakukannya economic dispatch berarti pula didapatkan biaya bahan bakar pembangkitan yang lebih murah. Karena beban yang harus ditanggung oleh sistem pembangkit selalu berubah setiap periode waktu tertentu, maka perhitungan economic dispatch ini dilakukan untuk setiap harga beban tertentu.

2.4.9. Koordinasi Hidrotermal

Didalam koordinasi hidrotermal dimana terdapat suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari sejumlah PLTA dan sejumlah pusat listrik termal, perlu dicari jalur pembagian beban antara subsistem hidro dan subsistem termal agar didapat operasi yang optimum bagi sistem tenaga listrik secara keseluruhan, dalam arti dicapai biaya bahan bakar yang minimum. Sekarang ini, sebagian besar metode untuk menyelesaikan permasalahan koordinasi hidrotermal didasarkan pada pendekatan penguraian yang melibatkan submasalah hidro dan termal



Gambar 2 - 12. Pendekatan Penguraian Konvensional Untuk Koordinasi Hidrotermal

Kedua sub masalah ini biasanya dikoordinasikan dengan menggunakan pengali LaGrange, dan selanjutnya jadwal pencapaian optimum dari kedua unit hidro dan termal tersebut diperoleh melalui iterasi hidrotermal yang berulang-ulang. Kesulitannya adalah bahwa penyelesaian terhadap kedua masalah tersebut bisa berubah-ubah antar hasil minimum dan maksimum dengan perubahan pengali yang sangat kecil. Dengan menggunakan bantuan Algoritma Genetika, submasalah termal bisa diselesaikan secara independen. Tidak ada koordinasi pengali yang diperlukan. Dalam submasalah termal, unit commitment tetap diterapkan pada beban termal yaitu beban dikurangi dengan hasil pembangkitan dari PLTA-PLTA kaskade.

2.4.10. Biaya bahan bakar

Dalam system tenaga listrik perlu dicari jalur pembagian beban agar diperoleh operasi yang optimum bagi sistem tenaga listrik secara keseluruhan, dalam arti dicapai biaya bahan bakar yang minimum.

2.5. Teori Dasar Algoritma Genetika

2.5.1. Konsep Dasar

Algoritma Genetika merupakan metode adaptive yang bisa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam "siapa yang kuat, dia yang bertahan". Algoritma Genetika ditemukan oleh John Holland pada awal tahun 1970 yang dilandasi oleh sifat-sifat evolusi alam. Holland percaya bahwa ini sangat cocok digabungkan dalam sebuah algoritma computer, menghasilkan sebuah teknik penyelesaian untuk permasalahan-permasalahan yang sulit dengan langkah alami yaitu melalui evolusi. John Holland mulai bekerja dengan algoritma yang dibentuk dari string-string biner 1 dan 0 yang disebut kromosom. Seperti halnya alam, algoritma ini menyelesaikan permasalahan-permasalahan dengan menemukan kromosom-kromosom yang baik dengan memanipulasi materi dan sift (gen) kromosom-kromosom. Algoritma ini tidak mengetahui type permasalahan yang akan diselesaikan. Hanya informasi yang telah diberikan dari evaluasi berupa nilai fitness setiap kromosom dengan nilai fitness terbaik yang bertahan hidup dan selalu diproduksi. Sebelum Algoritma Genetika dijalankan, maka sebuah kode yang sesuai (representasi) untuk persoalan harus dirancang. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri dari komponen genetik terkecil yaitu gen. Pemakaian bilangan seperti integer, floating

point dan abjad sebagai allele (nilai gen) memungkinkan penerapan operator genetika yaitu proses produksi (reproduction), pindah silang (crossover), mutasi (mutation) untuk menciptakan himpunan titik-titik solusi. Untuk memeriksa hasil optimasi, kita membutuhkan fungsi fitness yang menandakan gambaran hasil (solution) yang sudah dikodekan. Selama proses, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan (offspring). Jika Algoritma Genetika didesain dengan baik, populasi akan mengalami konvergensi dan akan mendapatkan sebuah solusi yang optimum.

Tiap pencarian atau masalah optimasi memiliki seperangkat komponen seperti ruang pencarian, dimana solusi dapat ditemukan dan sebuah biaya atau fungsi evaluasi yang mengukur kesesuaian atau kualitas solusi tersebut.

Berlawanan dengan metode optimasi tradisional, GAs bekerja dengan populasi kandidat solusi dalam paralel. Hasilnya, secara simultan dapat mencari area ruang solusi yang berbeda. Menurut Goldberg GA, berbeda dengan metode tradisional dalam 4 aspek utama :

- GAs bekerja dengan kode kelompok parameter solusi dan tidak dengan parameter solusi mereka sendiri
 - GAs bekerja dengan beberapa solusi yang mungkin dan bukan dengan 1 solusi
 - GAs menggunakan informasi biaya atau fungsi reward, tidak dengan pengetahuan pembantu lainnya.
 - GAs menggunakan aturan transisi probalistik, bukan aturan deterministik
-

Tiap individual dalam populasi disebut kromosom. Sebuah kromosom terdiri dari N gen yang merupakan gambaran yang muncul dalam solusi yang disediakan oleh kromosom.

Populasi awal GA biasanya dibentuk melalui pencacahan kelompok atau individual yang dapat dilihat sebagai tebakan pertama untuk mengatasi masalah pemrosesan melalui beberapa iterasi yang disebut pembangkitan / generation pada tiap pembangkitan, sebuah populasi baru diturunkan dari populasi sebelumnya untuk itu populasi yang baru dievaluasi dan untuk tiap individu diberi skor yang menunjukkan kualitas solusinya. Persentase individu yang paling baik diseleksi untuk fase reproduksi, yang lainnya dibuang. Dalam fase reproduksi, operator yang berdasar teori evolusioner diterapkan pada individu – individu yang telah diseleksi untuk membangkitkan populasi baru. Beberapa generasi mungkin diperlukan sebelum mencapai solusi yang sesuai.

Untuk menjamin bahwa individu – individu terbaik tidak hilang dari satu generasi ke generasi lainnya, digunakan operator elitisme. Operator ini menjamin bahwa individu terbaik secara otomatis memasuki generasi selanjutnya. Operator genetik lain yang juga digunakan : modified uniform crossover, weighted average crossover dan mutasi

Diterapan berdasar kecepatan crossover, operator crossover secara acak memilih pasangan kromosom yang disebut dengan induk / parent. Dengan mengubah sekelompok gen dari tiap pasang, dihasilkan satu keturunan. Untuk modified uniform crossover digunakan topeng acak berdasar kesesuaian induk untuk menentukan gen induk yang dikopi untuk keturunannya.

Mask	3.0	9.0	2.0	1.0
Parent 1	1.0	0.92	0.85	1.0
Parent 2	1.0	9.0	0.82	1.0
offspring	1.0	9.0	0.85	1.0

Gambar 2-14(a)

Gambar 2-14(a) menunjukkan contoh modified uniform crossover. Uniform crossover / penyeberangan seragam digunakan untuk menjaga nilai gen induk. Crossover rata – rata digunakan untuk melakukan pencarian di regio yang dekat dengan regio yang ditunjukkan oleh nilai gen induk. Dapat diketahui bahwa dengan nilai berat 1 dan 0, crossover rata – rata berlaku seperti crossover uniform.

Parent 1	1.0	0.90	0.85	1.0
Parent 2	1.0	0.75	0.65	1.0
offspring	1.0	0.87	0.81	1.0

Gambar 2 - 1 4(b)

Untuk weighted average crossover, nilai tiap gen pada generasi adalah rata-rata gen koresponden induk yang telah ditimbang. Gambar 4(b) mengilustrasikan weighted average crossover.

Individual	1.0	0.92	0.85	1.0
offspring	1.0	0.90	0.82	1.0

Gambar 2 - 14(c)

Operator mutasi secara acak mengubah nilai gen yang dipilih secara acak dari kromosom yang juga dipilih secara acak. Jumlah gen yang menjadi subyek mutasi ditunjukkan dalam angka mutasi, ditunjukkan pada gambar 2 - 14(c)

Akhirnya , sekelompok individu yang mirip dengan individu lain dalam populasi yang sama mungkin memiliki perubahan kecil dalam nilai gennya. Tujuan operasi ini untuk meningkatkan diversitas populasi dan menggali kedekatan individual yang memiliki rangking tinggi. Individu – individu baru dengan peningkatan biaya menggantikan individu asli dalam populasi. Gb 4 menunjukkan keseluruhan algoritma. Pemrosesan berhenti ketika algoritma bertemu atau jumlah maksimumgenerasi telah dicapai.

2.5.2. Istilah-istilah Algoritma Genetika

Algoritma Genetiak menggunakan mekanisme genetika yang ada pada proses alami dan sistem buatan. Istilah-istilah yang digunakan adalah gabungan dari dua disiplin ilmu, yaitu ilmu Biologi dan ilmu komputer. Mitsuo Gen dan Runwei Cheng (1977) menjelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika sebagai berikut :

Tabel 2-1

Istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika

Istilah	Keterangan
Kromosom	Individu berupa segmen string yang sudah ditentukan
Gen	Bagian dari string
Loci	Posisi dari gen
Allele	Nilai yang dimasukkan dalam gen
Phenotype	String yang merupakan solusi terakhir
Genotype	Sejumlah string hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam Algoritma Genetika. Parameter tersebut digunakan untuk melihat kompleksitas dari Algoritma Genetika.

Parameter yang digunakan tersebut adalah :

➤ **Jumlah Generasi (MAXGEN)**

Merupakan jumlah perulangan (iterasi) dilakukannya rekombinasi dan seleksi jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan kearah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada optimum local.

➤ **Ukuran Populasi (POPSIZE)**

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektifitas dari Algoritma Genetika. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencangkup ruang permasalahan, sehingga pada umumnya kinerja Algoritma Genetika menjadi buruk. Selain itu

penggunaan populasi yang besar dapat mencegah terjadinya konvergensi pada wilayah lokal. *Zbigniew Michalewics (1996)* berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika menggunakan populasi pada range 50-100.

➤ **Probabilitas Crossover (P_c)**

Probabilitas Crossover ini digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator crossover. Semakin besar nilai probabilitas crossover maka semakin cepat struktur baru yang diperkenalkan dalam populasi. Sebaliknya jika probabilitas terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika. *Zbigniew Michalewics (1996)* berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika menggunakan angka probabilitas crossover pada range 0.65-1

➤ **Probabilitas Mutasi (P_m)**

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi yang akan digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi. Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan akan semirip dengan induknya. *Zbigniew Michalewics (1996)* berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika menggunakan angka probabilitas mutasi pada daerah range 0.001-0.01.

➤ **Panjang Kromosom (NVAR)**

Panjang kromosom berbeda-beda sesuai dengan model permasalahan. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri dari komponen genetik terkecil yaitu gen.

Pengkodean dapat memakai bilangan seperti string biner, integer, floating point dan abjad.

2.5.3. Proses Algoritma Genetika

Sangat perlu untuk mengetahui proses dalam Algoritma Genetika. Dibawah ini akan diuraikan mengenai hal itu, dimana uraian ini merupakan penjabaran dari Algoritma Genetika seperti penjelasan pada bagian berikut :

A. Pengkodean (Encoding)

Langkah pertama kali yang dilakukan dalam penggunaan Algoritma Genetika adalah melakukan pengkodean atau representasi terhadap permasalahan yang akan dilakukan. Pengkodean string biner merupakan pendekatan klasik yang digunakan dalam penelitian Algoritma Genetika karena sederhana. Selanjutnya beberapa kromosom dibentuk dan berkumpul membentuk populasi. Populasi inilah populasi awal bagi Algoritma Genetika untuk awal melakukan pencarian.

B. Fungsi Fitness (Fungsi Evaluasi)

Dalam Algoritma Genetika, sebuah fungsi fitness $f(x)$ harus dirancang untuk masing-masing permasalahan yang akan diselesaikan. Dengan menggunakan kromosom tertentu, fungsi obyektif atau fungsi evaluasi akan mengevaluasi status masing-masing kromosom.

C. Seleksi

Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-crossover-kan dengan kromosom dari individu lain. Pada

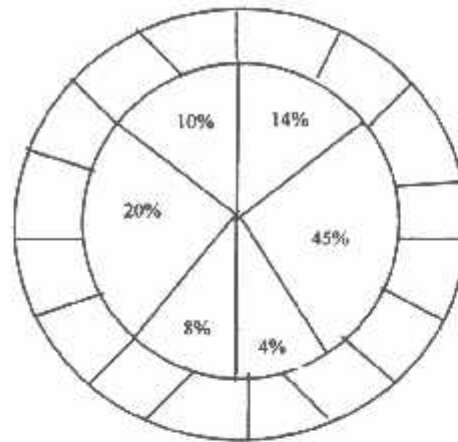
proses seleksi ini dapat menggunakan banyak metode seperti : roulette wheel selection, rank selection, elitesm dan lain sebagainya.

➤ **Roulette Wheel Selection**

Dimana setiap individual memiliki harga fitness sehingga didapatkan probabilitas individual $(f(t)/\sum f(t))$ tersebut dicopykan pada populasi yang baru. Untuk individual yang memiliki probabilitas 20% untuk jumlah populasi 10 maka kemungkinan individual tersebut dapat terpilih sebanyak dua kali. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar.2-12

Adapun algoritma dari roulette-wheel adalah sebagai berikut :

1. Menjumlahkan fitness dari seluruh anggota populasi
2. Membangkitkan nilai k, suatu nilai random antara 0 dan total fitnessnya.
3. Menjumlahkan fitness dari kromosom-kromosom dari populasi mulai 0 hingga total fitness lebih besar atau sama dengan nilai k lalu ambil kromosom tersebut.



Gambar 2-15. Roulette – Wheel

➤ **Rank Selection**

Rank selection pertama kali merangking populasi dan kemudian setiap kromosom diberi fitness baru berdasarkan hasil ranking tersebut. Yang pertama akan mempunyai fitness 1, yang kedua akan mempunyai fitness 2 dan seterusnya sampai yang terakhir akan mempunyai fitness N. Dengan demikian kromosom akan mempunyai peluang untuk diseleksi.

➤ **Elitism**

Selama membuat populasi baru dengan crossover dan mutasi, kemungkinan akan terjadi kehilangan kromosom terbaik (best/few best). Elitism adalah metode yang pertama kali meng-copy-kan kromosom terbaik ke dalam populasi baru. Sisanya dikerjakan dengan cara biasa, yaitu melalui seleksi, crossover dan mutasi. Elitism dapat secara cepat meningkatkan performansi dari Algoritma Genetika, karena elitism menghindarkan hilangnya solusi terbaik (best/few best) yang telah ditemukan.

D. Crossover (Pindah Silang)

Fungsi dari crossover adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$. Probabilitas crossover (P_c) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator crossover. Apabila nilai $r_k < P_c$ maka kromosom ke- k terpilih untuk mengalami crossover. Crossover yang paling sederhana adalah one point crossover. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian nilai offspring diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 2-13. Kemudian ditingkatkan lagi dengan menggunakan two point crossover. Penentuan posisi titik persilangan sama seperti one point crossover sebelumnya. Pemilihan secara random dilakukan 2 kali. Kemudian nilai offspring diambil dari dua parent tersebut dengan batas dua titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 2-14. Dalam skripsi ini proses crossoversnya menggunakan Multi Point Crossover atau penyilangan banyak titik. Pada penyilangan banyak titik ini, m adalah posisi penyilangan k ; dimana ($k = 1, 2, \dots, N-1$ dan $l = 1, 2, \dots, m$) dengan $N =$ panjang kromosom yang diseleksi secara random dan tidak diperbolehkan ada posisi yang sama, serta diurutkan naik. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan offspring. Sebagai contoh, misalkan ada 2 kromosom dengan panjang kromosom 15, yaitu :

Parent 1 : 011100101110

Parent 2 : 110100001101

Posisi penyilangan yang terpilih :

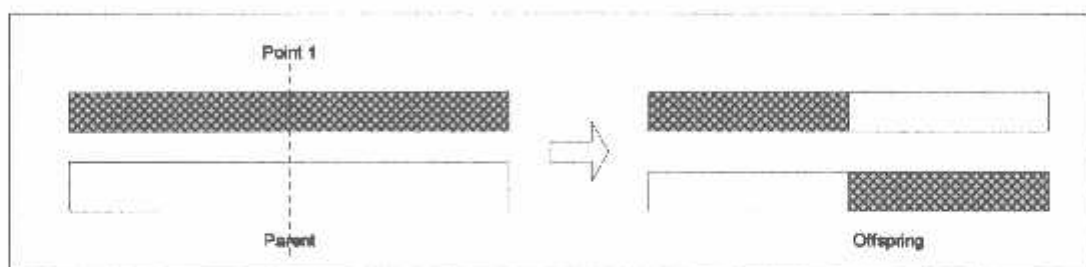
Misalkan ($m=3$): 2 6 10

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru :

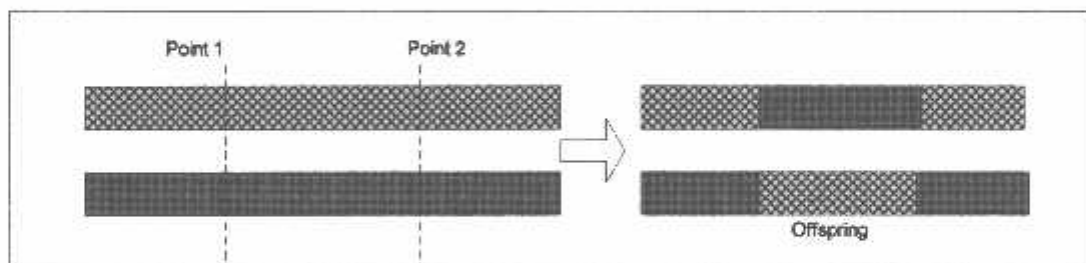
Offspring 1 : 010100101101

Offspring 2 : 111100001110

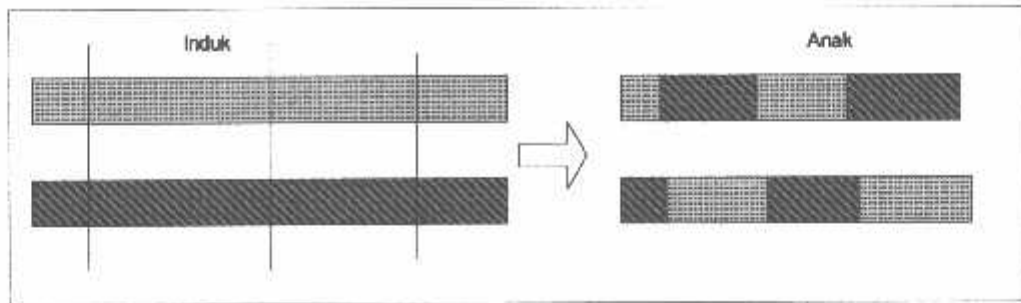
Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar 2-18



Gambar 2-16. Ilustrasi Operator Dengan One Point Crossover



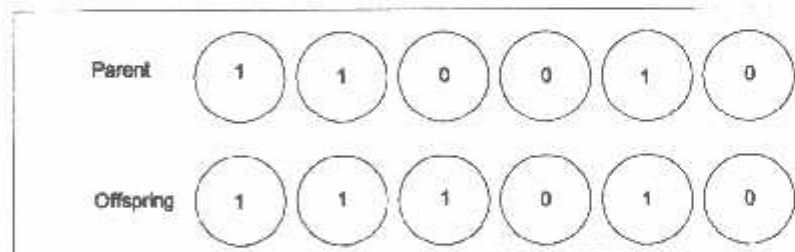
Gambar 2-17. Ilustrai Operator Dengan Two Point Crossover



Gambar 2-18. Ilustrasi Operator dengan multi-Point Crossover

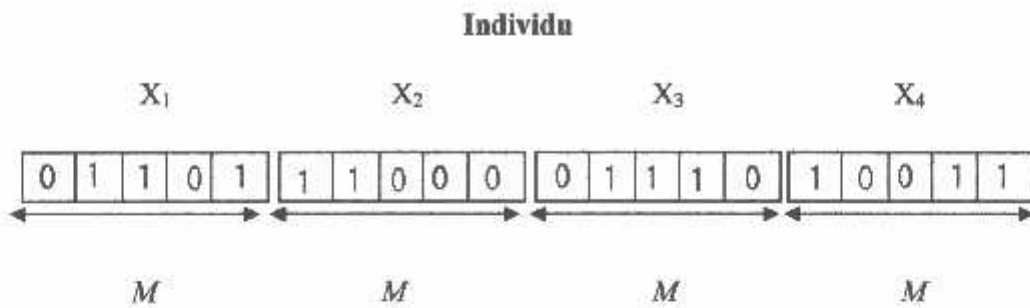
E. Mutation (Mutasi)

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, NVAR$ (panjang kromosom). Apabila nilai random $r_k < P_m$ maka gen ke- k kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya, gen 1 dengan 0. Operasi disebut flip yaitu membalik nilai ke 1 atau 1 ke 0. Ilustrasi kerja operator untuk representasi string biner digambarkan pada gambar 2-16.



Gambar 2-19. Ilustrasi Operator Mutasi untuk Representasi String Biner

2.5.4. Definisi-definisi pada Algoritma Genetika



Gen : Sederajat nilai biner (0,1) pada suatu kromosom

Pada gambar diatas jumlah Gen = M = 5 buah

Kromosom : Susunan dari deretan gen biner

Pada gambar diatas kromosom = X_1, X_2, \dots, X_n

Individu : Susunan dari deret kromosom

Pada gambar diatas Individu ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$)

2.5.5. Fungsi Objektif problem scheduling hidro termal adalah maksimalisasi

**daya pembangkitan PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA
Lodoyo**

$$F_T = \min \left[\sum_{t=1}^T \left[\min \sum_{i=1}^{N_{UGT}} U_{i,t} F_i(P_{i,t}) \right] + \sum_{j=1}^{N_{UGT}} (C_{mut} + C_{sdt}) + \sum_{j=1}^{N_{UGT}} FCF(VOL_{j,T}) + Penalty \right]$$

dimana :

F_T : biaya sistem operasi total

q_T : biaya bahan bakar untuk jam ke t didapatkan dari ELDP

T : angka jam (waktu) untuk time horizon

N_{UGT} : angka unit termal

- N_{UGH} : angka reservoir hidrolis
- $U_{i,t}$: status unit termal I selama jam (waktu) t (on untuk naik dan off untuk turun)
- $P_{t,i}$: daya output untuk unit termal I selama selang waktu ke t
- $Ph_{j,t}$: daya output untuk reservoir j selama selang waktu t
- $F_j(pt_{i,t})$: biaya bahan bakar unit termal I selama selang waktu t dengan suatu daya output $P_{t,i}$ (menggunakan suatu kuadrat fungsi biaya) C_{sul} dan C_{sd} i biaya start-up dan shutdown untuk unit termal i selama seluruh penjadwalan horizon.
- $FCF_j(Vol_{j,T})$: biaya dimasa datang untuk unit termal sebagai suatu fungsi volume reservoir j pada akhir penjadwalan horizon faktor penalty sebanding dengan tingkat pelanggaran batasan. Ini kemungkinan pengukuran.

2.5.6. Kendala-kendala

2.5.6.1. Pemenuhan permintaan beban untuk tiap jam

$$\sum_{i=1}^{N_{UGH}} U_{i,t} P_{t,i} + \sum_{j=1}^{N_{UGH}} Ph_{j,t} = P_{Dt} + Loss_t - G_{HPt} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana P_{Dt} , G_{HPt} dan $Loss_t$ adalah permintaan beban total yang diramalkan untuk waktu t, daya output total unit hidrolis tanpa kapasitas penyimpanan air selama waktu t dan total rugi-rugi yang diperkirakan untuk sistem selama waktu t.

Dalam kaitannya untuk memenuhi aturan ini, model memadukan unit bayangan, dimana fungsi biaya yang disesuaikan untuk biaya kegagalan pada sistem.

2.5.6.2. Batasan operasi teknik untuk masing-masing unit

$$Pt_{\min i} \leq Pt_i \leq Pt_{\max i} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$Ph_{\min j} \leq Ph_{j,t} \leq Ph_{\max j}$$

$$(T_{i,t-1}^{UP} - T_{\min up_i})(E_{i,t-1} - E_{i,t}) \geq 0$$

$$(T_{i,t-1}^{UP} - T_{\min up_i})(E_{i,t} - E_{i,t-1})$$

$Pt_{\min i}$ dan $Pt_{\max i}$ adalah daya output minimum dan maksimum pada unit termal i ; $Ph_{\min j}$ dan $Ph_{\max j}$ adalah daya output minimum dan maksimum pada unit hidro j ; $T_{i,t-1}^{UP}$ dan $T_{i,t-1}^{down}$ adalah waktu jalan dan berhenti pada waktu t untuk unit termal i ; minimum up time adalah waktu jalan (up time) minimum untuk unit termal i , dan minimum down time adalah waktu berhenti (down time) minimum untuk unit termal i .

2.5.6.4. Hidrolik dinamik untuk masing-masing reservoir j untuk tiap-tiap waktu t

$$Vol_{j,t+1} = Vol_{j,t} + infl_{j,t} - Q_j(Ph_{j,t}) - filt_{j,t} - ev_{j,t} - spil_{j,t} \quad \dots \dots \dots (4)$$

Dimana $infl_{j,t}$ adalah peramalan inflow; $Q_j(Ph_{j,t})$ adalah debit yang keluar untuk daya output $Ph_{j,t}$; $filt_{j,t}$ adalah perembesan; $ev_{j,t}$ adalah penguapan dan $spil_{j,t}$ adalah debit air tumpahan.

Masing-masing sistem tenaga hidrotermal mempunyai kendala-kendala hidroliknya sendiri, tergantung sebagian kondisi geografis dan hidrologis. Kadang-kadang, pengeluaran air dari suatu reservoir dapat mempengaruhi

ketersediaan air dalam reservoir lainnya, yang ini disebut unit yang terhubung secara hidrolik.

2.5.6.5. Batas kemampuan penyimpanan untuk masing-masing reservoir j:

$$\text{Vol}_{\min j} \leq \text{Vol}_{j,t} \leq \text{Vol}_{\max j} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dimana $\text{Vol}_{\min j}$ dan $\text{Vol}_{\max j}$ adalah volume layak minimum dan maksimum untuk reservoir j.

2.5.6.6. Cadangan berputar

$$\sum_{j=1}^{N_{\text{DWT}}} (Ph_{\max j} - Ph_{j,t}) \geq \beta \cdot P_{Dt} \quad \dots\dots\dots(6)$$

dimana β sesuai dengan persentase permintaan beban untuk digunakan sebagai cadangan ($\beta = 400$ MW dalam kasus ini).

2.6.1. PERENCANAAN OPERASI HYDROTHERMAL POWER SYSTEM (HPS)

Operasi optimal HPS dengan representasi individual terhadap PLTA (HPPs) dan inflow yang dapat ditentukan dapat diformulasikan sebagai masalah pemrograman matematis. Sebuah HPS memiliki biaya operasi pada satu tahap (t), $C_{(t)}$, yang ditunjukkan oleh biaya pembangkitan subsistem komplementer nonhidrolik.

Untuk pembangkitan non hidrolik:

$$E_{(t)} = \begin{cases} D_{(t)} - H_{(t)}, & \text{if } D_{(t)} \geq H_{(t)} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$E_{(t)}$ menunjukkan perbedaan antara demand $D_{(t)}$ dan semua pembangkitan hidrolik $H_{(t)}$, jika perlu mencangkup dalam pemenuhan kekurangan beban

$$C_{(t)} = f_t [E_{(t)}] \quad \dots\dots\dots(8)$$

Karena sumber non hidro harus digunakan secara ekonomi berdasarkan biaya marginal yang meningkat, maka fungsi biaya operasional f_t merupakan fungsi peningkatan pembangkitan nonhidro yang konveks.

Formulasi umum perencanaan operasi energetik HPS dapat dimunculkan sebagai biaya operasi minimal, J , sepanjang seluruh horizon perencanaan $[1, T]$

$$J = \sum_{t=1}^T C_{(t)} \quad \dots\dots\dots(9)$$

Pembangkitan hidroelektrik total pada tahap t , $H_{(t)}$ ditunjukkan oleh jumlah keseluruhan pembangkitan HPPs :

$$H_{(t)} = \sum_{i=1}^N \phi_i [x_i(t), q_i(t), v_i(t)] \quad \dots\dots\dots(10)$$

dimana:

N = banyak PLTA

$\phi_i(t)$ = besar pembangkitan listrik pada PLTA i

$x_i(t)$ = banyak air yang tersimpan dalam reservoir i

$q_i(t)$ = banyak air yang keluar dari turbin pada PLTA i

$u_i(t)$ = spillage dari reservoir i

Besar pembangkitan listrik pada PLTA tergantung dari tinggi jatuh air, air yang dilepas oleh turbin dan besarnya tumpahan air. Hal ini ditunjukkan pada

$$\phi_i(x_i(t), q_i(t), u_i(t)) = k_i [h_{up, i}(x_i) - h_{down, i}(u_i)] - p_{c_i} q_i(t) \quad \dots\dots\dots(11)$$

dimana :

K = konstanta yang memperhatikan kecepatan gravitasi, densitas air, efisiensi turbin pada pembangkit dan factor konversi.

$u_i(t)$ = jumlah air yang dilepas oleh reservoir i pada tiap tahap, yang didapat dari $u_i(t) = u_i(t) + q_i(t)$

$h_{up,i}$ = tinggi air pada bagian hulu sebagai fungsi penyimpanan

$h_{down,i}$ = tinggi air pada bagian hilir yang sebagai fungsi pelepasan

pc_i = besar kerugian yang disebabkan tinggi jatuh air

Persamaan keseimbangan air yang dinamis pada tiap reservoir ditunjukkan oleh

$$x_i(t+1) = x_i(t) + y_i(t) + \sum_{k \in \Omega_i} u_k(t) - u_i(t) \quad \dots\dots\dots(12)$$

Dimana : $y_i(t)$ adalah kenaikan inflow air kedalam reservoir i ; Ω_i adalah indeks arus naik reservoir.

Persamaan (12) tidak memperhatikan jeda waktu antar mesin hidro karena umumnya hal ini tidak diperlukan pada perencanaan operasi bulanan, meski demikian jika perlu dapat diperhatikan tanpa ada kesulitan.

Simpanan volume dan air yang dilepas oleh PLTA terbatas oleh beberapa batasan operasi seperti kontrol banjir dan pelayaran, (13) dan (14) menunjukkan batasan yang diadopsi dalam kerja ini

$$\underline{x}_i(t) \leq x_i(t) \leq \overline{x}_i(t) \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\underline{u}_i(t) \leq u_i(t) \leq \overline{u}_i(t) \quad \dots\dots\dots(14)$$

Solusi (7) sampai (14) untuk menunjukkan kondisi awal $x_r(0)$, $r=1,2,3,\dots,N$ yang menunjukkan penjadwalan hidrotermal individual.

2.6.2. Representasi calon solusi

Masing-masing calon solusi dinyatakan oleh sebuah matrik biner, berupa memberi kode/ pengkodean variable yang cukup/memadai. Masing-masing matrik mewakili calon solusi yang harus terdiri dari seluruh informasi penting yang harus dibedakan satu dari yang lainnya, dan penting untuk mengevaluasi fitnessnya.

Variabel keputusan :

2.6.2.1. Daya keluaran masing-masing unit pembangkit listrik tenaga air untuk tiap jam. Ini merupakan suatu variable berkelanjutan, yang dirinci menggunakan kode 3-bit. Jadi, ada 8 kemungkinan yang mempunyai cirri-ciri tingkat pembangkit listrik untuk masing-masing unit. Tingkat pembangkit untuk masing-masing 3-bit ditetapkan sembarang, seperti pada tabel 1. Kemudian, masing-masing usulan solusi G_k terdiri dari suatu set biner sub matrik H_k^j dengan ukuran (3,T) untuk masing-masing unit hidro j.

Tabel 2 - 2

Contoh kondisi biner 3 bit

$Ph_{max j}$	0	40	50	60	70	80	90	100
Binary	0	0	0	0	1	1	1	1
Condification	0	0	1	1	0	0	1	1
	0	1	0	1	0	1	0	1

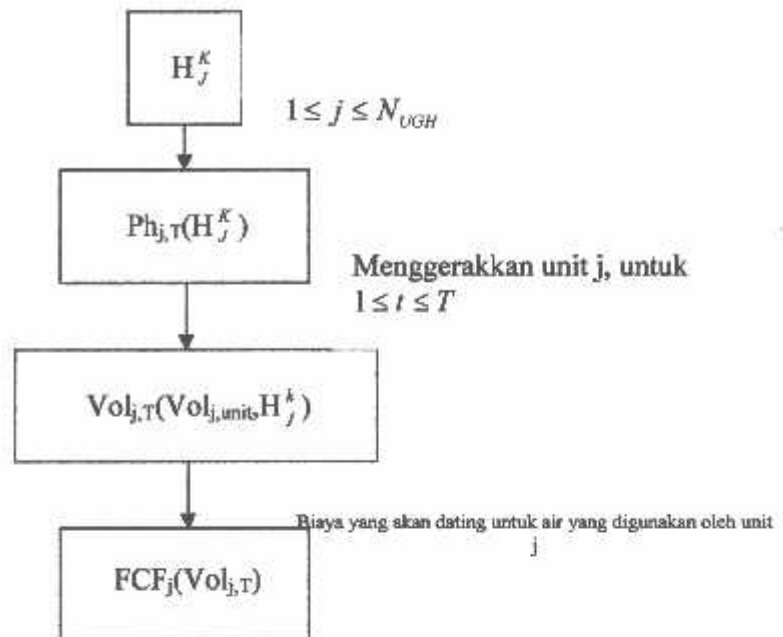
2.6.3. Inisialisasi

Calon solusi populasi inisial dibuat secara acak, dan “diberi benih” dengan beberapa solusi-solusi bagus yang didapatkan dari aturan-aturan heuristic berdasarkan pengenalan yang ilmiah tentang sistem dan menggunakan daftar urutan prioritas.

2.6.4. Evaluasi fitness

Untuk membandingkan perbedaan solusi-solusi, suatu evaluasi (atau biaya) fitness pada masing-masing usulan solusi harus diselesaikan. Ini diraih dengan mengkodekan string dan evaluasi fungsi tujuan untuk masing-masing usulan solusi. Dalam tujuannya untuk meraih evaluasi fitness, langkah berikut dilakukan untuk masing-masing calon solusi.

2.6.4.1. Untuk masing-masing submatrik hidri H_k' , (dari 1 sampai N_{UGH}), kolom telah dikodekan dan volume akhir untuk masing-masing reservoir yang telah dihitung. Kemudian, fungsi biaya yang akan dating untuk pembangkit hidro yang telah digunakan untuk mendapatkan opportunity cost (biaya kehilangan kesempatan untuk memperoleh keuntungan sebagai akibat memilih suatu keputusan) yang berhubungan dengan menggunakan biaya energi air selama seminggu.



Gambar 2 - 20

2.6.4.2. Unit pembangkit hidro tidak diperhitungkan dari permintaan beban total untuk tiap jam. Permintaan termal (minus hidro total) harus dipenuhi dengan menjalankan unit termal tiap jam (didapatkan vector E_t'), ekonomi dispatch beban telah diraih. Economic Load Dispatch Problem (ELDP) dipecahkan menggunakan multipliers Lagrange. Biaya produksi untuk masing-masing unit termal lebih dari seminggu yang telah dihitung.

2.6.5. Pembuatan Keturunan

Pembuatan individu baru adalah suatu aktifitas ketergantungan kemampuan, berhubungan dengan solusi-solusi dengan kemampuan terbaik mempunyai kemungkinan lebih untuk diseleksi sebagai induk. Proses pembuatan keturunan digunakan dalam skripsi ini memasukkan tiga kelompok operator-operator genetic.

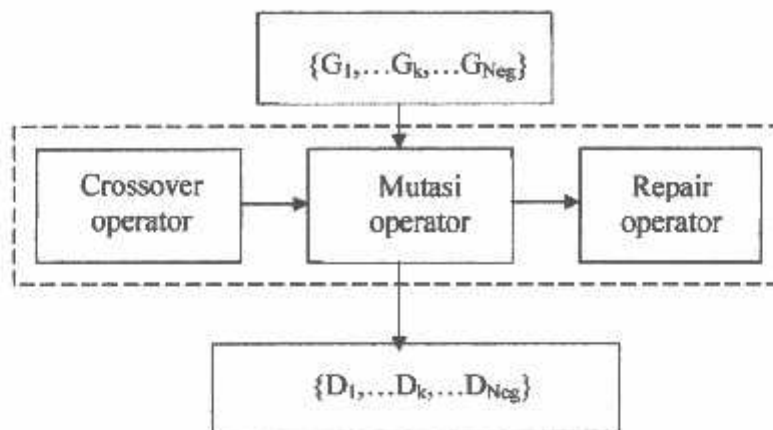
2.6.5.1. Crossover operator

Crossover operator memilih secara acak (tetapi solusi yang lebih baik mempunyai kesempatan banyak untuk dipilih) dua solusi induk dan kemudian mengkombinasikan mereka secara berurutan dengan string berdasarkan dalam beberapa peraturan, menghasilkan anggota populasi baru. Untuk meraih seleksi induk, seleksi kompetisi telah digunakan. Tiga jenis operator penyilangan yang berbeda telah digunakan. Dinyatakan dengan kemungkinan p_{c1} , p_{c2} , dan p_{c3} secara berurutan.

Window crossover : untuk 2 induk yang dipilih, ii dipilih secara acak dengan suatu "celah" dibentuk oleh 2 baris dan 2 kolom, dan perubahan antar celah dalam bit-bit celah antara induk. Solusi bagus harus memindahkan informasi lebih (bit-bit) ke keturunan.

Two point crossover : ini suatu kasus tertentu dalam celah penyilangan. Ini dipilih secara acak dua kolom, dan induk-induk pertukaran bit antara kolom-kolom.

Daily crossover : operator khusus mengambil keuntungan bahwa permintaan harian mempunyai persamaan karakteristik untuk hari kerja. Saat penjadwalan sedang dicapai untuk satu minggu. Operator blok pertukaran ini 24-jam antara induk untuk membuat suatu keturunan. Ini suatu kasus tertentu pada dua titik penyilangan.



Gambar 2-21. Proses Pembuatan Keturunan

2.6.5.2. Mutasi operator

Mereka diaplikasikan untuk menghindari pemusatan dari pada algoritma, dan diraih melebihi keturunan yang telah dibuat. Dua operator mutasi telah digunakan dalam skripsi ini dibentuk dengan kemungkinan p_{m1} dan p_{m2} secara berturut-turut.

Standard mutasi : secara acak merubah sebuah bit pada matrik

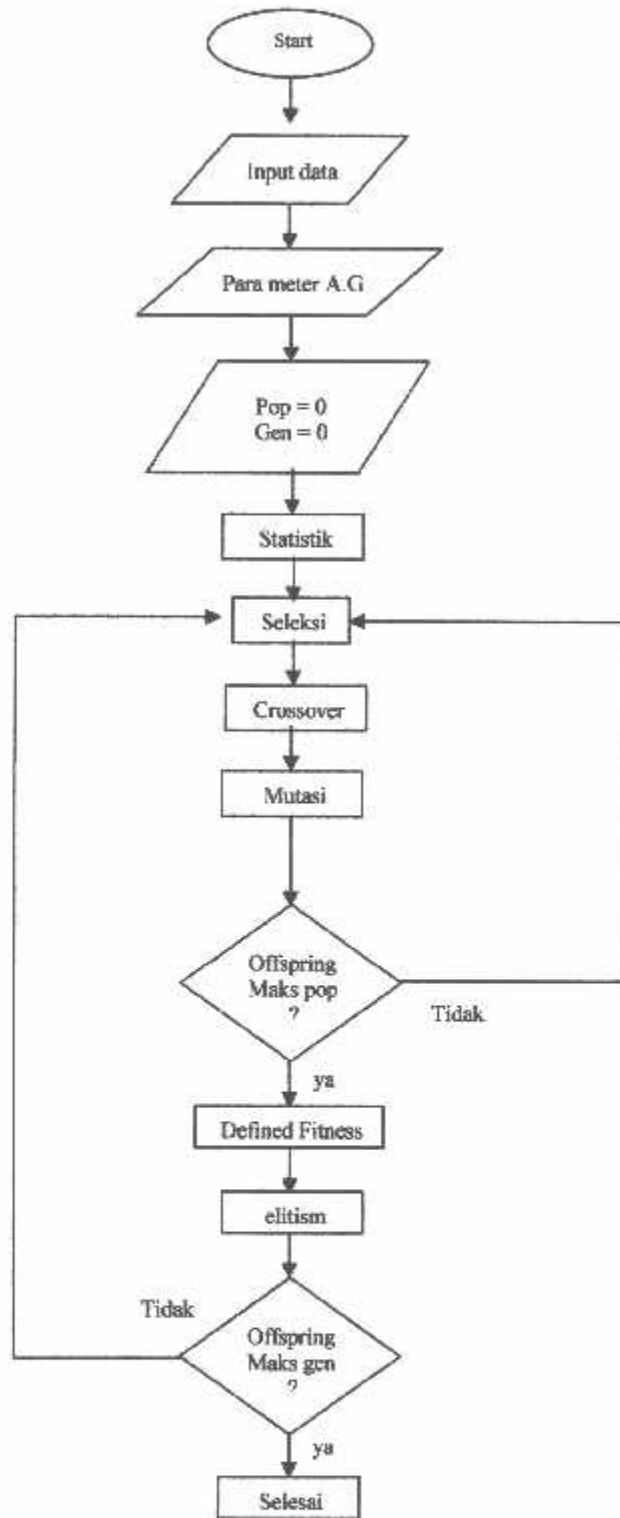
Swap mutasi : operator ini memilih secara acak tiap jam t , dan pencarian untuk unit yang lebih mahal i_1 , yaitu ON dan unit termurah i_2 yaitu OFF. Kemudian dengan kemungkinan unit i_1 diset OFF sementara unit i_2 diset ON.

2.6.5.3. Operator Perbaikan

Proses pembuatan keturunan sering menghasilkan solusi ketidakmungkinan dalam kaitannya dengan pelanggaran pada pembatasan. Untuk menghindari pembuatan solusi ketidakmungkinan secara banyak, dua operator perbaikan dimasukkan :

Perbaikan pada pembatas Up/Down time minimum : operator ini pindah masing-masing dari garis vector E_k' pengevaluasian waktu secara berurutan bahwa suatu unit termal telah dinaikkan atau diturunkan. Jika suatu waktu pembatas naik dan turun minimum adalah suatu pelanggaran untuk diberikan waktu, keadaan unit pada tiap jam akan berubah.

Perbaikan pada pembatas kapasitas penyimpanan : Operator ini menafsirkan masing-masing sub-matrik H_k' , untuk memecahkan kode itu, dan secara berulang menghitung volume air untuk tiap-tiap jam penggunaan. Jika pada suatu waktu diberikan pembatas adalah suatu pelanggaran, operator secara acak merubah sebuah bit H_k' pada waktu itu hingga pelanggaran dapat diperbaiki.

Flowchart Genetic Algorithm

BAB III

PENERAPAN METODE GENETIC ALGORITHM PADA PT. PEMBANGKIT JAWA- BALI

3.1. PEMBANGKIT HIDRO

3.1.1. PLTA SUTAMI

PLTA Sutami terletak di kecamatan Sumber Pucung, kurang lebih 35 km dari sebelah selatan kota Malang kearah Blitar, dioperasikan dengan memanfaatkan air dari sungai Brantas dengan produksi energi rata-rata sebesar 488 juta kWh per tahun serta dalam pengoperasian tenaga listrik termasuk dalam wilayah sub sistem Jawa Timur dan Bali.

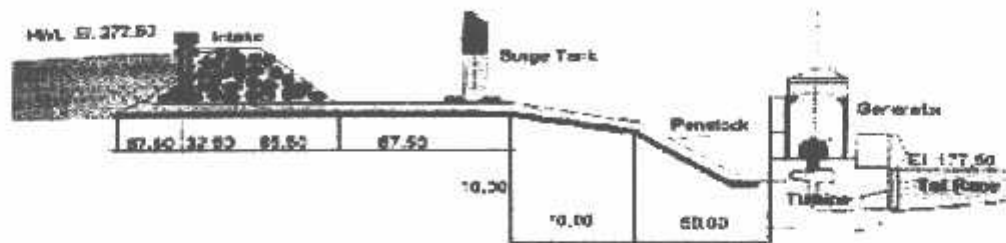
PLTA Sutami merupakan salah satu unit PLTA dari sebelas PLTA yang ada dan dikelola langsung oleh unit induk yaitu PT. PJB Unit pembangkit Brantas. PLTA Sutami dioperasikan dengan memanfaatkan air outflow dari PLTA Sengguruh ditambah remaining basin Karangates dan waduk Lahor yang masuk Karangates, dimana air dari waduk Lahor dialirkan melalui terowongan penghubung sepanjang 850 meter ke wauk Karangates.

Pada tahap satu pembangunan PLTA Sutami selesai dibangun pada bulan Agustus 1973. PLTA Sutami mempunyai dua unit pembangkit dengan kapasitas tiap unit 35 MW. Dengan selesai dibangunnya Bendungan Lahor pada tahap dua yang bertujuan untuk pengendalian banjir, irigasi, dan untuk menambah kapasitas air waduk Karangates dalam pembangkitan tenaga listrik, maka dipasang unit pembangkit ketiga dengan kapasitas 35 MW yang diresmikan oleh Menteri

Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, saat itu Prof. Dr. Ir. Sutami pada tanggal 25 April 1976.

GAMBAR 3-1

SKEMA PLTA SUTAMI



Untuk penambahan / supresi air irigasi bila diperlukan, maka bila air yang keluar lewat turbin terlalu kecil debitnya dibandingkan dengan air yang dibutuhkan untuk irigasi, maka untuk menambah debit air kita perlu membuka

Hollow Jet Valve

TABEL 3-1
DATA TEKNIS WADUK SUTAMI

Jenis	Luas DPS (Km ²)	Water Level (m)	Kapasitas (Juta/m ³)	Fungsi
Waduk Tahunan Rock Fill Dam	2.050	FWL = 277,0 HWL = 272,5 LWL = 246,5 TWL = 177,5	Max,343 Efektif,253	1. Pengendalian banjir 2. Irigasi 3. PLTA 3 x 35 MW (488 juta kWh/ Tahun) 4. Penyediaan air baku 5. Perikanan darat dan Pariwisata
Debit (m³/dt)			Daerah Terendam (Km²)	
Air masuk Rencana rata-rata = 55,2 Banjir rencana = 1600			15	
Spillway Type			Open Chute memakai pintu air	
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 diruang control, khususnya turbin dan generator yang terdiri dari tiga unit dengan spesifikasi sebagai berikut :

TABEL 3-2
KAPASITAS TURBIN PADA PLTA SUTAMI

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

TABEL 3-3.
KAPASITAS GENERATOR PADA PLTA SUTAMI

Data Teknis	Per Unit Generator
Type	Tak – 24. Poros Vertikal, semi paynug dengan bantalan type pegas
Daya output	39.000kVA
Tegangan	11 kVs
Cos Φ	0,9
Frekwensi	50 Hz
Kelas Isolasi	B
Hubungan	Y, titik netral ditanahkan
Buatan	Toshiba, Japan

❖ Pola Operasi Waduk Sutami

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). Berhubung dengan adanya dua musim dalam setahun, maka dibuat dua jenis pola operasi waduk, yaitu pola operasi untuk musim hujan yang berlaku saat pengisian waduk dari bulan Desember – Mei, dan pola operasi untuk musimkemarau yang berlaku saat pengosongan waduk, dan berlaku mulai bulan Juni – November.

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 didalam waduk sangat menentukan dalam pembangkitan energi listrik.

Meskipun Low Water Level waduk sutami minimumnya adalah 264 meter, namun dalam prakteknya level minimumnya adalh 267,28 meter. Hal ini karena dibawah level 267,28 meter tinggi jatuh air tidak efisien untuk membangkitkan daya yang besar.

❖ **Volume Waduk Sutami.**

Dalam mengoperasikan PLTA Sutami, sangat penting untuk mengetahui jumlah volume air yang terdapat didalam waduk Sutami pada setiap evaluasi. Hal ini diperlukan agar waduk Sutami dapat tetap beroperasi dalam evaluasi normal, dimana evaluasi operasi maksimum waduk Sutami adalah pada ketinggian 272,5 meter dan minimum pada ketinggian 267,28 meter.

Inflow waduk Sutami berasal dari outflow PLTA Sengguruh ditambah remaining basin Karangates juga dari waduk Lahor yang dialirkan ke waduk Sutami melalui terowongan penghubung (Connection Tunel) sepanjang 850 meter. Jumlah volume waduk Sutami pada setiap evaluasi dapat dicari dengan menggunakan persamaan H vs V.

Persamaan H vs V (m^3) waduk Sutami

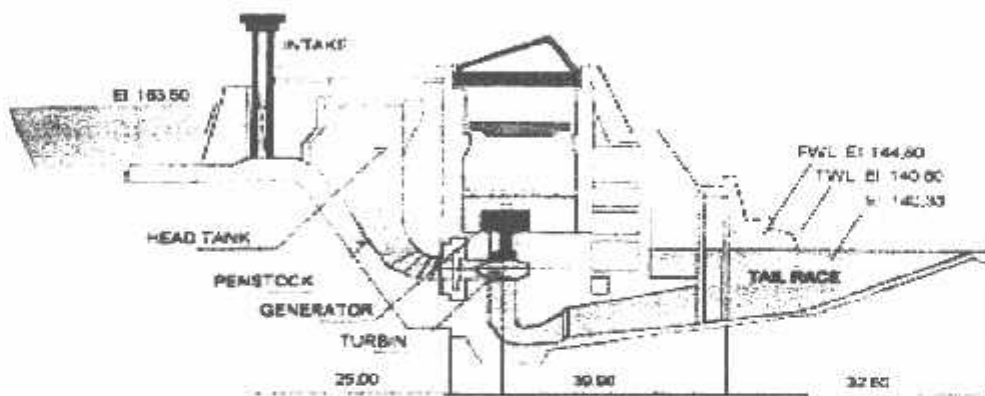
$$V = - 1108407607585.89 + 23004769557.2149 H - 190743656.590777 H^2 + 789794.771 H^3 - 1633.709 H + 1.351 H^4$$

3.1.2. PLTA WLINGI

PLTA Wlingi terletak di kecamatan Sutojayan, kurang lebih 15 km kearah timur kota Blitar, dan kurang lebih 30 km sebelah hilir bendungan Sutami. PLTA Wlingi dioperasikan dengan membendug sungai Brantas atau menerima outflow dari PLTA Sutami, dan juga menampung air dari sungai Lekso dan dari sungai Jari. Dengan energi produksi rata-rata sebesar 165 juta kWh/tahun serta dalam pengoperasian tenaga listrik termasuk dalam wilayah subsistem Jawa Timur dan Bali.

PLTA Wlingi merupakan salah satu unit PLTA dari sebelas PLTA yang ada dan dikelola langsung oleh PT.PJB Unit Pembangkit Brantas.PLTA Wlingi selesai dibangun dan diresmikan oleh Menteri Pertambangan dan Energi, yaitu Bapak Subroto, pada tanggal 15 Mei 1981. PLTA Wlingi mempunyai dua unit pembangkit dengan kapasitas tiap unit 27 MW. Adapun tujuan dibangunnya Bendungan Wlingi adalah sebagai waduk harian untuk pembangkitan listrik dan irigasi sehingga dilengkapi juga dengan pintu pengambilan air untuk irigasi.

GAMBAR 3-2
SKEMA PLTA WLINGI



TABEL 3 - 4

KAPASITAS TURBIN PADA PLTA WLINGI

Data Turbin	Per Unit Turbin	Data Turbin	Unit Turbin
Type	Vertikal Kaplan	Max Discharge	149 m ³ /dt
Daya Output	27.800 kW	Max Gross Head	22,7 m
Rated Head	22,70 m	Max Net Head	161,5 m
Efective Head	22m	Min Net Head	20,60 m
Speed	143 rpm	Buatan	Toshiba

TABEL 3 – 5
KAPASITAS GENERATOR PADA PLTA WLINGI

Data Teknis	Per Unit Generator
Type	VCT.AF Umbrella
Daya Output	30.000 kVA
Tegangan	11 kV
Cos Φ	0,9
Frekwensi	50 Hz
Kelas Isolasi	C
Hubungan	Y, titik netral ditanahkan
Buatan	Meidensha, Japan

❖ Pola Operasi Waduk Wlingi

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 didalam waduk sangat menentukan dalam pembangkitan energi listrik.

Low Water Level waduk Wlingi minimumnya adalah 162 meter, karena dibawah level 162 meter tinggi jatuh air tidak efisien untuk membangkitkan daya yang besar.

❖ **Volume Waduk Wlingi.**

Dalam mengoperasikan PLTA Wlingi, sangat penting untuk mengetahui jumlah volume air yang terdapat didalam waduk Wlingi pada setiap evaluasi. Hal ini diperlukan agar waduk Wlingi dapat tetap beroperasi dalam evaluasi normal, dimana evaluasi 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 Lekso juga dari sungai Jari yang dialirkan ke waduk Wlingi.

3.1.3. PLTA LODOYO

PLTA Lodoyo terletak disebelah hilir kurang lebih 7 km dari Bendungan Wlingi, tepatnya berada di Kecamatan Kanigoro Kabupaten Blitar. PLTA Lodoya dioperasikan dengan memanfaatkan air sungai Jati dan Kali Brantas, dengan energi produksirata-rata sebesar 36.470.000kWh/tahun yang disalurkan melalui jaringan 22 KV ke PLTA Wlingi.

PLTA Lodoyo merupakan salah satu unit PLTA dari sebelas PLTA yang ada dan dikelola langsung oleh PT.PJB unit Pembangkit Braantas. 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 dari Nippon Koei Co. Ltd, pada bulan September 1983. PLTA Lodoyo dioperasikan secara komersial dan mempunyai satu unit pembangkit dengan kapasitas 4,5 MW. Adapun tujuan dibangunnya bendungan Lodoyo sebagai waduk harian untuk pembangkitan listrik dan irigasi sehingga juga dilengkapi dengan pintu pengambilan air untuk irigasi.

TABEL 3-6
KAPASITAS GENERATOR PADA 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
Frekwensi	50 Hz
Kelas Isolasi	C
Hubungan	Y, titik netral ditanahkan
Buatan	Meidensha, Japan

❖ 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 didalam waduk sangat menentukan dalam pembangkitan energi listrik.

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

❖ **Volume Waduk Lodoyo**

Dalam mengoperasikan PLTA Lodoyo, sangat penting untuk mengetahui jumlah volume air yang terdapat didalam waduk Lodoyo pada setiap evaluasi. Hal ini diperlukan agar waduk Lodoyo dapat tetap beroperasi dalam evaluasi normal, dimana evaluasi operasi maksimum waduk Lodoyo adalah pada ketinggian 136 meter dan minimum pada ketinggian 125 meter.

Inflow waduk Lodoyo berasal dari outflow PLTA Wlingi ditambah remaining basin Bogel juga dari sungai Siwalan yang dialirkan ke waduk Lodoyo

Tabel 3 – 7
Data Unit Termal Pada PT. Pembangkit Jawa –Bali

No	Nama Unit Pembangkit	Daya Terpasang	Kapasitas (MW)		Lama Waktu (Jam)			
			Min	Max	MUT	MDT	Cold Start	Hot Start
1	PLTU Paiton 1	Coal	225	370	72	48	17	4
2	PLTU Paiton 2	Coal	225	370	72	48	17	4
3	PLTU Gresik GT 1.1	Gas	53	102	36	10	1	0
4	PLTGU Gresik GT 1.2	Gas	53	102	36	10	1	0
5	PLTGU Gresik GT 1.3	Gas	53	102	36	10	1	0
6	PLTGU Gresik ST 1.0	Gas	250	480	36	10	3	2
7	PLTGU Gresik ST 2.1	Gas	53	102	36	10	1	0
8	PLTGU Gresik ST 2.2	Gas	53	102	36	10	1	0
9	PLTGU Gresik ST 2.3	Gas	53	102	36	10	1	0
10	PLTGU Gresik ST 2.0	Gas	250	480	36	10	3	2
11	PLTGU Gresik GT 3.1	Gas	53	102	36	10	1	0
12	PLTGU Gresik GT 3.2	Gas	53	102	36	10	1	0
13	PLTGU Gresik GT 3.3	Gas	53	102	36	10	13	0
14	PLTGU Gresik CC 3.3.1	Gas	250	480	36	10	9	2
15	PLTU Gresik 1	Gas	43	85	48	10	9	1
16	PLTU Gresik 2	Gas	43	85	48	10	9	1
17	PLTU Gresik 3	Gas	90	175	48	10	9	2
18	PLTU Gresik 4	Gas	90	175	48	10	1	2
19	PLTG Gresik 1	Gas	5	16	3	1	1	0
20	PLTG Gresik 2	Gas	5	16	3	1	1	0
21	PLTG Gresik 3	Gas	5	16	3	1	1	0
22	PLTG Gilitimur 1	HSD	5	16	3	1	1	0
23	PLTG Gilitimur 2	HSD	5	16	3	1	1	0
24	PLTGU M. Karang GT 1	Gas	50	95	36	10	1	0
25	PLTGU M. Karang GT 1.2	Gas	50	95	36	10	1	0
26	PLTGU M. Karang GT 1.3	Gas	50	95	36	10	1	0
27	PLTGU M. Karang CC 3.3.1	Gas	300	465	36	10	3	2
28	PLTGU M. Tawar GT 1.1	HSD	72	138	36	10	0	0
29	PLTGU M. Tawar GT 1.2	HSD	72	138	36	10	0	0
30	PLTGU M. Tawar GT 1.3	HSD	72	138	36	10	0	0
31	PLTGU M. Tawar GT 2.1	HSD	72	138	36	10	0	0
32	PLTGU M. Tawar GT 2.2	HSD	72	138	36	10	0	0
33	PLTGU M. Tawar CC 3.3.1	HSD	315	605	36	10	3	2
34	PLTU M. Karang 1	MFO	44	85	48	10	6	1
35	PLTU M. Karang 2	MFO	44	85	48	10	6	1
36	PLTU M. Karang 3	MFO	44	85	48	10	6	1
37	PLTU M. Karang 4	Gas	90	165	48	10	11	2
38	PLTU M. Karang 5	Gas	90	165	48	10	11	2

Sumber : Data penawaran PT.PJB, Jl. Kelintang Baru No.11 Surabaya 60231

Keterangan : MUT = Minimum Up Time

MDT = Minimum Down Times

Tabel 3 – 8
Data Biaya dan Parameter Unit Termal Pada PT. Pembangkita Jawa – Bali

No	Nama Pembangkit	Biaya Start - Up (Juta Rp)		Koefisien Biaya Bahan Bakar		
		Cold Start - Up	Hot Start - Up	A	B	C
1	PLTU Paiton 1	682.98	149.68	3244978	111712.15	10.2971
2	PLTU Paiton 2	682.98	149.68	3244978	111712.15	10.2971
3	PLTU Gresik GT 1.1	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
4	PLTGU Gresik GT 1.2	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
5	PLTGU Gresik GT 1.3	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
6	PLTGU Gresik CC 3.3.1	73.32	47.1	17177460.3	145065.581	4.554
7	PLTGU Gresik GT 2.1	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
8	PLTGU Gresik GT 2.2	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
9	PLTGU Gresik GT 2.3	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
10	PLTGU Gresik CC 3.3.1 2	73.32	47.1	17177460.4	145165.581	4.554
11	PLTGU Gresik GT 3.1	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
12	PLTGU Gresik GT 3.2	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
13	PLTGU Gresik GT 3.3	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
14	PLTGU Gresik CC 3.3.1	73.32	47.1	17177460.3	145165.581	4.554
15	PLTU Gresik 1	143.74	40.59	1327126.68	217378.359	132.066
16	PLTU Gresik 2	143.74	40.59	1327126.68	217378.359	132.066
17	PLTU Gresik 3	229.5	92.52	5017369.5	169242.579	193.545
18	PLTU Gresik 4	229.5	92.52	5017369.5	169242.579	193.545
19	PLTG Gresik 1	6.13	0	352707.3	350680.77	903.969
20	PLTG Gresik 2	6.13	0	352707.3	350680.77	903.969
21	PLTG Gresik 3	6.13	0	352707.3	350680.77	903.969
22	PLTG Gilitimur 1	6.33	0	687181.85	683240.965	1762.3893
23	PLTG Gilitimur 2	6.33	0	687181.85	683240.965	1762.3893
24	PLTGU M. Karang GT 1	7.35	0	5730795	202052.97	108.045
25	PLTGU M. Karang GT 1.2	7.35	0	5730795	202052.97	108.045
26	PLTGU M. Karang GT 1.3	7.35	0	5730795	202052.97	108.045
27	PLTGU M. Karang CC 3.3	68.92	44.27	31017735	87825.15	57.33
28	PLTGU M. Tawar GT 1.1	0	0	14706521.3	433337.8	49.4605
29	PLTGU M. Tawar GT 1.2	0	0	14706521.3	433337.8	49.4605
30	PLTGU M. Tawar GT 1.3	0	0	14706521.3	433337.8	49.4605
31	PLTGU M. Tawar GT 2.1	0	0	14706521.3	433337.8	49.4605
32	PLTGU M. Tawar GT 2.2	0	0	14706521.3	433337.8	49.4605
33	PLTGU M. Tawar CC 3.3.1	160.1	96.42	43043399	288609.995	7.658
34	PLTU M. Karang 1	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.77935
35	PLTU M. Karang 2	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.77935
36	PLTU M. Karang 3	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.77935
37	PLTU M. karang 4	215.34	89.29	2949187.5	205217.145	83.73
38	PLTU M. Karang 5	215.34	89.29	2949187	205217.145	83.73

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

Catatan :

Harga Batu bara	253	Rp/Kg
Harga MFO	1595.5	Rp/Liter
Harga HSD	15945.5	Rp/Liter
Harga Gas UP Gresik : 2.53		US\$/MMBTU
Harga Gas UP M. Karang	2.45	US\$/MMBTU
Nilai Tukar	9000	Rp/US\$

3.4. Aplikasi Algoritma Genetika pada PT. PJB.

Perhitungan dan analisa dilakukan pada kebutuhan daya yang ditanggung PT. Pembangkit Jawa Bali tanggal 4,6 dan 7 Desember 2003. Analisa data dilakukan untuk ketiga hari tersebut, karena ketiga hari tersebut mewakili karakteristik kurva beban yang berlainan dengan keterangan sebagai berikut :

Tanggal 4 Desember 2003 adalah beban hari kerja penuh

Tanggal 6 Desember 2003 adalah beban pada hari kerja setengah penuh

Tanggal 7 Desember 2003 adalah beban pada hari libur.

Berdasarkan data unit termal yang terdapat pada PT. Pembangkit Jawa Bali pada sistem tenaga pada table 3 -11-, ternyata pada saat dilakukan pengambilan data, semua unit pembangkit dalam kondisi beroperasi. Maka dapat disusun input data unit pembangkit termal yang siap beroperasi pada tanggal 4 Desember 2003 sampai dengan 7Desember 2003, yaitu sebanyak 38 unit pembangkit.

Dalm data beban harian sistem yang diperoleh dari PT. Pembangkit Jawa Bali, terdapat data hasil perhitungan mengenai jumlah total pembangkitan, beban total dan cadangan berputar pada tiap jam dalam tiap-tiap jam dalam tiap area. Data-data ini tidak dipakai dalam skripsi ini, karena data tersebut menyangkut sistem secara keseluruhan dalam suatu area. Dalam suatu area biasanya terdapat lebih dari satu perusahaan penyedia energi listrik, yaitu : PT.Pembangkitan Jawa - Bali, PT. Indonesia Power dan Perusahaan milik swata. Jadi tidak relevan jika data-data tersebut digunakan dalam sripsi ini, sedangkan aplikasi pada skripsi ini hanya pada PT. Pembangkitan Jawa – Bali.

Model yang digunakan dalam melakukan perhitungan optimasi penjadwalan PLTU, PLTG, maupun PLTGU menggunakan karakteristik tiap unit termal, meskipun PLTGU mempunyai karakteristik tiap blok yang saling tergantung antara unit gas (GT) dan Uap (CC) atau yang sering disebut Combined Cycle. Untuk memudahkan perhitungan dilakukan dengan pendekatan per unit pembangkit sendiri, sedangkan unit CC diambil dari parameter kombinasi CC 3.31 lihat table 3 -12.

PT. Pembangkitan Jawa-Bali tidak mempunyai dasar yang pasti untuk menentukan nilai dari cadangan berputar (Spinning Reserve) tiap periode jam, tetapi PT. Pembangkitan Jawa-Bali menggunakan asumsi bahwa nilai cadangan berputar diambil dari daya terpasang terbesar dari unit pembangkit yang beroperasi. Dalam hal ini PT. Pembangkitan Jawa-Bali menggunakan daya terpasang dari unit pembangkit PLTU Paiton yaitu sebesar 400 MW sebagai nilai cadangan berputar pada tiap periode jam.

3.5. Beban Sistem

Dalam wilayah Jawa-Bali pembangkit-pembangkit tenaga listrik yang ada dikoordinasi oleh PT. Pembangkitan Jawa-Bali. Proses komitmen unit dengan menggunakan metode Algoritma Genetika bertujuan untuk membuat rencana meramalkan besarnya kebutuhan akan besarnya energi yang diperlukan dalam memenuhi kebutuhan beban dengan biaya operasi yang seekonomis mungkin.

Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi dari metode ini, maka akan dilakukan evaluasi dengan mengambil data unit pembangkit termal dan beban

yang ditanggung oleh PT. Pembangkitan Jawa-Bali sebagai bahan pembandingan. Sedangkan kombinasi jadwal dan daya output pembangkit tenaga listrik dalam sistem PT. Pembangkitan Jawa-Bali tanggal 4,6, dan 7 Desember 2003 terdapat pada lampiran. Untuk data beban sistem dapat dilihat pada table 3 – 13 (beban sistem yang ditanggung oleh pembangkit termal dan hidro).

Tabel 3 -9

Data Beban Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

Jam	Kamis 4 Desember 2003			Sabtu 6 Desember 2003			Minggu 7 Desember 2003		
	Beban Sistem (MW)		Cadangan Berputar (MW)	Beban Sistem (MW)		Cadangan Berputar (MW)	Beban Sistem (MW)		Cadangan Berputar (MW)
	Termal	Hidro		Termal	Hidro		Termal	Hidro	
01.00	3205	124.5	400	3140	121.5	400	2956	116.5	400
02.00	3035	124.5	400	3000	119.5	400	2860	116.5	400
03.00	3035	123.5	400	3000	119.5	400	2860	116.5	400
04.00	3085	123.5	400	3000	119.5	400	2869	116.5	400
05.00	3290	123.5	400	3110	117.5	400	2896	116.5	400
06.00	2845	123.5	400	2712	117.5	400	2640	116.5	400
07.00	2790	123.5	400	2682	107.5	400	2450	116.5	400
08.00	3220	124.5	400	3020	92.5	400	2520	101.5	400
09.00	3275	113.5	400	3105	89.5	400	2620	66.5	400
10.00	3275	109.5	400	3105	99.5	400	2620	66.5	400
11.00	3275	129.5	400	3105	109.5	400	2620	76.5	400
12.00	3195	132.5	400	3025	109.5	400	2570	79.5	400
13.00	3210	132.5	400	2890	114.5	400	2570	79.5	400
14.00	3260	109.5	400	2849	99.5	400	2545	79.5	400
15.00	3357	139.5	400	2806	99.5	400	2587	79.5	400
16.00	3447	139.5	400	2804	99.5	400	2587	74.5	400
17.00	3525	139.5	400	2714	109.5	400	2790	79.5	400
18.00	3650	137.5	400	3700	108.5	400	3685	84.5	400
19.00	3820	137	400	3700	104.5	400	3685	130.5	400
20.00	3770	137	400	3685	104.5	400	3685	129.5	400
21.00	3540	137	400	3330	119.5	400	3370	113.5	400
22.00	3360	111.5	400	3120	119.5	400	3320	110.5	400
23.00	3345	111.5	400	3095	109.5	400	3195	109.5	400
24.00	3205	126.5	400	3080	117.5	400	3050	109.5	400

Sumber : Data beban harian unit termal PT. PJB Jl. Ketintang Baru No. 11 Surabaya 6023

3.6. Data Validasi Program

Pada jurnal yang digunakan sebagai acuan tidak terdapat data yang cukup memadai untuk dapat digunakan memvalidasi program. Maka untuk melakukan validasi program, diambil data sebenarnya dari PT. Pembangkitan Jawa – Bali yang meliputi pembangkit termal dan pembangkit hidro yang nantinya dibandingkan dengan perhitungan dengan Metode Algoritma Genetika menggunakan program komputer.

Program ini dipilih karena dapat menyelesaikan optimasi Hidro – termal dengan optimal. Data pada PT. Pembangkitan Jawa - Bali diberikan data unit termal, data biaya unit termal, data hidro dan data pembebanan seperti tampak pada table 3 – 14, 3 – 15, 3 – 16, dan 3 – 17 lalu Load Dispatch dari program EP (table 3 – 18) akan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari metode Algoritma Genetika.

Tabel 3 – 10
Data Pembangkit Termal

No	Nama Pembangkit	Bahan Bakar	Kapasitas (MW)		Lama Waktu (Jam)			
			Min	Max	MUT	MDT	Cold Start	Hot Start
1	PLTU Paiton 1	Coal	225	370	72	48	17	4
2	PLTU Paiton 2	Coal	225	370	72	48	17	4
6	PLTGU Gresik CC 3.3.1	Gas	250	480	36	10	3	2
10	PLTGU Gresik CC 3.3.1	Gas	250	480	36	10	3	2
14	PLTGU Gresik CC 3.3.1	Gas	250	480	36	10	3	2
15	PLTU Gresik 1	Gas	43	85	48	10	9	1
16	PLTU Gresik 2	Gas	43	85	48	10	9	1
17	PLTU Gresik 3	Gas	90	175	48	10	9	2
18	PLTU Gresik 4	Gas	90	175	48	10	9	2
27	PLTGU M. Karang CC 3.3.1	Gas	300	465	36	10	3	2
33	PLTGU M. Tawar CC 3.3.1	HSD	315	605	36	10	3	2
34	PLTU M.Karang 1	MFO	44	85	48	10	6	1
35	PLTU M.Karang 2	MFO	44	85	48	10	6	1
36	PLTU M.Karang 3	MFO	44	85	48	10	6	1
37	PLTU M.Karang 4	Gas	90	165	48	10	11	2
38	PLTU M.Karang 5	Gas	90	165	48	10	11	2

Sumber : Data penawaran PT. PJB Jl. Ketintang Baru No. 11 Surabaya 6023

Tabel 3 – 10
Data Biaya Pembangkit Termal

No	Nama Pembangkit	Biaya Start – Up (Juta Rp)		Koefisien Biaya Bahan Bakar		
		Cold Start-Up	Hot Start-Up	A	B	C
1	PLTU Paiton 1	682.98	149.68	3244978	111712.15	10.2971
2	PLTU Paiton 2	682.98	149.68	3244978	111712.15	10.2971
6	PLTGU Gresik CC 3.3.1	73.32	47.1	17177460.3	145165.581	4.554
10	PLTGU Gresik CC 3.3.2	73.32	47.1	17177460.3	145165.581	4.554
14	PLTGU Gresik CC 3.3.3	73.32	47.1	17177460.3	145165.581	4.554
15	PLTU Gresik 1	143.74	40.59	1327126.68	217378.359	132.066
16	PLTU Gresik 2	143.74	40.59	1327126.68	217378.359	132.066
17	PLTU Gresik 3	229.5	92.52	5017369.5	169242.579	193.545
18	PLTU Gresik 4	229.5	92.52	5017369.5	169242.579	193.545
27	PLTGU M. Karang CC 3.3.1	68.92	44.27	31017735	87825.15	57.33
33	PLTGU M. Tawar CC 3.3.1	160.1	96.42	43043399	288609.995	7.658
34	PLTGU M. Karang 1	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.779
35	PLTGU M. Karang 2	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.779
36	PLTGU M. Karang 3	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.779
37	PLTGU M. Karang 4	215.34	89.29	2949187.5	205217.145	83.73
38	PLTGU M. Karang 5	215.34	89.29	2949187.5	205217.145	83.73

Sumber : Data penawaran PT. PJB Jl. Ketintang Baru No. 11 Surabaya 6023

Tabel 3 – 11
Data Pembangkit Hidro

No	Nama	Elevasi minimum (m)	Elevasi maksimum (m)	Q out maksimum (m ³ / dt)
1	Sutami	246	272.5	150.15
2	Wlingi	162	164	304
3	Lodoyo	125	136	94.7

Sumber : Data unit Hidro PLTA Brantas

BAB IV

ANALISA DATA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA – BALI

4.1. Program komputer Metode Algoritma Genetika

Untuk pemecahan masalah peramalan energi pada PT. Pembangkitan Jawa – Bali digunakan bantuan program komputer. Program komputer ini sangat berguna untuk mempercepat proses perhitungan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan sering melibatkan iterasi yang memerlukan waktu yang lama bila dikerjakan secara manual.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman **Borland Delphi** versi 7, yang merupakan bahasa pemrograman terstruktur yang relatif mudah untuk dipelajari dan mudah penggunaannya.

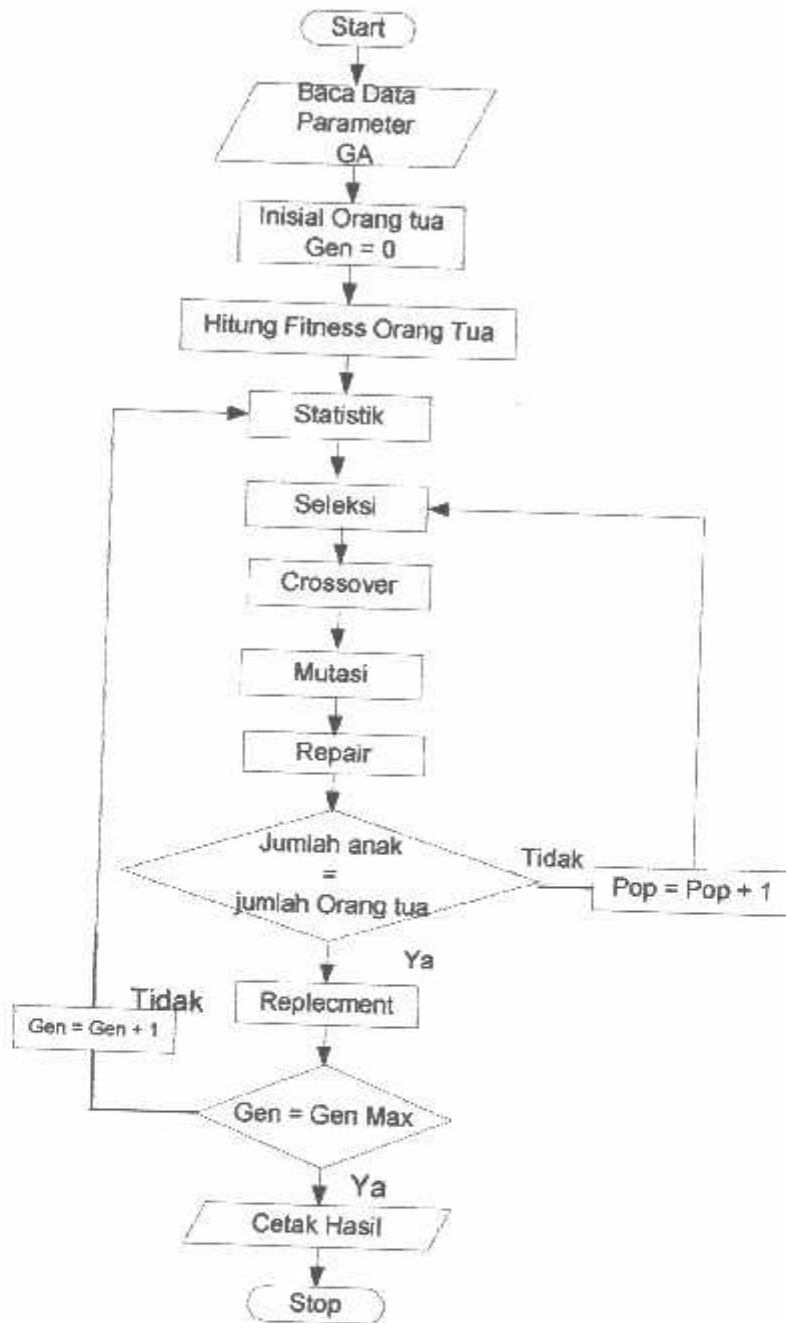
4.2. Algoritma Program untuk Metode Algoritma Genetika

1. Mulai
2. Memasukan data parameter unit pembangkit termal dan hidro serta pembebanan harian untuk periode waktu 24 jam.

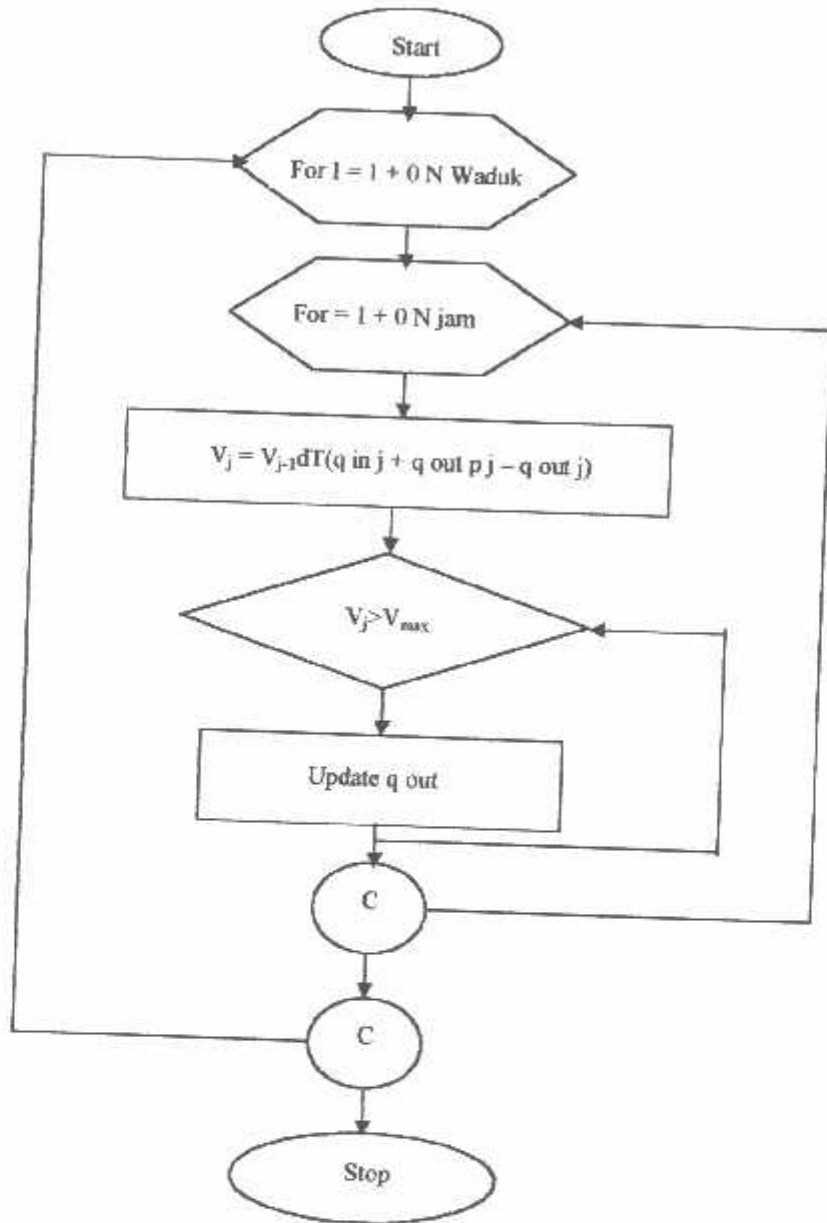
Data tiap-tiap unit pembangkit termal yang diperlukan adalah jumlah unit pembangkit, daya maksimum, daya minimum, konstanta persamaan biaya bahan bakar, harga bahan bakar, dan untuk pembangkit hidro adalah elevasi minimum, elevasi maksimum, outflow maksimum, konstanta daya, persamaan fungsi elevasi terhadap volume waduk dan inflow tiap waduk.

3. Memasukkan parameter Algoritma Genetika yang meliputi jumlah generasi, jumlah populasi, panjang kromosom, jumlah parameter, maksimum generasi, probabilitas flip, konstanta M , probabilitas crossover, probabilitas mutasi.
4. Menentukan waktu awal yaitu $jam = 01.00$.
5. Tetapkan Generasi = 0 dan Populasi = 0
6. Menghitung nilai fitness dari kromosom tiap – tiap individu
7. Melakukan proses Statistik
8. Melakukan proses Seleksi
9. Melakukan proses Crossover
10. Melakukan proses mutasi
11. Proses no. 8, 9, 10 diulang sampai menghasilkan keturunan (offspring) sama dengan jumlah populasi.
12. Melakukan fitness keturunan
13. Melakukan proses Statistik
14. Apakah generasi yang diinginkan sudah terpenuhi (max generasi)
15. Jika “tidak” maka $gen = gen + 1$, kembali ke langkah 8.
16. Jika “ya” maka perhitungan GA selesai.
17. Selesai.

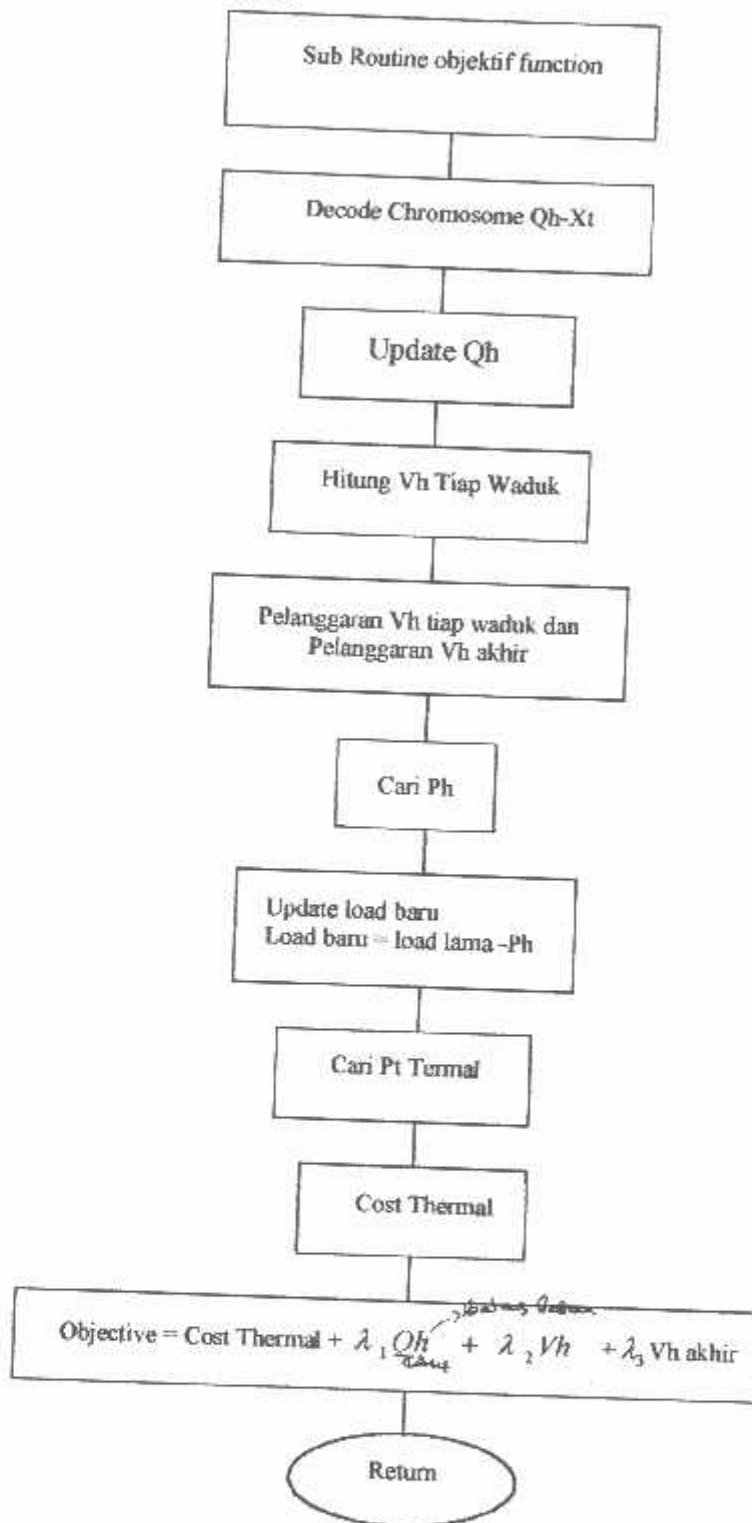
4.3. Flowchart program Algoritma Genetika



4.4. Flowchart Repair



4.5. Flowchart Fitness



4.6. Hasil Validasi Program

Untuk melakukan komputasi program optimalisasi perencanaan energi dilakukan dengan metode *Genetic Algorithm* dan data dari PT. Pembangkitan Jawa – Bali sebagai bahan pembandingan :

Jam	Biaya Program	Biaya PLN	Sali
1	611.201.304	713.574.490	101
2	562.264.057	672.677.732	110
3	574.634.053	672.677.732	98,0
4	568.189.417	680.061.246	111
5	621.419.897	742.714.951	121
6	542.865.228	658.565.674	115
7	529.649.774	632.679.934	103
8	609.090.970	735.165.933	126
9	622.486.437	745.679.720	123
10	623.952.522	745.679.720	121
11	627.612.221	745.679.720	118
12	603.020.123	732.697.257	129
13	613.944.714	737.220.072	123
14	622.603.521	744.603.586	122
15	648.506.245	794.461.435	145

Total Biaya Program
 15,324,474,223

Total Biaya PLN
 17,908,703,903

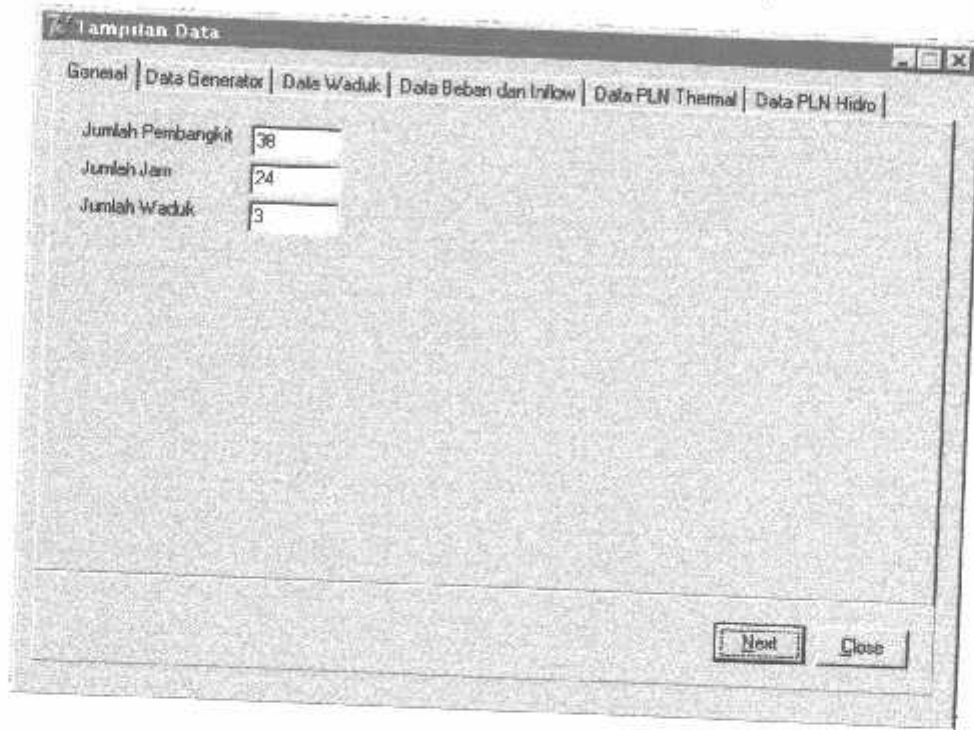
Selisih Biaya
 2,584,229,680

Gambar 4 – 1
Tampilan hasil Perbandingan

Dilihat dari hasil perbandingan, maka dapat diketahui bahwa hasil perhitungan memakai metode Algoritma Genetika memiliki keunggulan dari data yang dimiliki oleh PT. Pembangkitan Jawa – Bali. Hal itu dapat dilihat bahwa dengan memakai metode Genetic Algorithm biaya operasional tiap jam yang dikeluarkan oleh PT. Pembangkitan Jawa – Bali menjadi lebih rendah.

Keunggulan metode Genetic Algorithm dibandingkan dengan data operasional PT. Pembangkitan Jawa – Bali.

1. Tekan tombol General data untuk memasukkan data, jumlah pembangkit, dan jumlah jam untuk eksekusi perhitungan ekonomi dispatch.



Gambar 4 – 2
Menu Tampilan Data Pada Data Utama

2. Tekan tombol unit Thermal, masukkan data penawaran pembangkit yang beroperasi, P_{Max} , P_{Min} , Konstanta a_0 , a_1 , a_2 , *Minimum Up – Down time*, *Hot start – up*, *Cold start – up* dan *time cold start* seperti data pada program.

Gen	Nama	Pmax	Pmin	a0	a1	a2	T up
14	PLTGU Gresik SI 1.0	490	250	17177460.3	145165.591	4.554	36
15	PLTU Gresik 1	85	43	1327126.7	217378.4	132.066	48
16	PLTU Gresik 2	85	43	1327126.7	217378.4	132.066	48
17	PLTU Gresik 3	175	90	5017369.5	169242.6	193.545	48
18	PLTU Gresik 4	175	90	5017369.5	169242.6	193.545	48
19	PLTG Gresik 1	16	5	352707.3	350680.8	903.969	3
20	PLTG Gresik 2	16	5	352707.3	350680.8	903.969	3
21	PLTG Gresik 3	16	5	352707.3	350680.8	903.969	3
22	PLTG Gilitmur 1	16	5	687181.85	683241	1762.3893	3
23	PLTG Gilitmur 2	16	5	687181.85	683241	1762.3893	3
24	PLTGU M. Karang GT 1.1	95	50	5730795	202053	108.045	36
25	PLTGU M. Karang GT 1.2	95	50	5730795	202053	108.045	36
26	PLTGU M. Karang GT 1.3	95	50	5730795	202053	108.045	36
27	PLTGU M. Karang ST 1.0	465	300	31017735	87825.15	57.33	36

Gambar 4 – 3
Tampilan Data Pada Data Pembangkitan Termal

3. Tekan Tombol Data Waduk, masukkan data Elevasi minimum, Elevasi maksimum, Konstanta Daya, Q out maksimum, h 0 sampai h 5

No	Nama	ElevasiMin	ElevasiMax	QoutMax	h5	h
1	Sutomi	246	272.5	150.15	0.65672749569	-1
2	Wlingi	162	164	304	0.467170166834	-1
3	Lodayo	125	136	94.7	-2.78335	1

Gambar 4 - 4
Tampilan Data Waduk

4. Tekan Data Pembebanan, masukkan nilai pembebanan dan *spinning reserve* serta data inflow pada unit hidro

The screenshot shows a software window titled 'Tampilan Data' with several tabs: 'General', 'Data Generator', 'Data Waduk', 'Data Beban dan Inflow', 'Data PLN Thermal', and 'Data PLN Hidro'. The 'Data Beban dan Inflow' tab is active, displaying two tables side-by-side.

Data Beban			Data Inflow Waduk			
	Load	Res	Jam	Sutani	Wlingi	Lodoyo
1	3200	400	1	140.39	140.39	218
2	3200	400	2	157.56	140.39	275
3	3200	400	3	164.45	135.34	263
4	3200	400	4	156.06	144.43	272.7
5	3565	400	5	147.79	0	283.81
6	3065	400	6	133.44	0	281
7	2940	400	7	132.34	0	0
8	3475	400	8	129.47	0	0
9	3530	400	9	132.88	0	0
10	3530	400	10	131.46	0	0
11	3530	400	11	131.01	0	0
12	3440	400	12	133.46	0	0
13	3465	400	13	133.81	0	0

Untuk mendapatkan nilai Q in Wlingi dan Lodoyo tekan Q out

The screenshot shows a software window titled 'Hasil Program' with several tabs: 'Param GA', 'Status Gen', 'Data Gen', 'Summary', 'Grafik Biaya', 'Hasil GA', 'Grafik Qout', 'Grafik Elevasi', and 'Qoutflow'. The 'Qoutflow' tab is active, displaying a table with 15 rows of data.

No	Qout1 (m ³ /dt)	Qout2 (m ³ /dt)	Qout3 (m ³ /dt)
1	150.15	155.09	94.70
2	150.15	236.29	94.70
3	49.02	156.12	94.70
4	110.98	160.17	94.70
5	148.55	160.29	94.70
6	142.41	243.04	94.70
7	148.45	0.00	94.70
8	150.15	4.41	94.70
9	83.70	206.51	45.51
10	119.80	5.22	67.62
11	75.77	79.96	94.70
12	144.10	77.38	29.69
13	81.51	66.95	95.49
14	69.21	159.17	94.70
15	105.82	19.24	66.99

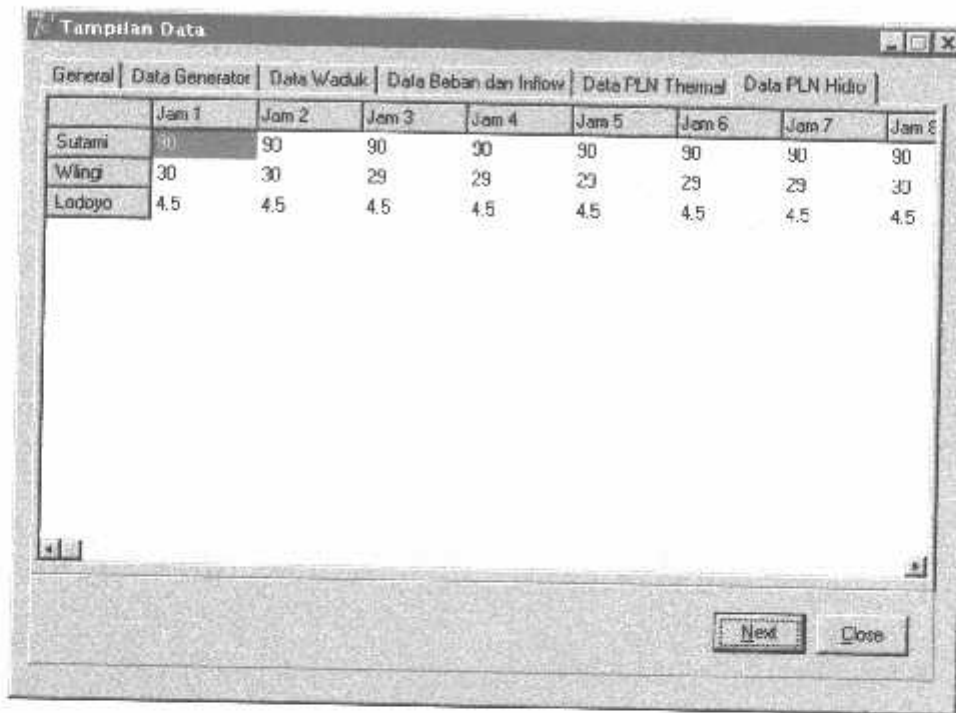
Gambar 4 – 5
Tampilan Data Pembebanan dan data inflow

5. Masukkan data Daya tiap jam dan tiap unit pembangkit yang beroperasi, seperti dengan menekan tombol Data Generator

Generik	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7	Jam 8
Gen 1	370	370	370	370	370	325	325	370
Gen 2	370	370	370	370	370	325	325	370
Gen 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 6	300	300	300	300	300	250	250	300
Gen 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 9	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 10	300	250	250	300	350	250	250	250
Gen 11	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 12	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 13	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 14	300	250	250	250	300	250	250	275

Gambar 4 – 6
Tampilan Data Daya tiap jam pada Unit termal

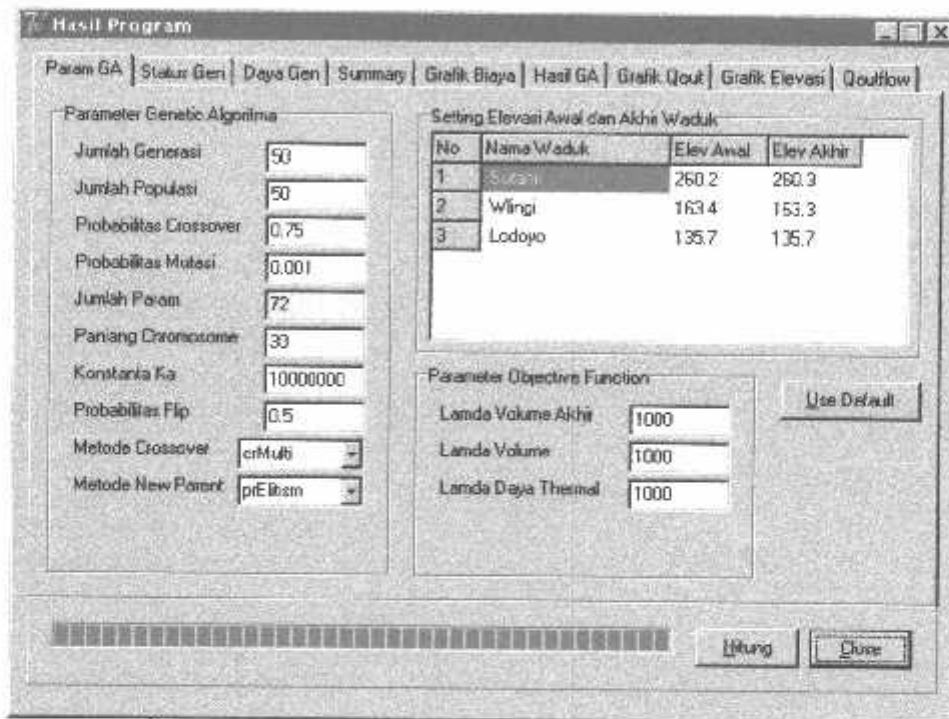
6. Masukkan Data Daya hidro yang dihasilkan data pembanding dengan menekan tombol Data PLN Hidro



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7	Jam 8
Sutami	90	90	90	90	90	90	90	90
Wangi	30	30	29	29	29	29	29	30
Lodayo	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Gambar 4 – 7
Data Daya Hidro yang dihasilkan oleh PLN Hidro

7. Tekan GA untuk memulai proses load dispatch, sebelum itu masukkan parameternya.



Gambar 4 -8
Tampilan Data Parameter *Genetic Algorithm*

8. Tekan “Daya Gen” untuk melihat besar optimasi Daya

Param GA	Status Gen	Daya Gen	Summary	Grafik Biaya	Hasil GA	Grafik Qout	Grafik Elevasi	Qoutflow		
		Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7	Jam 8	Jam 9
Ther 27		465	465	465	465	465	465	465	465	465
Ther 28		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 29		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 30		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 31		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 32		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 33		194	162	162	162	202	162	162	202	202
Ther 34		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 35		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 36		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ther 37		90	90	90	90	90	90	90	90	90
Ther 38		90	90	90	90	90	90	90	90	90
Hidr 1		0.00	104.70	34.74	77.38	103.58	99.30	103.52	40.63	58.37
Hidr 2		25.66	38.88	25.68	26.34	26.45	39.97	0.00	0.73	33.97
Hidr 3		4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	2.16

Gambar 4 – 9
Tampilan Daya Generator, tiap Pembangkit Termal + Hidro pada Tiap Jam

9. Tekan Summary untuk melihat perbandingan biaya pada GA dan biaya pada PLN (Rp.2,584,299,680).

Jam	Biaya Program	Biaya PLN	Selisih
1	532,830,204	713,574,490	101
2	562,264,057	672,677,732	110
3	574,634,053	672,677,732	98,0
4	568,189,417	680,061,246	111
5	621,419,897	742,714,951	121
6	542,665,228	658,566,674	115
7	529,649,774	632,679,934	103
8	609,090,970	735,165,303	126
9	622,486,497	745,679,720	123
10	623,952,522	745,679,720	121
11	627,612,221	745,679,720	118
12	603,020,123	732,697,297	129
13	613,944,714	737,220,072	123
14	622,603,521	744,603,586	122
15	648,506,245	734,461,435	145

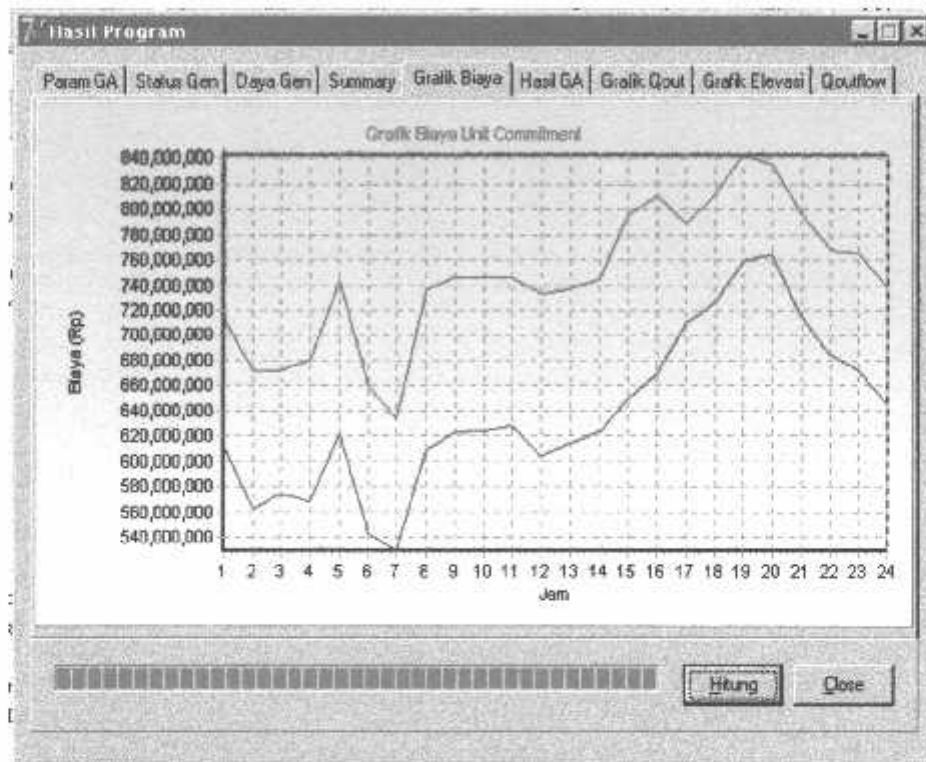
Total Biaya Program
 15,324,474,223

Total Biaya PLN
 17,908,703,903

Selisih Biaya
 2,584,229,680

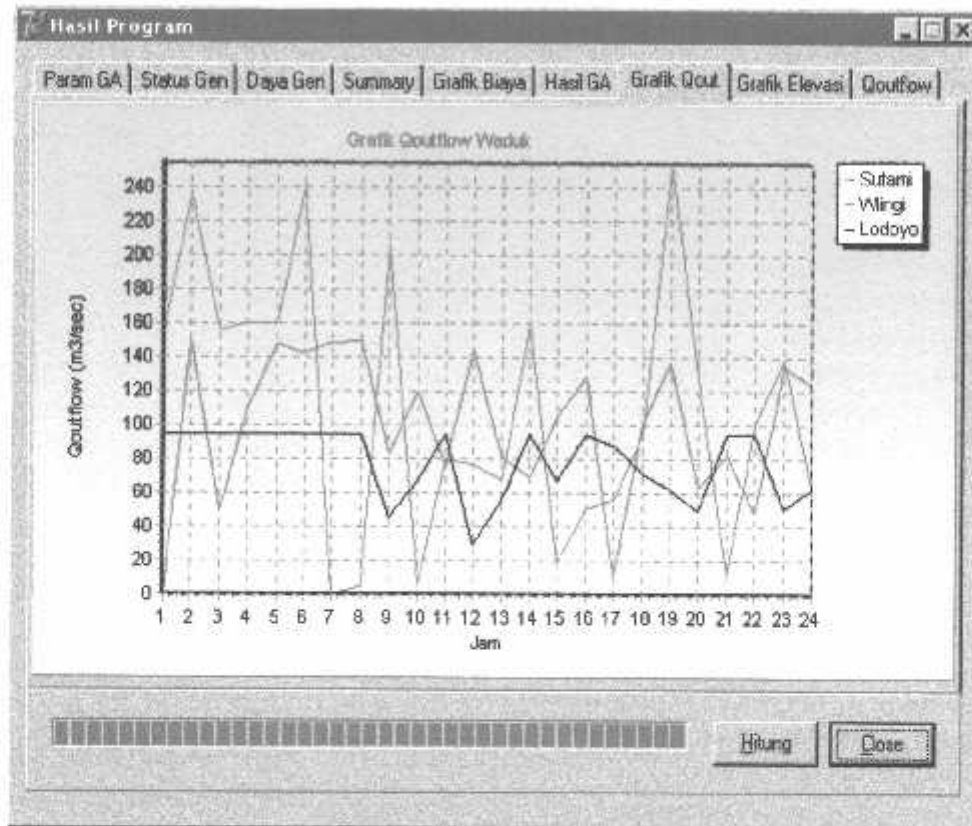
Gambar 4 – 10
Tampilan Data Hasil Perbandingan

10. Kemudian Tekan Grafik Biaya.



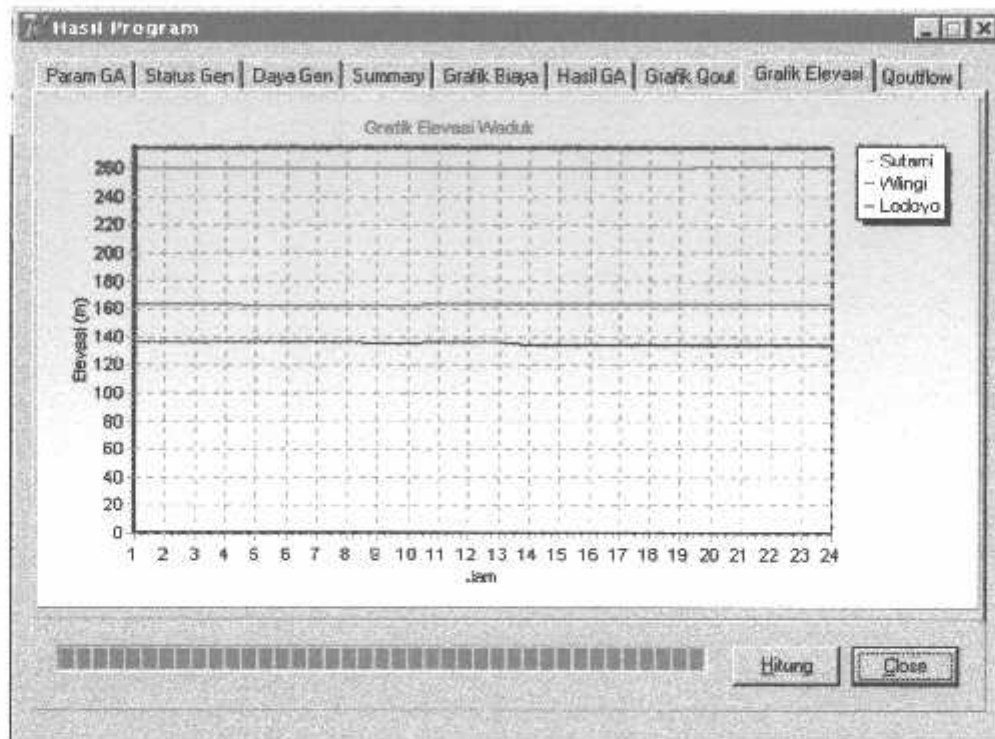
Gambar 4 – 11
Tampilan Grafik Biaya Unit Commitment

11. Tekan Grafik Q out untuk melihat outflow pada unit hidro.



Gambar 4 – 12
Tampilan Grafik Q out.

12. Tekan Grafik Elevasi untuk melihat elevasi pada waduk selama periode tersebut

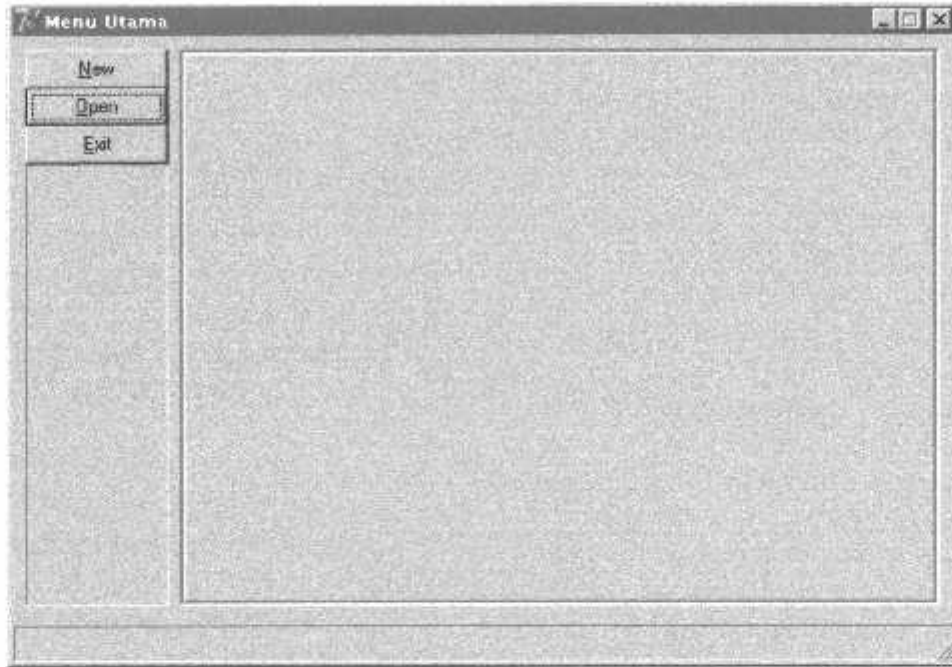


Gambar 4 – 13
Tampilan Grafik Elevasi

4.7. Tampilan Program

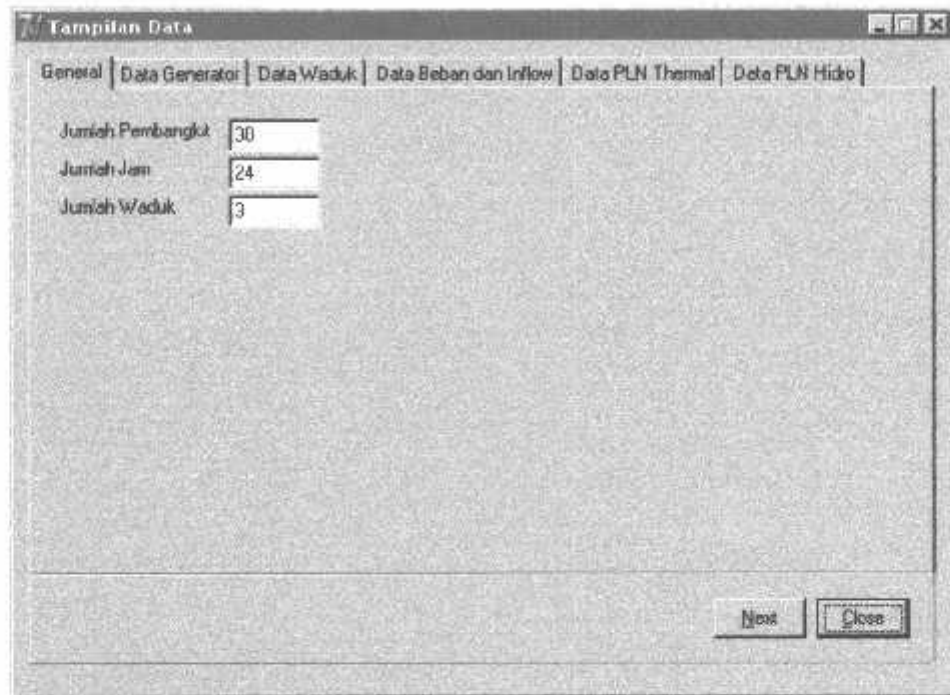
Program ini menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi, kemudian dieksekusi menggunakan computer

1. Tampilan utama dari program



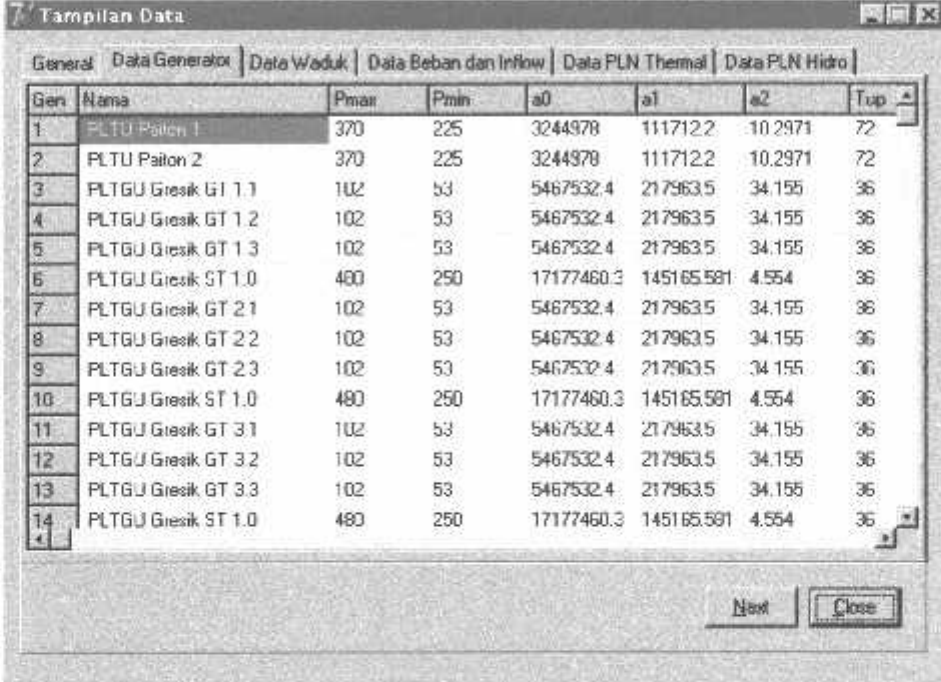
Gambar 4 – 14
Tampilan Program Utama

2. Tekan tombol *General data* untuk memasukkan data, jumlah pembangkitan, dan jumlah jam untuk perhitungan komitmen unit.



Gambar 4 – 15
Menu Tampilan Data Pada Data Utama

3. Tekan tombol data unit thermal, masukkan data penawaran pembangkitan yang beroperasi, P_{max} , P_{min} , Konstanta biaya, a_0 , a_1 , a_2 , *Minimum Up-Down time, Hot start-up, Cold start-up, dan initial state.*



Gen	Nama	Pmax	Pmin	a0	a1	a2	Tup
1	PLTU Paiton 1	370	225	3244978	111712.2	10.2971	72
2	PLTU Paiton 2	370	225	3244978	111712.2	10.2971	72
3	PLTGU Gresik G1 1.1	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
4	PLTGU Gresik GT 1.2	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
5	PLTGU Gresik GT 1.3	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
6	PLTGU Gresik ST 1.0	480	250	17177460.3	145165.581	4.554	36
7	PLTGU Gresik GT 2.1	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
8	PLTGU Gresik GT 2.2	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
9	PLTGU Gresik GT 2.3	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
10	PLTGU Gresik ST 1.0	480	250	17177460.3	145165.581	4.554	36
11	PLTGU Gresik GT 3.1	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
12	PLTGU Gresik GT 3.2	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
13	PLTGU Gresik GT 3.3	102	53	5467532.4	217963.5	34.155	36
14	PLTGU Gresik ST 1.0	480	250	17177460.3	145165.581	4.554	36

Gambar 4 – 16
Tampilan Data Pada Data Pembangkitan Termal

4. Masukkan data inflow dengan menekan tombol data beban dan inflow

The screenshot shows the 'Tampilan Data' window with the 'Data Beban dan Inflow' tab selected. It contains two tables: 'Data Beban' and 'Data Inflow Waduk'.

Data Beban		
No	Load	Res
1	3111	400
2	3200	400
3	3200	400
4	3200	400
5	3065	400
6	3065	400
7	2940	400
8	3475	400
9	3530	400
10	3530	400
11	3530	400
12	3440	400
13	3465	400

Data Inflow Waduk			
Jam	Sutami	Wingi	Lodoyo
1	157.56	140.39	213
2	157.56	140.39	270
3	164.45	135.34	263
4	156.06	144.43	272.7
5	147.79	0	283.61
6	133.44	0	291
7	132.34	0	0
8	129.47	0	0
9	132.88	0	0
10	131.46	0	0
11	131.01	0	0
12	133.46	0	0
13	132.81	0	0

- Untuk mendapatkan nilai Q_{in} Wingi dan Lodoyo tekan Q_{out}

The screenshot shows the 'Hasil Program' window with a table of flow data. The table has columns for 'No', 'Qout1 (m³/d3)', 'Qout2 (m³/d3)', and 'Qout3 (m³/d3)'. The 'Qout1' column is highlighted.

No	Qout1 (m ³ /d3)	Qout2 (m ³ /d3)	Qout3 (m ³ /d3)
1	0.00	87.50	44.97
2	31.08	8.91	27.80
3	22.91	257.28	5.12
4	47.25	239.07	10.73
5	42.70	90.80	4.66
6	51.76	772.47	48.60
7	11.20	106.52	42.26
8	0.00	212.51	5.82
9	148.99	42.79	29.99
10	0.21	51.76	30.14
11	67.26	4.84	30.40
12	97.64	0.00	14.21
13	24.69	0.00	15.23
14	0.00	0.21	30.95
15	20.50	6.14	2.01

Gambar 4 - 17
Tampilan Data Inflow dan Outflow

7. Tekan Summary Hasil

Jari	Biaya Program	Biaya PLN	Self
1	638,887,65	691.638,642	9,74
2	646,749,440	650,798,164	4,04
3	639,111,658	650,798,164	11,6
4	636,852,857	650,798,164	14,5
5	667,050,132	671.406,787	4,3E
6	570,501,502	580,200,580	9,6E
7	572,203,758	573.930,257	1,72
8	642,619,886	651.574,541	8,7E
9	643,932,197	676.667,742	32,7
10	663,723,281	676.667,742	6,9E
11	658,973,939	676.667,742	17,6
12	635,567,075	652,700,100	17,1
13	613,920,028	610,941,757	-2,9
14	608,345,061	603,311,595	-5,0
15	595,540,517	593,737,356	1,8

Total Biaya Program
16,095,014,859

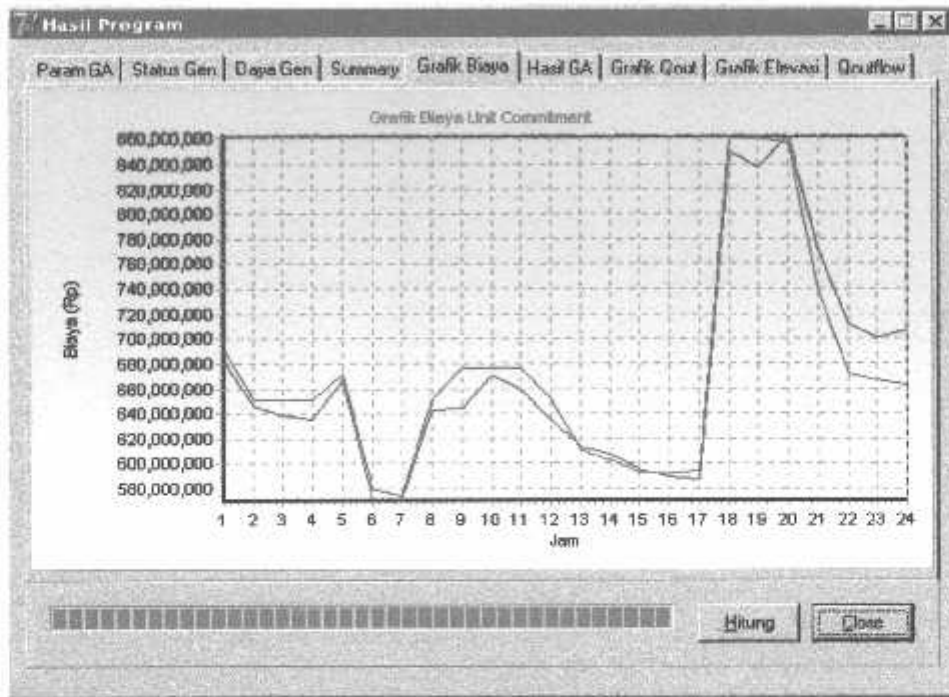
Total Biaya PLN
16,117,638,470

Selisih Biaya
22,683,620

Hitung Close

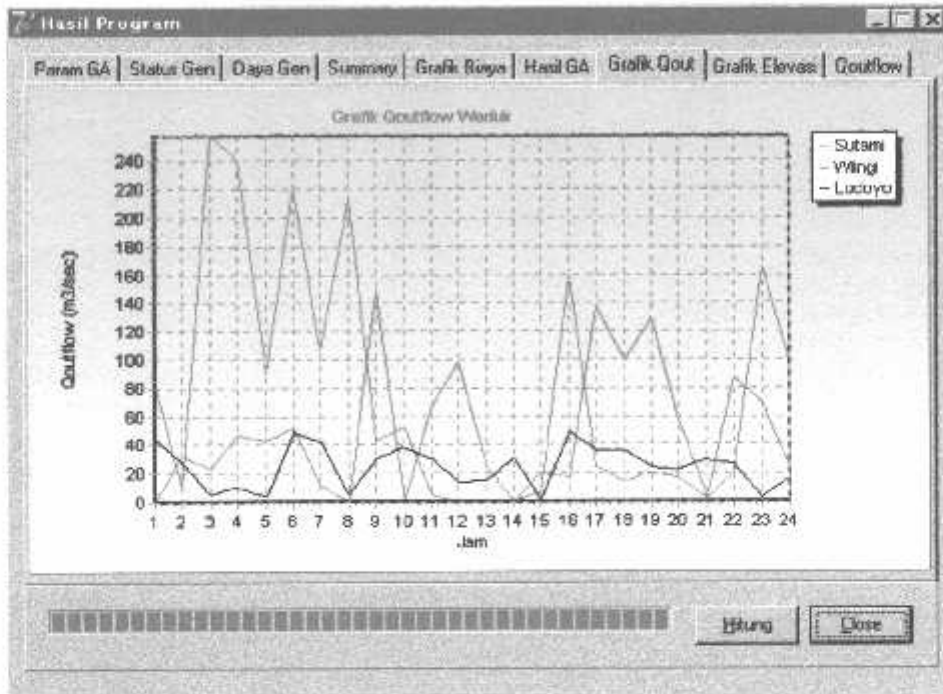
Gambar 4 – 20
Tampilan Summary

8. Kemudian Tekan Grafik Biaya



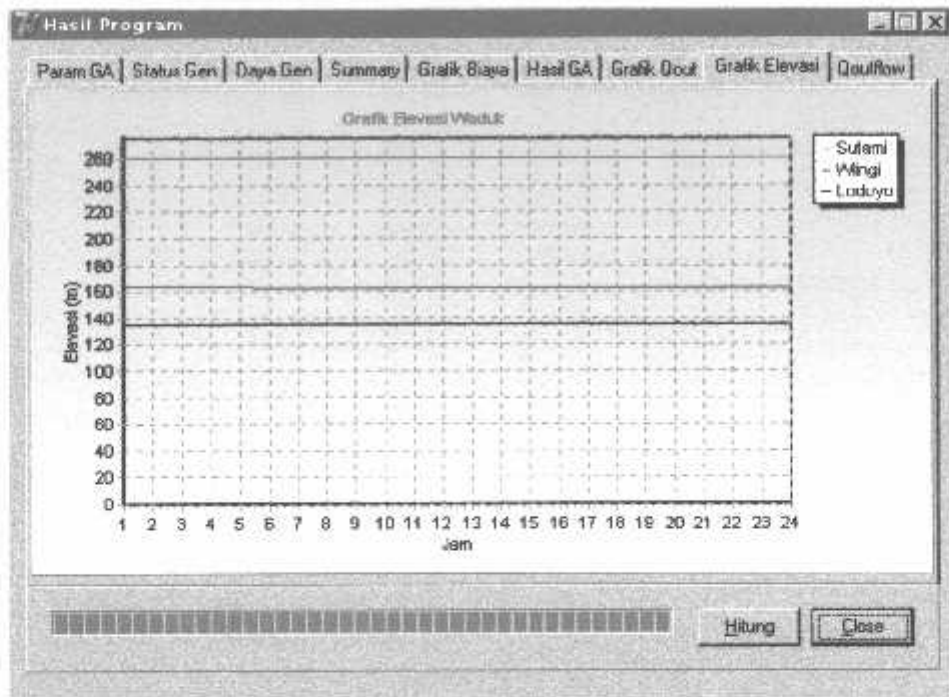
Gambar 4 – 21
Tampilan Grafik Biaya Unit Commitment

9. Tekan Grafik Qout



Gambar 4 – 22
Tampilan Grafik Qoutflow Waduk

10. Tekan Grafik Elevasi



Gambar 4 – 23
Tampilan Grafik Elevasi Waduk

4.8. Analisa Program dan Hasil Perhitungan

Program optimalisasi perencanaan operasi energi unit pembangkit hidrotermal pada sistem PT. Pembangkitan Jawa – Bali dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm*, terdiri dari beberapa tahap yang kesemuanya harus dilakukan secara berurutan:

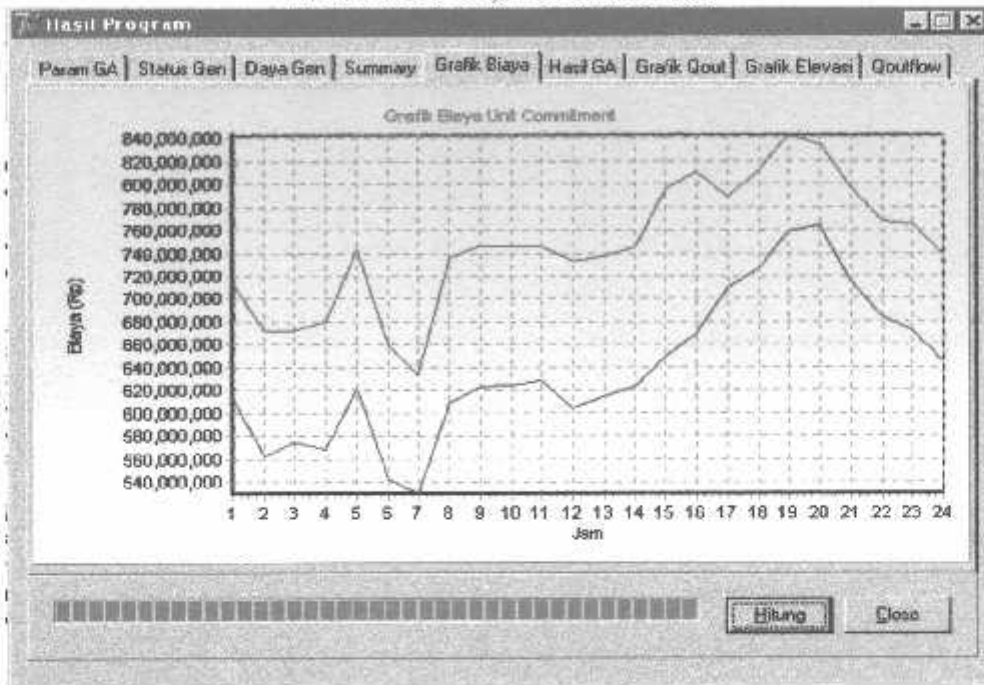
1. Tahap input data dengan inialisasi data karakteristik tiap unit dan beban tiap jam.
2. Melakukan pencarian nilai yang paling minimum dari kombinasi ketiga fungsi keanggotaan yang masing-masing untuk biaya beban sistem.
3. Dari hasil tahap diatas, dilakukan pencarian nilai yang paling maksimum. Kemudian dilakukan pencarian jejak kebelakang dari setiap tahap yang sudah dilakukan, sehingga didapat kombinasi unit-unit pembangkit yang paling optimal untuk melayani beban sistem.

Seluruh unit termal yang siap beroperasi dalam PT. Pembangkitan Jawa - Bali terdiri dari 38 unit pembangkit. Pola kombinasi unit 1 sampai 38 pada periode waktu 24 jam yaitu tanggal 4, 6, dan 7 Desember 2003, dapat dilihat pada table 4 – 2, 4 – 3, dan 4 – 4.

Tabel 4 – 1
Perbandingan Biaya Operasional Per Jam PT. PJB dan Metode *Genetic Algorithm*
Pada Hari Kamis, 4 Desember 2003.

Jam	Biaya Ga Program	Biaya PT. PJB
01.00	612,301,204	713,574,490
02.00	562,264,057	672,677,732
03.00	574,634,053	672,677,732
04.00	568,189,417	680,061,246
05.00	621,419,897	742,714,951
06.00	542,865,228	658,566,674
07.00	529,649,774	632,679,934
08.00	609,090,970	735,165,933
09.00	622,486,437	745,679,720
10.00	623,952,522	745,679,720
11.00	627,612,221	745,679,720
12.00	603,020,123	732,697,297
13.00	613,944,714	737,220,072
14.00	622,603,521	744,603,586
15.00	648,506,245	794,461,435
16.00	668,849,506	809,914,377
17.00	709,023,195	788,049,610
18.00	726,892,081	811,637,861
19.00	758,788,380	842,914,941
20.00	763,908,626	835,508,657
21.00	714,273,872	795,811,115
22.00	683,467,908	768,251,637
23.00	671,654,150	764,798,497
24.00	645,076,123	737,676,966

Grafik 4 – 24
 Kurva Biaya Operasional PT. PJB dan Metode *Genetic Algorithm*
 Pada Hari Kamis, 4 Desember 2003



Gambar 4 - 25
Tampilan hasil perbandingan biaya GA dengan Biaya pada PLN
pada Tanggal 4 Desember 2003

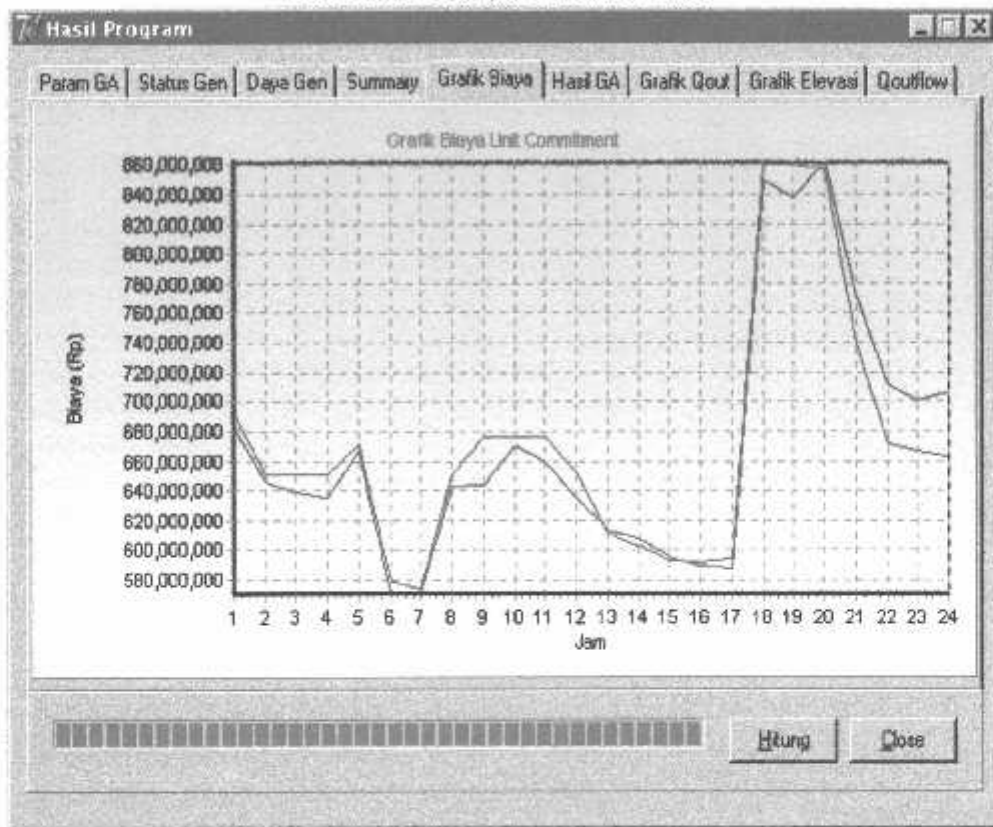
Hasil Program			
Param GA	Status Gen	Daya Gen	Summary
Jam	Biaya Program	Biaya PLN	Selisi
1	612,301,204	713,574,490	101
2	562,264,057	672,677,732	110
3	574,634,053	672,677,732	98,0
4	568,189,417	680,061,246	111
5	621,419,897	742,714,951	121
6	542,865,228	659,566,674	115
7	529,649,774	632,679,934	103
8	621,139,499	735,165,933	114
9	622,485,437	745,679,720	123
10	623,952,522	745,679,720	121
11	627,612,221	745,679,720	118
12	597,798,172	732,697,297	134
13	613,944,714	737,220,072	123
14	622,603,521	744,603,586	122
15	648,506,245	794,461,435	145
41			

Total Biaya Program	15,322,748,983
Total Biaya PLN	17,908,703,903
Selisi Biaya	2,585,954,920
Waktu Perhitungan	01:53:200
(jam : menit : detik : mdetik)	

Tabel 4 – 2
 Perbandingan Biaya Operasional Per Jam PT. PJB dan Metode *Genetic Algorithm*
 Pada Hari Sabtu, 6 Desember 2003.

Jam	Biaya Ga Program	Biaya PT. PJB
01.00	681,889,726	691,638,642
02.00	646,749,440	650,798,164
03.00	639,111,658	650,798,164
04.00	635,852,857	650,798,164
05.00	667,050,132	671,406,787
06.00	570,501,502	580,200,580
07.00	572,203,758	573,930,257
08.00	642,819,886	651,574,541
09.00	643,932,197	676,667,742
10.00	669,729,281	676,667,742
11.00	658,973,939	676,667,742
12.00	635,567,075	652,700,100
13.00	613,920,028	610,941,757
14.00	608,345,061	603,311,599
15.00	595,540,617	593,737,356
16.00	589,490,326	595,592,377
17.00	586,824,205	595,125,135
18.00	849,167,546	860,662,437
19.00	837,018,016	860,662,437
20.00	861,526,923	857,209,298
21.00	771,541,076	738,355,865
22.00	710,685,121	672,056,559
23.00	700,658,748	666,324,087
24.00	705,915,739	662,870,948

Grafik 4 – 26
 Kurva Biaya Operasional PT. PJB dan Metode *Genetic Algorithm*
 Pada Hari Sabtu, 6 Desember 2003



Gambar 4 - 27
Tampilan hasil perbandingan biaya GA dengan Biaya pada PLN
pada Tanggal 6 Desember 2003

Hasil Program			
Param GA	Status Gen	Daya Gen	Summary
Jam	Biaya Program	Biaya PLN	Selis
1	676.173.969	691.638.642	15,4
2	617.256.022	650.790.164	33,5
3	641.489.281	650.790.164	9,30
4	630.565.961	650.790.164	20,2
5	655.356.115	671.406.787	16,0
6	563.490.430	580.200.580	16,7
7	559.475.862	573.930.257	14,4
8	634.446.634	651.574.541	17,1
9	652.949.681	676.667.742	23,7
10	656.372.048	676.667.742	20,2
11	650.198.984	676.667.742	26,4
12	635.459.046	652.700.100	17,2
13	605.351.874	610.941.757	5,56
14	590.138.613	603.311.599	13,1
15	578.026.954	593.737.366	15,7

Total Biaya Program	16.065.773.464
Total Biaya PLN	16.117.698.478
Selis Biaya	51.925.015
Waktu Perhitungan	01:32:60
(jam : menit : detik : mdetik)	

Grafik 4 – 28
 Kurva Biaya Operasional P1. PJB dan Metode *Genetic Algorithm*
 Pada Hari Minggu, 7 Desember 2003



Gambar 4 - 29
Tampilan hasil perbandingan biaya GA dengan Biaya pada PLN
pada Tanggal 7 Desember 2003

Jam	Biaya Program	Biaya PLN	Selisih
1	637.312.726	634.728.535	36,8
2	569.002.069	600.829.874	31,8
3	561.112.528	600.829.874	39,7
4	559.852.310	596.839.869	36,5
5	572.811.091	606.563.839	33,7
6	497.952.935	557.453.338	59,5
7	464.833.755	525.667.561	60,8
8	476.304.704	533.945.121	57,8
9	484.191.028	556.392.614	72,1
10	507.831.892	556.392.614	48,5
11	498.800.627	556.392.614	57,5
12	482.149.246	540.757.826	58,8
13	494.438.998	540.757.826	46,3
14	492.455.864	535.436.448	43,1
15	498.972.590	576.794.931	77,8

Total Biaya Program: 14.186.758.018
 Total Biaya PLN: 15.093.495.316
 Selisih Biaya: 906.737.298
 Waktu Perhitungan: 0 1:45:410
 (jam : menit : detik : mdetik)

Bila dibuat perbandingan biaya untuk tiap jam (pada table 4 - 1, 4 - 2, dan 4 - 3), maka urutan biaya tidak selalu tetap. Ada kalanya biaya per jam *Genetic Algorithm* lebih besar dari biaya PT. Pembangkitan Jawa - Bali. Ada beberapa kemungkinan yang menyebabkan mahalanya biaya per jam dari *Genetic Algorithm* yaitu :

1. Kemungkinan terjadinya pelanggaran kendala-kendala oleh PT. Pembangkitan Jawa - Bali, misalnya saja kendala daya maksimum dan daya minimum
2. Konsekuensi penggunaan metode optimasi untuk selang waktu 24 jam bukan jam per jam

Biaya total setiap hari dibandingkan untuk kedua cara, yaitu pada PT. Pembangkitan Jawa _ Bali dan *Genetic Algorithm* dapat dilihat pada tabel 4 – 4 dibawah ini :

Tabel 4 – 4
Perbandingan total biaya PT. PJB dengan Metode GA

Periode Waktu (24 Jam)	Total Biaya Operasional GA (Rupiah)	Total Biaya Operasional PT. PJB (Rupiah)	Selisih	
			Rp	%
4 Desember 2003	15,324,474,223	17,908,703,903	2,584,229,680	2,5
6 Desember 2003	16,095,014,859	16,117,698,478	22,683,620	0,2
7 Desember 2003	14,186,292,480	15,093,495,316	907,202,836	0,9

Tabel 4 – 4 diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm* terdapat pengurangan biaya total dalam tiap periode 24 jam (1 hari) dari biaya total PT. Pembangkitan Jawa – Bali. Waktu yang diperlukan untuk komputasi dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm* pada tanggal 4 Desember 2003 ± 1.53.20 menit, Tanggal 6 Desember 2003 ± 1.32.60 menit, sedangkan pada tanggal 7 Desember 2003 ± 1.45.41menit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Marsudi, Djiteng, Ir., "Operasi Sistem Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta, 1990
 2. Arismunandar, Artono dan Kuwahara," Buku pegangan Teknik Tenaga Listrik", Jilid I- Pembangkitan dengan tenaga air, cet.&, PT. Pradnya Paramita
 3. Patricia Teixeira Leite, Adriano Alber de Franca mendes carneiro, member, IEEE, and Andre Carlos de Ponceleon Ferreira de Carvalho, "Energetic Operation Planning Using Genetic Algorithms" IEEE Trans. On Power Systems, vol.17, no.1, Februari 2002
 4. S. Soares, C.Lyra, and H. Tavares,"Optimal generation scheduling of Hydrothermal Power System", IEEE Trans. Apparatus and systems, vol. Pas-99,no.3, PP.1107-1115,Mar.1980
 5. Perusahaan Umum (PERUM) Jasa Tirta I, Pola operasi waduk di DPS kali Brantas 2003/2004
 6. KADIR, Abdul , " Energi: Sumberdaya,Inovasi,Tenaga Listrik, dan Potensi Ekonomi", Penerbit Universitas Indonesia
-

BAB V KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Dari analisa program dan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm* dapat diambil kesimpulan :

1. Debit air mempengaruhi besar daya yang dihasilkan, semakin besar debit maka daya yang dihasilkan akan tambah besar
2. Metode *genetic algorithm* mampu mengoptimasi debit air sehingga daya yang dihasilkan optimal dan dapat menekan biaya operasional seekonomis mungkin
3. Metode *genetic algorithm* melakukan penghematan biaya total operasional PT.PJB. Pada tanggal 4 desember 2003 selisih biaya total PT.PJB dengan metode ga sebesar Rp.2.584.229.680 terdapat penghematan 2.5%. Tanggal 6 desember 2003 selisih biaya total Rp.22.683.620 terdapat penghematan 0.2%, tanggal 7 desember 2003 selisih biaya total Rp.907.202.836 terdapat penghematan 0.9%

5.2 SARAN

Perlu adanya pendekatan dengan PT. Pembangkitan Jawa Bali untuk mendapatkan data unit pembangkit hidro dan termal lengkap untuk setiap unit. Pada skripsi ini digunakan data penawaran yang merupakan data yang diberikan kepada para penyedia bahan bakar (pasar) yang nantinya PT. Pembangkitan Jawa Bali tinggal memilih harga terendah. Jadi kemungkinan besar data biaya real dari bahan bakar yang digunakan akan sulit didapat, mengingat adanya perjanjian yang mengikat antara PT. PJB dengan produsen bahan bakar dilapangan bisa lebih murah dari data yang digunakan pada skripsi ini.

LAMPIRAN

Tabel Data
Q outflow waduk (m³/dt) Pada tanggal 4 Desember 2003

Jam	Outflow Sutami (m ³ /dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m ³ /dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m ³ /dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	217.21	90	156.5	30	49.71	4.5	124.5
2	157.56	90	156.5	30	49.71	4.5	124.5
3	164.45	90	156.5	29	49.71	4.5	123.5
4	156.06	90	151.75	29	49.71	4.5	123.5
5	147.79	90	149.00	29	47.34	4.5	123.5
6	133.44	90	149.00	29	49.71	4.5	123.5
7	132.34	90	151.75	29	47.34	4.5	123.5
8	129.47	90	151.75	30	47.34	4.5	124.5
9	132.88	90	112.62	19	47.34	4.5	113.5
10	131.46	90	98.25	15	49.71	4.5	109.5
11	131.01	90	167.37	35	49.71	4.5	129.5
12	133.46	90	200.74	38	49.71	4.5	132.5
13	133.81	90	206.00	38	49.71	4.5	132.5
14	118.17	90	112.03	15	49.71	4.5	109.5
15	132.93	90	194.19	45	49.71	4.5	139.5
16	148.73	90	236.00	45	52.08	4.5	139.5
17	131.55	90	231.5	45	49.71	4.5	139.5
18	146.49	90	228.93	43	49.71	4.5	137.5
19	188.22	91.5	211.04	41	49.71	4.5	137
20	190.87	91.5	203.53	41	49.71	4.5	137
21	201.99	91.5	178.85	41	49.71	4.5	137
22	174.94	87	154.56	20	49.71	4.5	111.5
23	161.18	87	155.99	20	49.71	4.5	111.5
24	146.96	87	150.84	35	49.71	4.5	126.5
Jumlah	3642.97	2155.5	4065.19	771	1185.93	108	3034.5

Tabel Data
 Q outflow waduk (m³/dt) pada tanggal 6 Desember 2003

Jam	outflow Sutami (m ³ /dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m ³ /dt)	Daya Wlingi (MW)	outflow Lodoyo (m ³ /dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	149.88	90	139.5	27	49.71	4.5	121.5
2	153.11	90	133.16	25	49.71	4.5	119.5
3	131.37	90	130.00	25	49.71	4.5	119.5
4	145.05	90	130.00	25	49.71	4.5	119.5
5	148.45	90	124.99	23	49.71	4.5	117.5
6	144.56	90	122.5	23	49.71	4.5	117.5
7	132.37	90	108.79	13	49.71	4.5	107.5
8	130.81	75	68.75	13	49.71	4.5	92.5
9	139.76	75	66.26	10	49.71	4.5	89.5
10	138.27	75	74.19	20	49.71	4.5	99.5
11	125.41	75	131.42	30	49.71	4.5	109.5
12	108.04	75	154.00	30	49.71	4.5	109.5
13	110.49	60	179.63	35	49.71	4.5	99.5
14	78.08	60	181.25	35	49.71	4.5	99.5
15	61.69	60	181.25	35	49.71	4.5	99.5
16	51.14	60	185.25	35	49.71	4.5	99.5
17	47.62	90	192.33	45	49.71	4.5	139.5
18	93.81	90	181.99	14	49.71	4.5	108.5
19	118.38	90	20.08	10	49.71	4.5	104.5
20	172.78	90	80.34	10	49.71	4.5	104.5
21	190.59	90	87.76	25	49.71	4.5	119.5
22	217.26	90	130.00	25	49.71	4.5	119.5
23	197.69	90	95.55	15	49.71	4.5	109.5
24	175.69	90	95.36	23	49.71	4.5	117.5
Jumlah	3162.3	1965	2994.35	571	1193.04	108	2644

Tabel Data
 Q outflow waduk (m³/dt) pada tanggal 7 Desember 2003

Jam	Outflow Sutami (m ³ /dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m ³ /dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m ³ /dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	217.21	90	122.5	22	49.71	4.5	116.5
2	157.56	90	122.5	22	49.71	4.5	116.5
3	164.45	90	124.5	22	49.71	4.5	116.5
4	156.06	90	120.75	22	49.71	4.5	116.5
5	147.79	90	117.5	22	49.71	4.5	116.5
6	133.44	90	117.5	22	49.71	4.5	116.5
7	132.34	90	117.5	22	49.71	4.5	116.5
8	129.47	75	87.75	22	49.71	4.5	101.5
9	132.88	75	98.93	22	49.71	4.5	101.5
10	131.46	75	63.6	22	49.71	4.5	101.5
11	131.01	75	87.98	35	49.71	4.5	114.5
12	133.46	75	169.98	35	49.71	4.5	114.5
13	133.81	60	185.98	35	49.71	4.5	99.5
14	118.17	60	185.98	35	49.71	4.5	99.5
15	132.93	60	108.13	30	49.71	4.5	94.5
16	148.73	60	162.76	35	49.71	4.5	99.5
17	131.55	90	158.06	45	49.71	4.5	139.5
18	146.49	90	210.06	40	49.71	4.5	134.5
19	188.22	90	202.33	39	49.71	4.5	133.5
20	190.87	90	195.38	38	49.71	4.5	132.5
21	201.99	90	188.26	34	49.71	4.5	128.5
22	174.94	90	163.79	31	49.71	4.5	125.5
23	161.18	90	154.75	30	49.71	4.5	124.5
24	146.96	90	153.5	30	49.71	4.5	124.5
Jumlah	3642.97	1965	3419.97	712	1193.04	108	2785

Tabel hasil
 Outflow waduk (m³/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 4 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 50

Jam	Q outflow Sutami (m ³ /dt)	Daya Sutami (MW)	Q outflow Wlingi (m ³ /dt)	Daya Wlingi (MW)	Q outflow Lodoyo (m ³ /dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	155.99	25.66	94.7	4.5	30.16
2	150.15	104.7	236.39	38.88	94.7	4.5	148.08
3	49.82	34.74	156.12	25.68	94.7	4.5	64.92
4	110.98	77.38	160.17	26.34	94.7	4.5	108.22
5	148.55	103.58	160.79	26.45	94.7	4.5	134.53
6	142.41	99.3	243.04	39.97	94.7	4.5	143.77
7	148.45	103.52	0	0	94.7	4.5	108.02
8	150.15	104.7	4.41	0.73	94.7	4.5	109.93
9	83.7	58.37	206.51	33.97	45.51	2.16	94.5
10	119.8	83.53	5.22	0.86	67.62	3.21	87.6
11	75.77	52.83	79.96	13.15	94.7	4.5	70.48
12	144.1	100.48	77.38	12.73	29.69	1.41	114.62
13	81.51	56.84	66.99	11.02	55.49	2.64	70.5
14	69.21	48.26	159.17	26.18	94.7	4.5	78.94
15	105.82	73.79	19.24	3.16	66.99	3.18	80.13
16	128.15	89.36	50.49	8.3	94.7	4.5	102.16
17	11.9	8.3	56.04	9.22	88.2	4.19	21.71
18	102.08	71.18	95.43	15.7	71.97	3.42	90.3
19	137.27	95.72	255.22	41.98	62.02	2.95	140.65
20	63.38	44.2	128.15	21.08	49.24	2.34	67.62
21	82.07	57.22	11.9	1.96	94.7	4.5	63.68
22	48.99	34.16	100.44	16.52	94.7	4.5	55.18
23	134.92	94.08	138.92	22.85	50.61	2.4	119.33
24	123.71	86.27	63.38	10.42	61.73	2.93	99.62
Jumlah	2412.89	1682.51	2631.35	432.81	1880.17	89.33	2204.65

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 4 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 51

Jam	Q outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Q outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Q outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	155.99	25.66	94.7	4.5	30.16
2	150.15	104.7	236.39	38.88	94.7	4.5	148.08
3	49.82	34.74	156.12	25.68	94.7	4.5	64.92
4	110.98	77.38	0	0	94.7	4.5	81.88
5	148.55	103.58	160.79	26.45	94.7	4.5	134.53
6	142.41	99.3	243.04	39.97	94.7	4.5	143.77
7	148.45	103.52	0	0	94.7	4.5	108.02
8	150.15	104.7	4.41	0.73	94.7	4.5	109.93
9	83.7	58.37	206.51	33.97	45.51	2.16	94.5
10	119.8	83.53	5.22	0.86	67.62	3.21	87.6
11	75.77	52.83	79.96	13.15	94.7	4.5	70.48
12	144.1	100.48	77.38	12.73	29.69	1.41	114.62
13	81.51	56.84	66.99	11.02	55.49	2.64	70.5
14	69.21	48.26	159.17	26.18	94.7	4.5	78.94
15	105.82	73.79	19.24	3.16	66.99	3.18	80.13
16	128.15	89.36	50.49	8.3	94.7	4.5	102.16
17	11.9	8.3	56.04	9.22	88.2	4.19	21.71
18	102.08	71.18	95.43	15.7	71.97	3.42	90.3
19	137.27	95.72	255.22	41.98	62.02	2.95	140.65
20	63.38	44.2	128.15	21.08	49.24	2.34	67.62
21	82.07	57.22	11.9	1.96	94.7	4.5	63.68
22	48.99	34.16	100.44	16.52	94.7	4.5	55.18
23	150.15	104.7	138.92	22.85	50.61	2.4	129.95
24	123.71	86.27	63.38	10.42	61.73	2.93	99.62
Jumlah	2428.12	1693.13	2471.18	406.47	1880.17	89.33	2188.93

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 4 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 52

Jam	Q outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Q outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Q outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	155.99	25.66	94.7	4.5	30.16
2	150.15	104.7	236.39	38.88	94.7	4.5	148.08
3	49.82	34.74	156.12	25.68	94.7	4.5	64.92
4	110.98	77.38	160.17	26.34	94.7	4.5	108.22
5	148.55	103.58	160.79	26.45	94.7	4.5	134.53
6	142.41	99.3	243.04	39.97	94.7	4.5	143.77
7	148.45	103.52	0	0	94.7	4.5	108.02
8	150.15	104.7	4.41	0.73	94.7	4.5	109.93
9	83.7	58.37	206.51	33.97	45.51	2.16	94.5
10	119.8	83.53	5.22	0.86	67.62	3.21	87.6
11	75.77	52.83	79.96	13.15	94.7	4.5	70.48
12	144.1	100.48	77.38	12.73	29.69	1.41	114.62
13	81.51	56.84	66.99	11.02	55.49	2.64	70.5
14	69.21	48.26	159.17	26.18	94.7	4.5	78.94
15	105.82	73.79	19.24	3.16	66.99	3.18	80.13
16	128.15	89.36	50.49	8.3	94.7	4.5	102.16
17	11.9	8.3	56.04	9.22	88.2	4.19	21.71
18	102.08	71.18	95.43	15.7	71.97	3.42	90.3
19	137.27	95.72	255.22	41.98	62.02	2.95	140.65
20	63.38	44.2	128.15	21.08	49.24	2.34	67.62
21	82.07	57.22	11.9	1.96	94.7	4.5	63.68
22	48.99	34.16	100.44	16.52	94.7	4.5	58.18
23	134.92	94.08	138.92	22.85	50.61	2.4	119.33
24	123.71	86.27	63.38	10.42	61.73	2.93	99.62
Jumlah	2412.89	1682.51	2631.35	432.81	1880.17	89.33	2204.65

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 4 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 53

Jam	Q outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Q outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Q outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	155.99	25.66	94.7	4.5	30.16
2	150.15	104.7	236.39	38.88	94.7	4.5	148.08
3	49.82	34.74	156.12	25.68	94.7	4.5	64.92
4	110.98	77.38	160.17	26.34	94.7	4.5	108.22
5	148.55	103.58	160.79	26.45	94.7	4.5	134.53
6	142.41	99.3	243.04	39.97	94.7	4.5	143.77
7	148.45	103.52	0	0	94.7	4.5	108.02
8	150.15	104.7	4.41	0.73	94.7	4.5	109.93
9	83.7	58.37	206.51	33.97	45.51	2.16	94.5
10	150.15	104.7	5.22	0.86	67.62	3.21	108.77
11	75.77	52.83	79.96	13.15	94.7	4.5	70.48
12	144.1	100.48	77.38	12.73	29.69	1.41	114.62
13	81.51	56.84	66.99	11.02	55.49	2.64	70.5
14	69.21	48.26	159.17	26.18	94.7	4.5	78.94
15	105.82	73.79	19.24	3.16	66.99	3.18	80.13
16	128.15	89.36	50.49	8.3	94.7	4.5	102.16
17	11.9	8.3	56.04	9.22	88.2	4.19	21.71
18	102.08	71.18	95.43	15.7	71.97	3.42	90.3
19	137.27	95.72	255.22	41.98	62.02	2.95	140.65
20	63.38	44.2	128.15	21.08	49.24	2.34	67.62
21	82.07	57.22	11.9	1.96	94.7	4.5	63.68
22	48.99	34.16	100.44	16.52	94.7	4.5	55.18
23	134.92	94.08	138.92	22.85	50.61	2.4	563.11
24	123.71	86.27	63.38	10.42	61.73	2.93	99.62
Jumlah	2389.1	1666	2780.5	457.3	1883.2	89.33	2225.82

Tabel hasil
 Outflow waduk (m³/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 4 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 54

Jam	Q outflow Sutami (m ³ /dt)	Daya Sutami (MW)	Q outflow Wlingi (m ³ /dt)	Daya Wlingi (MW)	Q outflow Lodoyo (m ³ /dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	155.99	25.66	94.7	4.5	30.16
2	150.15	104.7	236.39	38.88	94.7	4.5	148.08
3	49.82	34.74	156.12	25.68	94.7	4.5	64.92
4	110.98	77.38	160.17	26.34	94.7	4.5	108.22
5	148.55	103.58	160.79	26.45	94.7	4.5	134.53
6	142.41	99.3	243.04	39.97	94.7	4.5	143.77
7	148.45	103.52	0	0	94.7	4.5	108.02
8	150.15	104.7	4.41	0.73	94.7	4.5	109.93
9	83.7	58.37	206.51	33.97	45.51	2.16	94.5
10	119.8	83.53	5.22	0.86	67.62	3.21	87.6
11	75.77	52.83	79.96	13.15	94.7	4.5	70.48
12	144.1	100.48	77.38	12.73	29.69	1.41	114.62
13	81.51	56.84	66.99	11.02	55.49	2.64	70.5
14	69.21	48.26	159.17	26.18	94.7	4.5	78.94
15	105.82	73.79	19.24	3.16	66.99	3.18	80.13
16	128.15	89.36	50.49	8.3	94.7	4.5	102.16
17	11.9	8.3	56.04	9.22	88.2	4.19	21.71
18	102.08	71.18	0	0	71.97	3.42	74.6
19	137.27	95.72	255.22	41.98	62.02	2.95	140.65
20	63.38	44.2	128.15	21.08	49.24	2.34	67.62
21	82.07	57.22	11.9	1.96	94.7	4.5	63.68
22	48.99	34.16	100.44	16.32	94.7	4.5	55.18
23	134.92	94.08	138.92	22.85	50.61	2.4	119.33
24	123.71	86.27	63.38	10.42	61.73	2.93	99.62
Jumlah	2412.89	1682.51	2535.92	417.11	1880.17	89.33	2188.95

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 4 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 55

Jam	Q outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Q outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Q outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	0	0	94.7	4.5	4.5
2	150.15	104.7	236.39	38.88	94.7	4.5	148.08
3	49.82	34.74	156.12	25.68	94.7	4.5	64.92
4	110.98	77.38	160.17	26.34	94.7	4.5	108.22
5	148.55	103.58	160.79	26.45	94.7	4.5	134.53
6	142.41	99.3	243.04	39.97	94.7	4.5	143.77
7	148.45	103.52	0	0	94.7	4.5	108.02
8	150.15	104.7	4.41	0.73	94.7	4.5	109.93
9	83.7	58.37	206.51	33.97	45.51	2.16	94.5
10	119.8	83.53	5.22	0.86	67.62	3.21	87.6
11	75.77	52.83	79.96	13.15	94.7	4.5	70.48
12	144.1	100.48	77.38	12.73	0	0	113.21
13	81.51	56.84	66.99	11.02	55.49	2.64	70.5
14	69.21	48.26	159.17	26.18	94.7	4.5	78.94
15	105.82	73.79	19.24	3.16	66.99	3.18	80.13
16	128.15	89.36	50.49	8.3	94.7	4.5	102.16
17	11.9	8.3	56.04	9.22	88.2	4.19	21.71
18	102.08	71.18	95.43	15.7	71.97	3.42	90.3
19	137.27	95.72	255.22	41.98	62.02	2.95	140.65
20	63.38	44.2	128.15	21.08	49.24	2.34	67.62
21	82.07	57.22	11.9	1.96	94.7	4.5	63.68
22	150.15	104.7	100.44	16.52	94.7	4.5	125.72
23	134.92	94.08	138.92	22.85	50.61	2.4	119.33
24	123.71	86.27	63.38	10.42	61.73	2.93	99.62
Jumlah	2514.05	1753.05	2475.36	407.15	1850.48	87.92	2248.12

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 6 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 50

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	239.97	39.47	10.73	0.51	72.93
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	2.31	47.07
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	42.26	2.01	27.34
8	0	0	212.51	34.95	5.82	0.28	35.23
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.8	10.46
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.4	1.44	49.14
12	97.64	68.09	0	0	14.21	0.68	68.77
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	29.92	1.42	4
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	47.87	164.45	27.05	3.15	0.15	75.07
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1192.01	831.18	1848.04	303.95	594.89	30.34	1165.47

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 6 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 51

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	34.9	5.74	10.73	0.51	39.2
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	2.31	47.07
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	42.26	2.01	27.34
8	0	0	212.51	34.95	5.82	0.28	35.23
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.8	10.46
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.4	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	48.6	2.31	45.34
21	3.11	2.17	2.47	0.41	29.92	1.42	4
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	0	0	164.45	27.05	3.15	0.15	27.2
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1123.36	783.31	1658.05	272.7	621.52	31.61	1087.62

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 6 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 52

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	0	0	8.91	1.46	27.88	1.33	2.79
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	239.97	39.47	10.73	0.51	72.93
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	2.31	47.07
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	42.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	212.51	34.95	5.82	0.28	50.09
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.8	10.46
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.4	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	48.6	2.31	45.34
21	3.11	2.17	2.47	0.41	29.92	1.42	4
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	47.87	164.45	27.05	3.15	0.15	75.07
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1181.44	823.81	1863.12	306.43	621.52	31.61	1161.85

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 6 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 53

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	234.97	39.47	10.73	0.51	72.93
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	2.31	47.07
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	42.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	212.51	34.95	5.82	0.28	50.09
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0	0	51.76	8.51	38.14	1.8	10.31
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.4	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	0	0	2.01	0.1	14.4
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	48.6	2.31	45.34
21	3.11	2.17	2.47	0.41	29.92	1.42	4
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	47.87	164.45	27.05	3.15	0.15	75.07
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1213.11	845.89	1851.98	351.99	621.52	31.61	1182.92

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 6 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 54

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	239.97	39.47	10.73	0.51	72.93
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	2.31	47.07
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	42.26	2.01	27.34
8	0	0	212.51	34.95	5.82	0.28	35.23
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.8	10.46
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.4	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	0	0	36.33	1.73	71.02
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	48.6	2.31	45.34
21	3.11	2.17	2.47	0.41	29.92	1.42	4
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	47.87	164.45	27.05	3.15	0.15	75.07
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1192.01	831.18	1849.01	304.11	621.52	31.61	1166.9

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 6 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 55

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	0	0	44.97	2.14	2.14
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	239.97	39.47	10.73	0.51	72.93
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	2.31	47.07
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	42.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	212.51	34.95	5.82	0.28	50.09
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.8	10.46
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.4	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	48.6	2.31	72.88
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	48.6	2.31	45.34
21	3.11	2.17	2.47	0.41	29.92	1.42	4
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	0	0	164.45	27.05	3.15	0.15	27.2
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1144.67	798.17	1780.62	292.86	655.91	33.24	1124.27

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 7 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 50

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	239.97	39.47	10.73	0.51	72.93
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	0.22	44.98
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	4.26	2.01	27.34
8	0	0	192.31	31.63	5.82	0.28	31.91
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.81	10.47
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.14	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	48.6	2.31	4.89
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	47.87	164.45	27.05	3.15	0.15	75.07
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1192.01	831.18	1842.92	303.11	575.31	29.15	1163.44

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 7 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 51

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	34.9	5.74	10.73	0.51	39.2
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	0.22	44.98
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	4.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	192.31	31.63	5.82	0.28	46.77
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.81	10.47
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.14	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	48.6	2.31	4.89
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	0	0	164.45	27.05	3.15	0.15	27.2
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1144.67	798.17	1637.85	269.38	575.31	29.15	1096.7

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 7 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 52

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	0	0	8.91	1.46	48.6	2.31	3.77
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	34.9	5.74	10.73	0.51	39.2
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	0.22	44.98
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	4.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	192.31	31.63	5.82	0.28	46.77
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.81	10.47
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.14	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	48.6	2.31	4.89
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	60.59	164.45	27.05	3.15	0.15	87.79
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1181.44	836.53	1637.85	269.38	596.03	30.13	1136.04

Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 7 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 53

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	34.9	5.74	10.73	0.51	39.2
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	0.22	44.98
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	4.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	192.31	31.63	5.82	0.28	46.77
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0	0	51.76	8.51	38.14	1.81	10.32
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.14	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	0	0	2.01	0.1	14.4
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	48.6	2.31	4.89
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	60.59	164.45	27.05	3.15	0.15	87.79
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1213.11	858.61	1631.71	268.37	575.31	29.15	1156.13

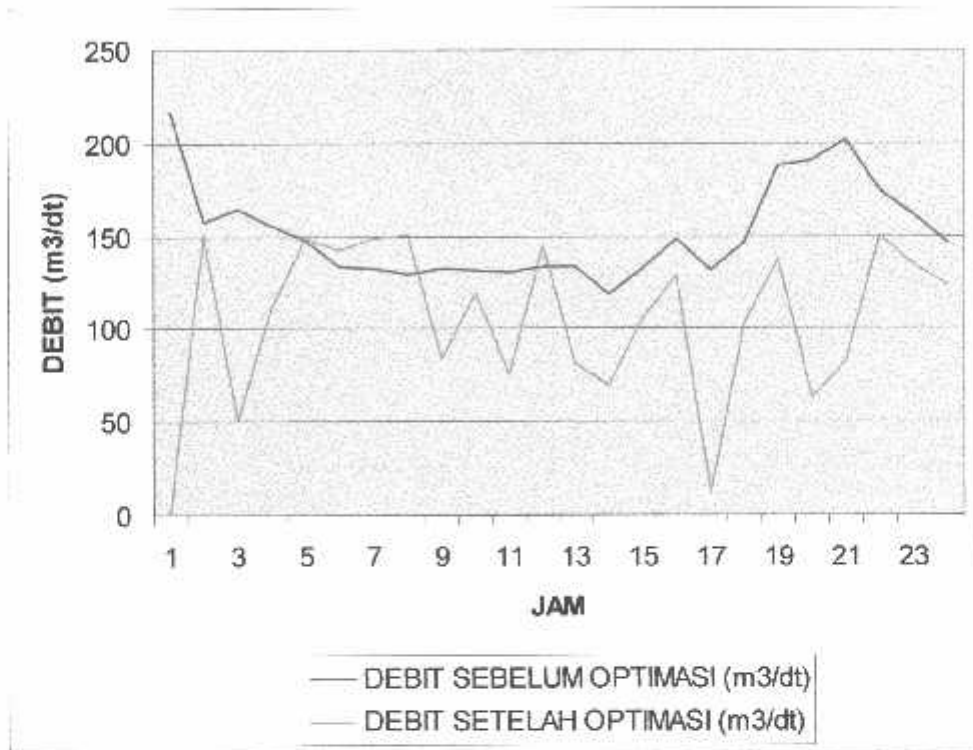
Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 7 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 54

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	82.5	13.57	44.97	2.14	15.71
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	34.9	5.74	10.73	0.51	39.2
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	0.22	44.98
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	4.26	2.01	27.34
8	0	0	192.31	31.63	5.82	0.28	31.91
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.81	10.47
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.14	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	14.21	0.68	71.25
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.5
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	0	0	36.33	1.73	71.02
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	48.6	2.31	4.89
22	86.89	60.59	20.06	3.3	26.61	1.26	65.15
23	68.65	60.59	164.45	27.05	3.15	0.15	87.79
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1192.01	843.9	1623.74	267.06	575.31	29.15	1140.11

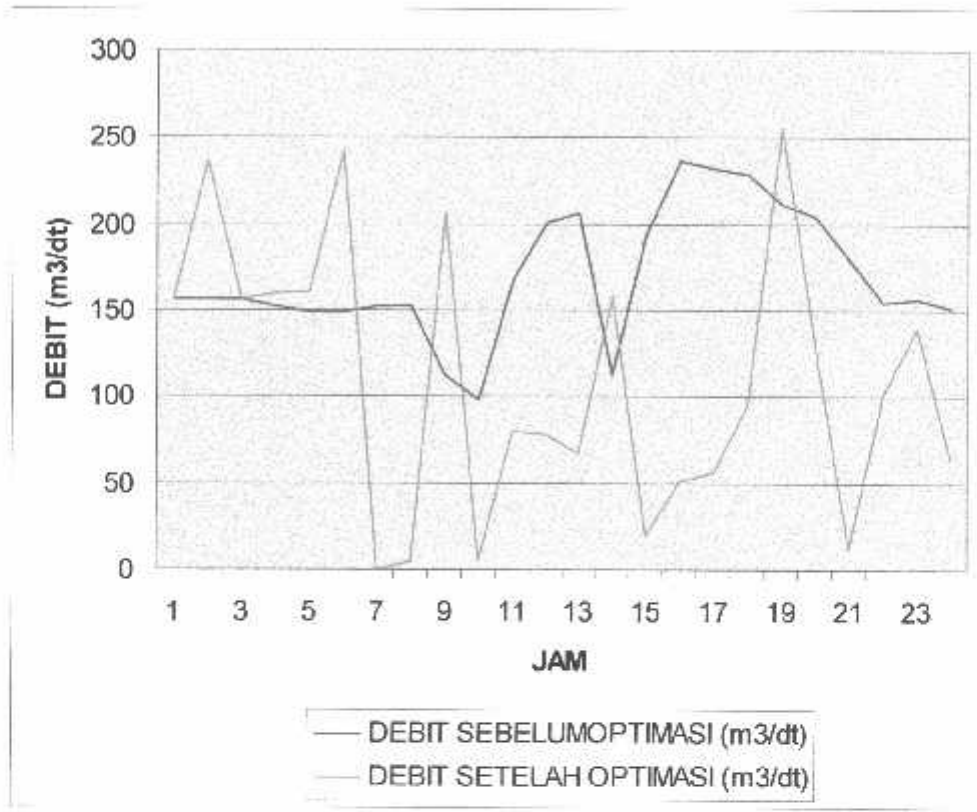
Tabel hasil
 Outflow waduk (m^3/dt) setelah dioptimasi Pada tanggal 7 Desember 2003
 Untuk jumlah generasi 55

Jam	Outflow Sutami (m^3/dt)	Daya Sutami (MW)	Outflow Wlingi (m^3/dt)	Daya Wlingi (MW)	Outflow Lodoyo (m^3/dt)	Daya Lodoyo (MW)	Total Daya (MW)
1	0	0	0	0	44.97	2.14	2.14
2	31.88	22.23	8.91	1.46	27.88	1.33	25.02
3	22.91	15.98	257.28	42.32	5.12	0.24	58.54
4	47.25	32.95	34.9	5.74	10.73	0.51	39.2
5	42.79	29.83	90.8	14.93	4.66	0.22	44.98
6	51.76	36.09	222.47	36.59	48.6	2.31	74.99
7	11.2	7.81	106.52	17.52	4.26	2.01	27.34
8	21.31	14.86	192.31	31.63	5.82	0.28	46.77
9	148.99	103.89	42.79	7.04	29.99	1.42	112.35
10	0.21	0.15	51.76	8.51	38.14	1.81	10.47
11	67.26	46.9	4.84	0.8	30.14	1.44	49.14
12	97.64	68.09	15.08	2.48	48.6	2.31	72.88
13	24.69	17.21	0	0	15.23	0.72	17.93
14	0	0	0.21	0.03	30.95	1.47	1.8
15	20.5	14.3	6.14	1.01	2.01	0.1	15.41
16	17.13	11.94	158.76	26.11	48.6	2.31	40.36
17	138.36	96.48	24.69	4.06	36.07	1.71	102.25
18	99.37	69.29	14.11	2.32	36.33	1.73	73.34
19	128.79	89.8	20.5	3.37	24.46	1.16	94.33
20	57.67	40.21	17.13	2.82	21.97	1.04	44.07
21	3.11	2.17	2.47	0.41	48.6	2.31	4.89
22	0	0	20.06	3.3	26.61	1.26	4.56
23	68.65	60.59	164.45	27.05	3.15	0.15	87.79
24	24.96	17.4	99.17	16.31	16.81	0.8	34.51
Jumlah	1126.43	798.17	1555.35	255.81	609.7	30.78	1084.76

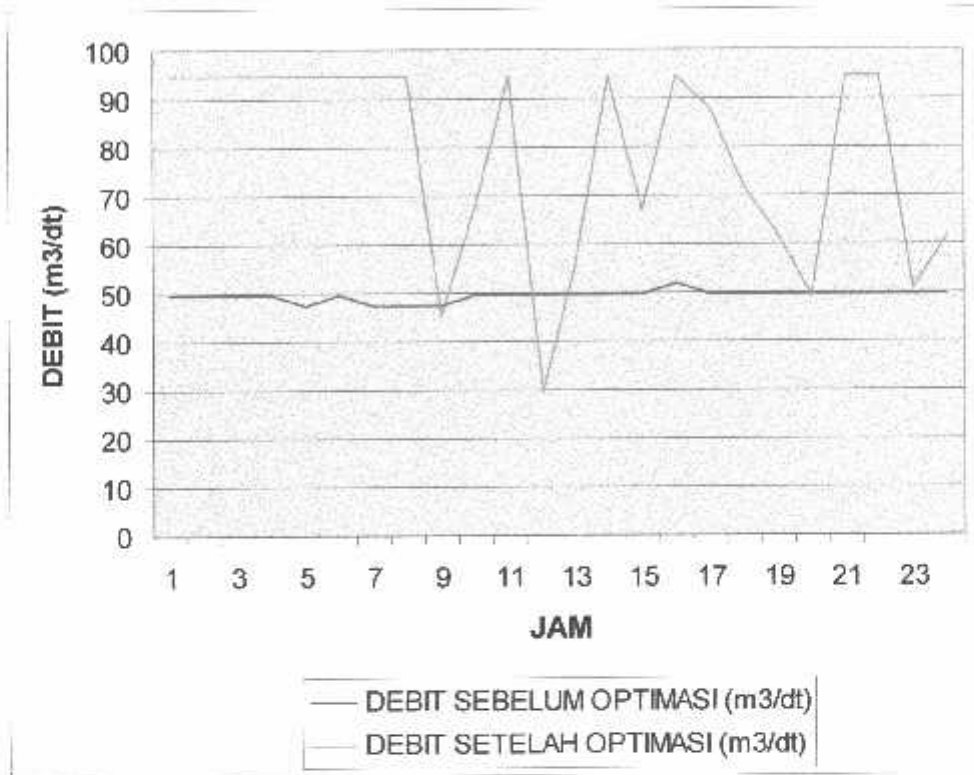
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk sutami
pada tanggal 4 Desember 2003



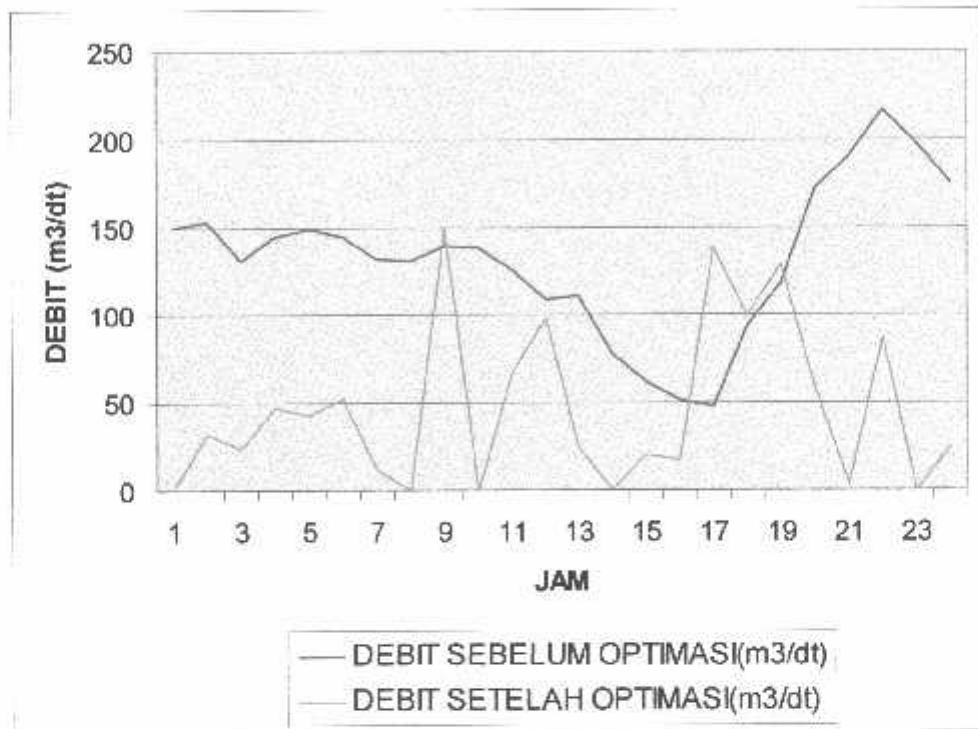
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Wlingi
pada tanggal 4 Desember 2003



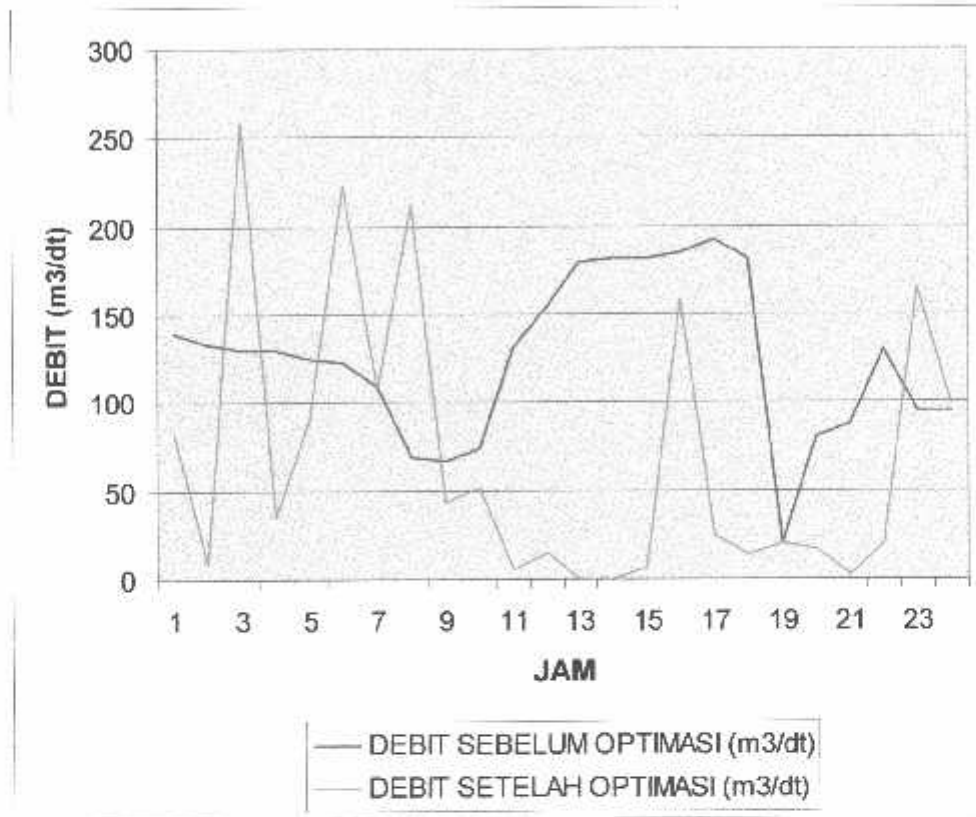
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Lodoyo
pada tanggal 4 Desember 2003



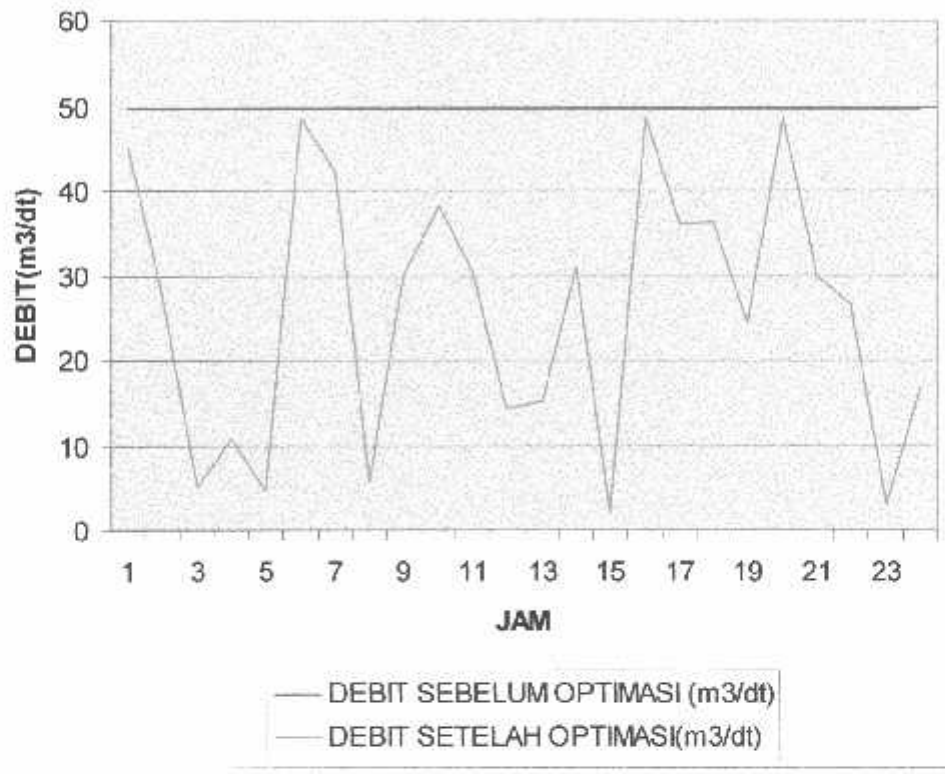
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Sutami
pada tanggal 6 Desember 2003



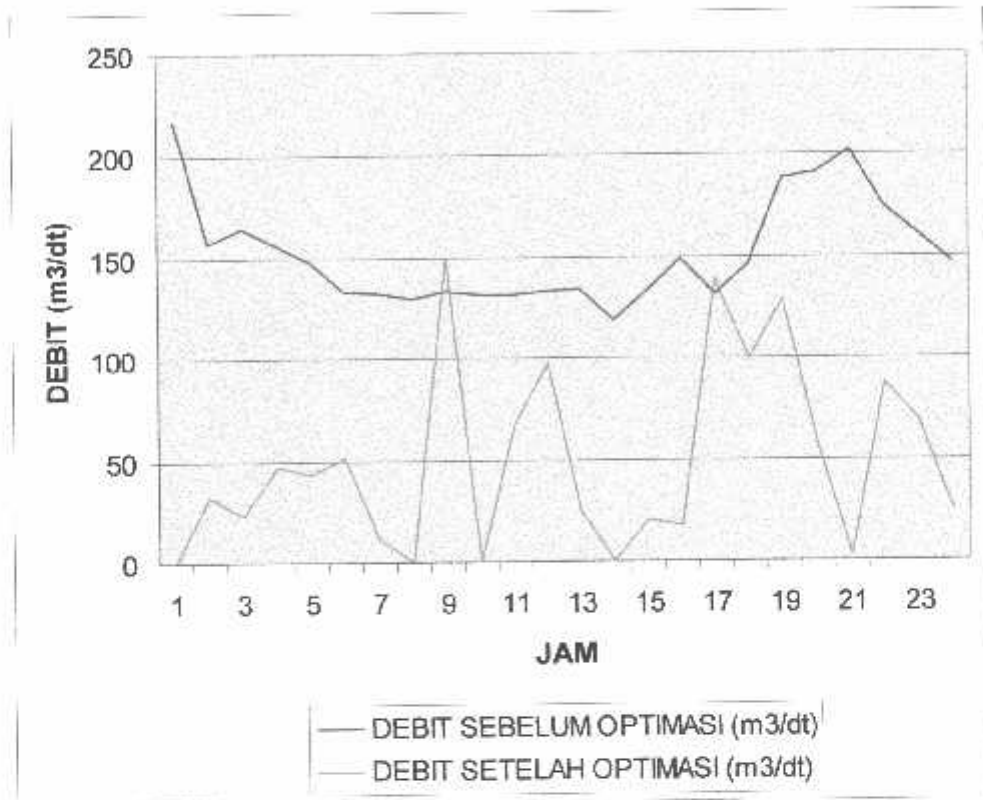
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Wlingi
pada tanggal 6 Desember 2003



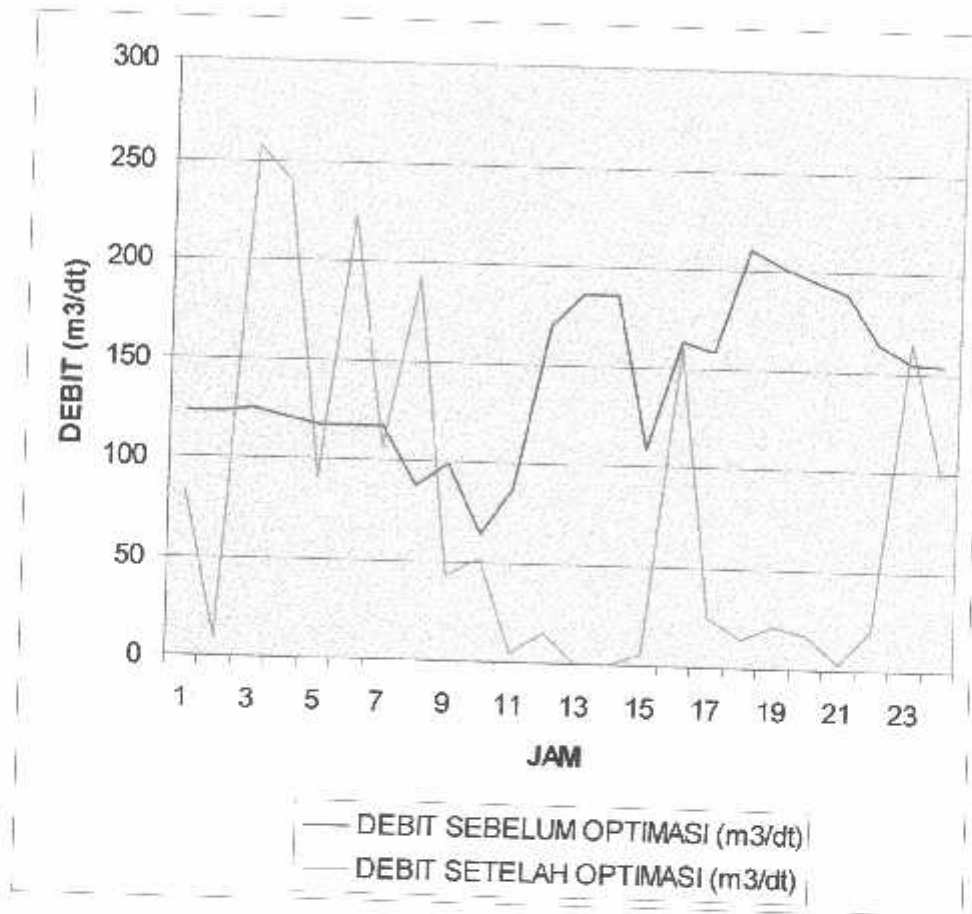
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Lodoyo
pada tanggal 6 Desember 2003



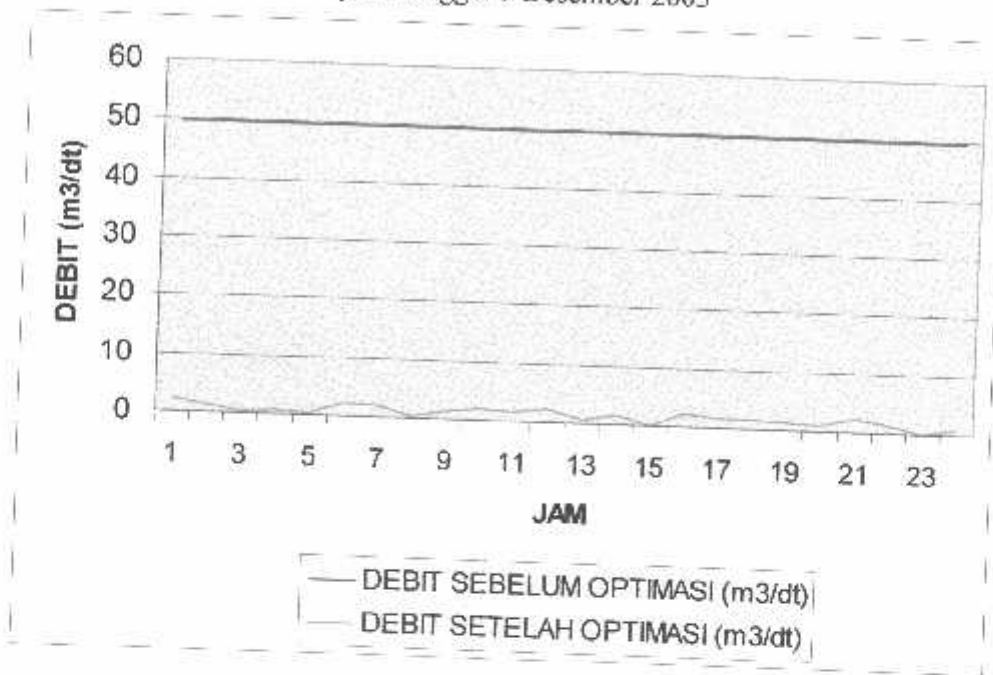
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Sutami
pada tanggal 7 Desember 2003



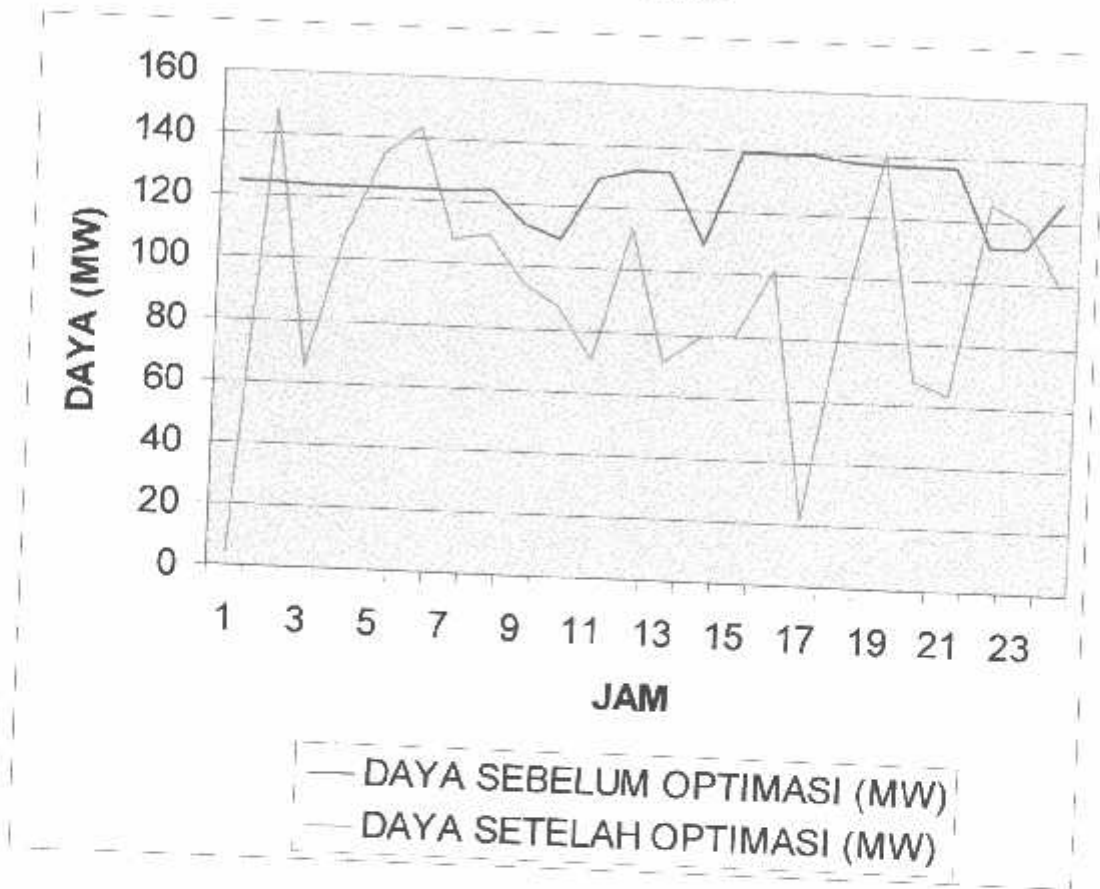
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Wlengi
pada tanggal 7 Desember 2003



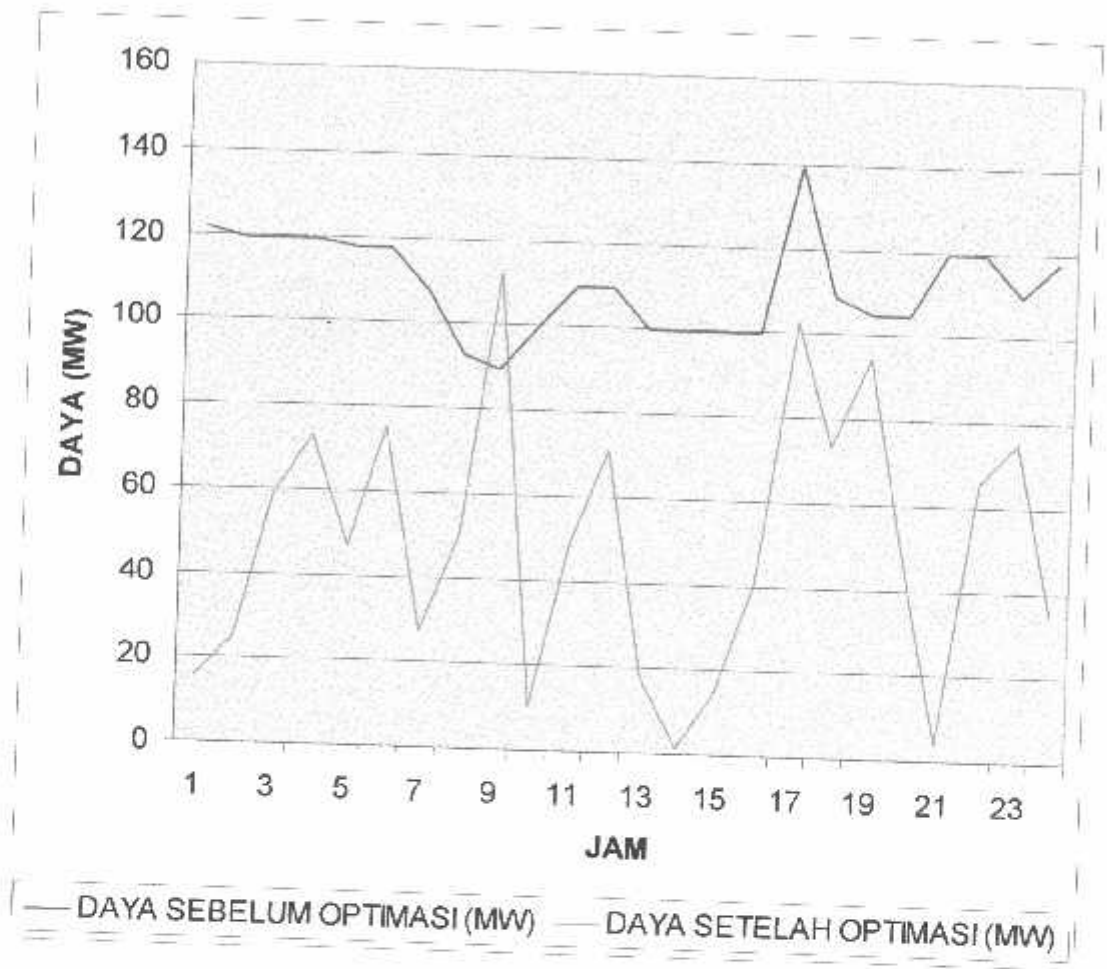
Gambar Hasil
Debit sebelum dan setelah optimasi pada Waduk Lodoyo
pada tanggal 7 Desember 2003



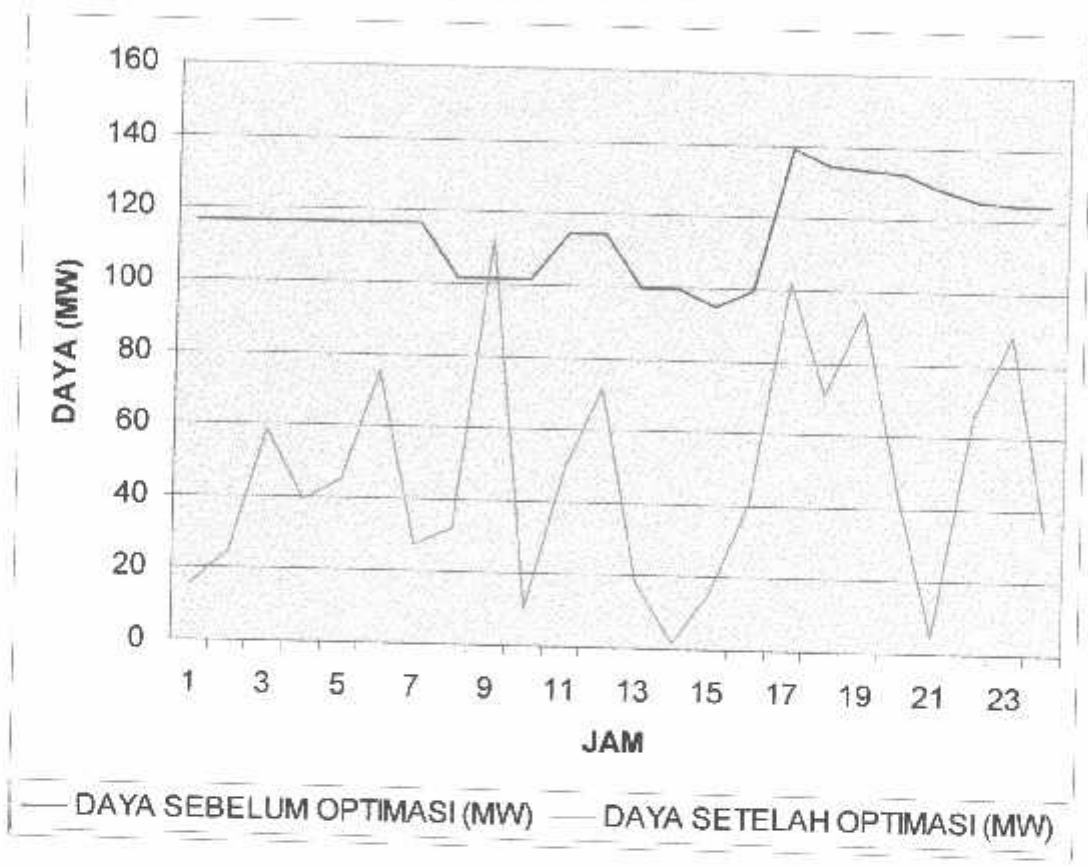
Gambar Hasil
Perbandingan Daya yang dihasilkan Debit sebelum dan setelah optimasi
Pada tanggal 4 Desember 2003



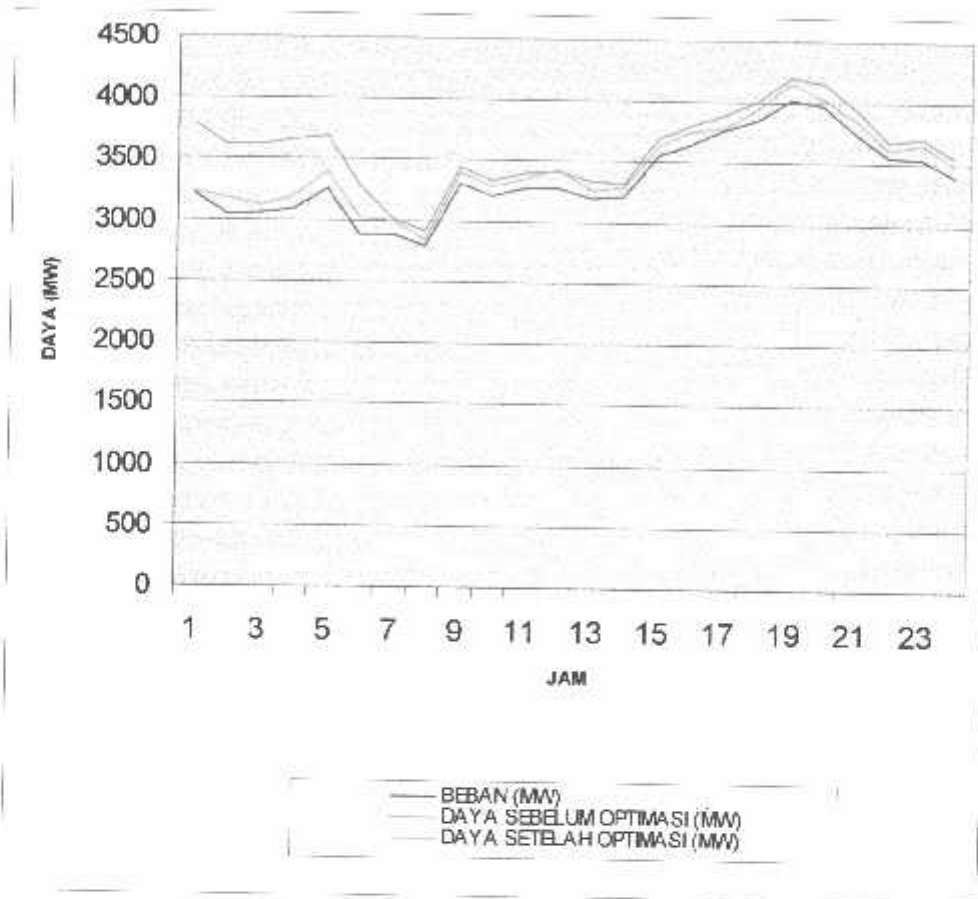
Gambar Hasil
Perbandingan Daya yang dihasilkan Debit sebelum dan setelah optimasi
Pada tanggal 6 Desember 2003



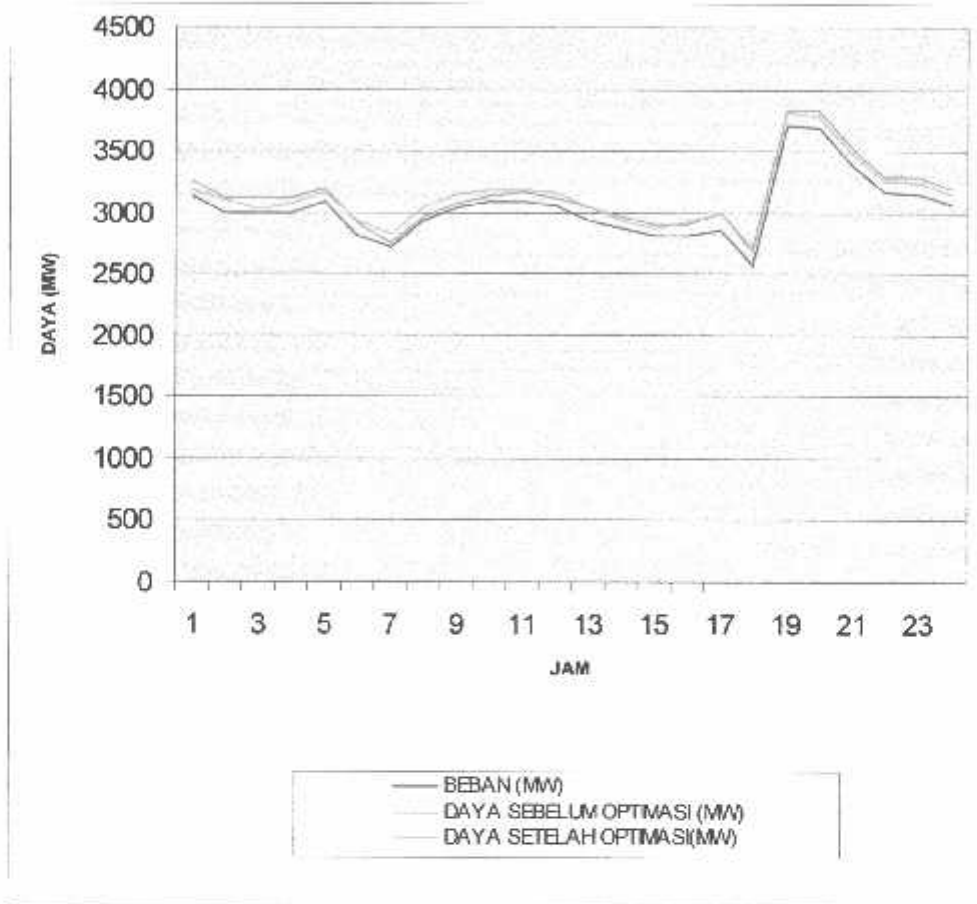
Gambar Hasil
Perbandingan Daya yang dihasilkan Debit sebelum dan setelah optimasi
Pada tanggal 7 Desember 2003



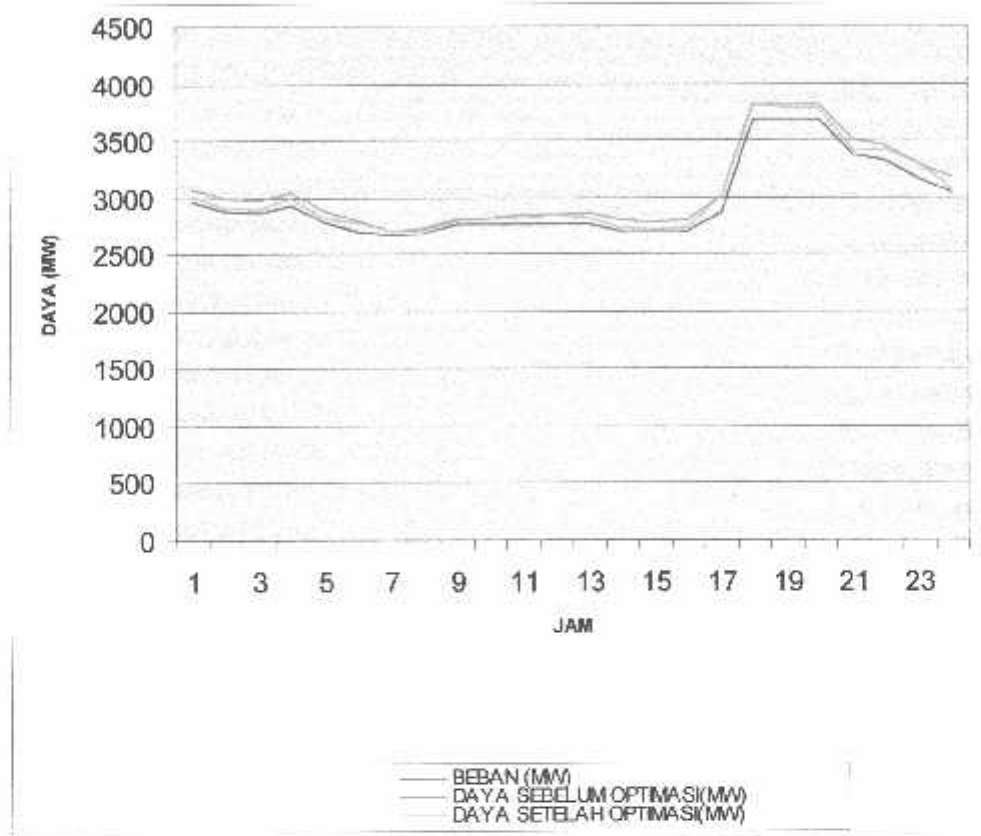
Gambar kurva
Perbandingan daya sebelum, sesudah optimasi dan beban
pada tanggal 4 desember 2003



Gambar kurva
Perbandingan daya sebelum, sesudah optimasi dan beban
pada tanggal 6 Desember 2003



Gambar kurva
Perbandingan daya sebelum, sesudah optimasi dan beban
pada tanggal 7 desember 2003



LISTING PROGRAM

```

unit uMenu;

interface

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

type
  TfrmMenu = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    btnNew: TButton;
    btnOpen: TButton;
    btnExit: TButton;
    StatusBar1: TStatusBar;
    Panel2: TPanel;
    OpenFileDialog1: TOpenDialog;
    procedure btnExitClick(Sender: TObject);
    procedure btnNewClick(Sender: TObject);
    procedure btnOpenClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmMenu: TfrmMenu;

implementation

uses uComplex, uUtils, uInputGen, uObjFunc, uGenerator, uWaduk;

{$R *.dfm}

procedure TfrmMenu.btnExitClick(Sender: TObject);
begin
  gObjFunc.Free;
  Application.Terminate;
end;

procedure TfrmMenu.btnNewClick(Sender: TObject);
begin
  frmInput.Caption:='Input Data';
  frmInput.btnNext.Caption:='&Save';
  frmInput.Show;
end;

procedure TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
var NamaFile, Nama:string;
    output:TextFile;
    Pmin,Pmax,a2,a1,a0,Sh,Sc,Ramp,Load,Res:double;
    i,j,Ngen,Njam,NWaduk,Tup,Tdown,Tcold,InitSt:integer;
    ElevMin,ElevMax,QoutMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0,
    b0,b1,b2,b11,b22,b12:double;

```

```

NPipa,Delay:integer;
aLoad,aRes:dArr1;
aPLN,aInflow,aHidro:dArr2;
aGen:TGenArr;
aWaduk:TWadukArr;
begin
try
if OpenFileDialog1.Execute then
begin
NamaFile:=OpenDialog1.FileName;
AssignFile(output,NamaFile);
Reset(output);
Readln(output,Ngen);
Readln(output,Njam);
frmInput.edtNGen.Text:=IntToStr(Ngen);
frmInput.edtNjam.Text:=IntToStr(Njam);
frmInput.fgGen.RowCount:=Ngen+1;
SetLength(aGen,Ngen+1);
for i:=1 to Ngen do
begin
Readln(output,Pmax,Pmin,a0,a1,a2,Tup,Tdown,Sh,Sc,tcold,InitSt,
Ramp,Nama);
aGen[i]:=TPembangkit.Create(Nama,Pmin,Pmax,a2,a1,a0,Sh,Sc,Ramp,
Tup,Tdown,Tcold,InitSt);
frmInput.fgGen.Cells[1,i]:=Nama;
frmInput.fgGen.Cells[2,i]:=FloatToStr(Pmax);
frmInput.fgGen.Cells[3,i]:=FloatToStr(Pmin);
frmInput.fgGen.Cells[4,i]:=FloatToStr(a0);
frmInput.fgGen.Cells[5,i]:=FloatToStr(a1);
frmInput.fgGen.Cells[6,i]:=FloatToStr(a2);
frmInput.fgGen.Cells[7,i]:=IntToStr(Tup);
frmInput.fgGen.Cells[8,i]:=IntToStr(Tdown);
frmInput.fgGen.Cells[9,i]:=FloatToStr(Sh);
frmInput.fgGen.Cells[10,i]:=FloatToStr(Sc);
frmInput.fgGen.Cells[11,i]:=IntToStr(Tcold);
frmInput.fgGen.Cells[12,i]:=IntToStr(InitSt);
frmInput.fgGen.Cells[13,i]:=FloatToStr(Ramp);
end;
frmInput.fgLoad.RowCount:=Njam+1;
SetLength(aLoad,Njam+1);
SetLength(aRes,Njam+1);
for i:=1 to Njam do
begin
Readln(output,Load,Res);
aLoad[i]:=Load;
aRes[i]:=Res;
frmInput.fgLoad.Cells[1,i]:=FloatToStr(Load);
frmInput.fgLoad.Cells[2,i]:=FloatToStr(Res);
end;
frmInput.fgPLN.RowCount:=Ngen+1;
frmInput.fgPLN.ColCount:=Njam+1;
SetLength(aPLN,Ngen+1,Njam+1);
for i:=1 to Ngen do
begin
for j:=1 to Njam do

```

```

begin
  Read(output,Load);
  aPLN[i,j]:=Load;
  frmInput.fgPLN.Cells[j,i]:=FloatToStr(Load);
end;
ReadIn(output);
end;
ReadIn(output,NWaduk);
frmInput.edtNWaduk.Text:=IntToStr(NWaduk);
frmInput.fgInflow.RowCount:=Njam+1;
frmInput.fgInflow.ColCount:=NWaduk+1;
frmInput.fgPLNHidro.RowCount:=NWaduk+1;
frmInput.fgPLNHidro.ColCount:=Njam+1;
frmInput.fgWaduk.RowCount:=NWaduk+1;
SetLength(aWaduk,NWaduk+1);
for i:=1 to NWaduk do
begin
  ReadIn(output,ElevMin,ElevMax,QoutMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0,
  b0,b1,b2,b11,b22,b12,NPipa,Delay>Nama);
  aWaduk[i]:=TWaduk.Create>Nama,ElevMin,ElevMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0,
  QoutMax,b0,b1,b2,b11,b22,b12,NPipa,Delay);
  frmInput.fgWaduk.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
  frmInput.fgWaduk.Cells[1,i]:=>Nama;
  frmInput.fgWaduk.Cells[2,i]:=FloatToStr(ElevMin);
  frmInput.fgWaduk.Cells[3,i]:=FloatToStr(ElevMax);
  frmInput.fgWaduk.Cells[4,i]:=FloatToStr(QoutMax);
  frmInput.fgWaduk.Cells[5,i]:=FloatToStr(h5);
  frmInput.fgWaduk.Cells[6,i]:=FloatToStr(h4);
  frmInput.fgWaduk.Cells[7,i]:=FloatToStr(h3);
  frmInput.fgWaduk.Cells[8,i]:=FloatToStr(h2);
  frmInput.fgWaduk.Cells[9,i]:=FloatToStr(h1);
  frmInput.fgWaduk.Cells[10,i]:=FloatToStr(h0);
  frmInput.fgWaduk.Cells[11,i]:=FloatToStr(b0);
  frmInput.fgWaduk.Cells[12,i]:=FloatToStr(b1);
  frmInput.fgWaduk.Cells[13,i]:=FloatToStr(b2);
  frmInput.fgWaduk.Cells[14,i]:=FloatToStr(b11);
  frmInput.fgWaduk.Cells[15,i]:=FloatToStr(b22);
  frmInput.fgWaduk.Cells[16,i]:=FloatToStr(b12);
  frmInput.fgWaduk.Cells[17,i]:=IntToStr(NPipa);
  frmInput.fgWaduk.Cells[18,i]:=IntToStr(Delay);
end;
aWaduk[1].KonstP:=0.697303758799309;
aWaduk[2].KonstP:=0.164473684210521;
aWaduk[3].KonstP:=0.047518479408659;
SetLength(aInflow,NWaduk+1,Njam+1);
for i:=1 to NWaduk do
begin
  frmInput.fgInflow.Cells[i,0]:=aWaduk[i].Nama;
  for j:=1 to Njam do
  begin
    Read(output,Load);
    aInflow[i,j]:=Load;
    frmInput.fgInflow.Cells[j,i]:=FloatToStr(Load);
  end;
  ReadIn(output);
end;

```

```

end;
SetLength(aHidro,NWaduk+1,Njam+1);
for i:=1 to NWaduk do
begin
  frmInput.fgPLNHidro.Cells[0,i]:=aWaduk[i].Nama;
  for j:=1 to Njam do
  begin
    Read(output,Load);
    aHidro[i,j]:=Load;
    frmInput.fgPLNHidro.Cells[j,i]:=FloatToStr(Load);
  end;
end;
CloseFile(output);
gObjFunc:=TObjFunc.Create(aLoad,aRes,aPLN,aInflow,aHidro,aGen,aWaduk);
for i:=1 to Ngen do
begin
  aGen[i].Free;
end;
for i:=1 to NWaduk do
begin
  aWaduk[i].Free;
end;
frmInput.Caption:='Tampilan Data';
frmInput.btnNext.Caption:='&Next';
frmInput.Show;
end;
except
  MessageDlg('File Corrupt atau Error Program!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
end;

end.

```

```

unit uUtils;

interface

uses SysUtils;

type
  TSort=(asc,dec);

  TBatas=record
    min,max:double;
  end;

  TBatasArr1=array of TBatas;
  TBatasArr2=array of array of TBatas;

  dArr1=array of double;
  dArr2=array of array of double;
  iArr1=array of integer;
  iArr2=array of array of integer;
  bArr1=array of boolean;
  bArr2=array of array of boolean;
  sArr1=array of String;

  TAlleleTCSC=record
    Lokasi,TypeAlat,Setting:double;
  end;

  TChromTCSC1=array of TAlleleTCSC;

  TAlleleUpfc=record
    Status:boolean;
    TypeAlat,Tap,Sudut:double;
  end;

  TChromUpfc1=array of TAlleleUpfc;

function RealToStr(Num:double;Pecahan:byte):String;
function StrToReal(Huruf:string):double;
function Pangkat(Val,pangkat:double):double;

procedure Swap(var X,Y:byte);overload;
procedure Swap(var X,Y:integer);overload;
procedure Swap(var X,Y:word);overload;
procedure Swap(var X,Y:double);overload;
procedure Swap(var X,Y:extended);overload;
procedure Swap(var X,Y:string);overload;
procedure Swap(var X,Y:boolean);overload;

procedure BubleSort(var aData:dArr1;const aType:TSort);overload;
procedure BubleSort(var aData:iArr1;const aType:TSort);overload;
procedure BubleSort(var aData:sArr1;const aType:TSort);overload;

function DecodeBinToFloat1(const aData:bArr1):double;
function DecodeBinToFloat2(const aData:bArr2):dArr1;

```

```
function DecodeFloat1ToBin(const aLength:integer;
    const aData:double):bArr1;
function DecodeFloat2ToBin(const aLength:integer;
    var aData:dArr1):bArr2;

function GetBatas(const aValue,aMin,aMax:double):double;
function GetFlip(const aFlip:double):boolean;

function GetBatasToReal(const aValue,aMin,aMax:double):double;
function GetRealToBatas(const aValue,aMin,aMax:double):double;
```

implementation

```
function RealToStr(Num:double;Pecahan:byte):String;
var Hasil:String;
    le:byte;
begin
    le:=sizeof(Num);
    Str(Num:le:Pecahan,Hasil);
    Result:=Hasil;
end;
```

```
function Pangkat(Val,pangkat:double):double;
begin
    Result:=exp(Pangkat*ln(Val));
end;
```

```
function StrToReal(Huruf:string):double;
var Temp:double;
    Code:integer;
begin
    val(Huruf,Temp,Code);
    Result:=Temp;
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:byte);
var tmp:byte;
begin
    tmp:=X;
    X:=Y;
    Y:=tmp;
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:integer);
var tmp:integer;
begin
    tmp:=X;
    X:=Y;
    Y:=tmp;
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:word);
var tmp:word;
begin
    tmp:=X;
```

```
X:=Y;  
Y:=tmp;  
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:double);  
var tmp:double;  
begin  
  tmp:=X;  
  X:=Y;  
  Y:=tmp;  
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:extended);  
var tmp:extended;  
begin  
  tmp:=X;  
  X:=Y;  
  Y:=tmp;  
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:string);  
var tmp:string;  
begin  
  tmp:=X;  
  X:=Y;  
  Y:=tmp;  
end;
```

```
procedure Swap(var X,Y:boolean);  
var tmp:boolean;  
begin  
  tmp:=X;  
  X:=Y;  
  Y:=tmp;  
end;
```

```
procedure BubleSort(var aData:dArr1;const aType:TSort);  
var i,j:integer;  
begin  
  for i:=1 to (high(aData)-1) do  
    begin  
      for j:=i to high(aData) do  
        begin  
          if aType=asc then  
            begin  
              if aData[i]>aData[j] then  
                begin  
                  Swap(aData[i],aData[j]);  
                end;  
            end  
          else if aType=dec then  
            begin  
              if aData[i]<aData[j] then  
                begin  
                  Swap(aData[i],aData[j]);  
                end;  
            end  
        end  
      end  
    end  
  end
```

```
    end;  
  end;  
end;  
end;  
end;
```

```
procedure BubleSort(var aData:iArr1;const aType:TSort);  
var i,j:integer;  
begin  
  for i:=1 to (high(aData)-1) do  
  begin  
    for j:=i to high(aData) do  
    begin  
      if aType=asc then  
      begin  
        if aData[i]>aData[j] then  
        begin  
          Swap(aData[i],aData[j]);  
        end;  
      end  
      else if aType=dec then  
      begin  
        if aData[i]<aData[j] then  
        begin  
          Swap(aData[i],aData[j]);  
        end;  
      end;  
    end;  
  end;  
end;  
end;
```

```
procedure BubleSort(var aData:sArr1;const aType:TSort);  
var i,j:integer;  
begin  
  for i:=1 to (high(aData)-1) do  
  begin  
    for j:=i to high(aData) do  
    begin  
      if aType=asc then  
      begin  
        if aData[i]>aData[j] then  
        begin  
          Swap(aData[i],aData[j]);  
        end;  
      end  
      else if aType=dec then  
      begin  
        if aData[i]<aData[j] then  
        begin  
          Swap(aData[i],aData[j]);  
        end;  
      end;  
    end;  
  end;  
end;  
end;
```

```

function DecodeBinToFloat1(const aData:bArr1):double;
var i:integer;
    powerof2,sa:double;
begin
    result:=0;
    powerof2:=1;
    sa:=pangkat(2,high(aData))-1;
    for i:=high(aData) downto 1 do
    begin
        if aData[i]=true then
        begin
            result:=result+powerof2;
        end;
        powerof2:=powerof2*2;
    end;
    result:=result/sa;
end;

```

```

function DecodeBinToFloat2(const aData:bArr2):dArr1;
var i,j:integer;
    Data:bArr1;
begin
    SetLength(Data,high(aData[0])+1);
    SetLength(result,high(aData)+1);
    for i:=1 to high(aData) do
    begin
        for j:=1 to high(aData[0]) do
        begin
            Data[j]:=aData[i,j];
        end;
        result[i]:=DecodeBinToFloat1(Data);
    end;
end;

```

```

function DecodeFloat1ToBin(const aLength:integer;
    const aData:double):bArr1;
var i,Sa,cek,value:integer;
begin
    Sa:=round(pangkat(2,aLength))-1;
    value:=round(aData*Sa);
    SetLength(result,aLength+1);
    for i:=1 to aLength do
    begin
        result[i]:=false;
    end;
    i:=aLength;
    Repeat
        Cek:=value mod 2;
        if Cek=1 then
        begin
            result[i]:=true;
        end
        else
        begin

```

```

    result[i]:=false;
end;
value:=value div 2;
i:=i-1;
until value=0;
end;

function DecodeFloat2ToBin(const aLength:integer;
    var aData:dArr1):bArr2;
var i,j,NData:integer;
    chrom1:bArr1;
begin
    NData:=high(aData)+1;
    SetLength(result,NData+1.aLength+1);
    for i:=1 to NData do
    begin
        (if (aData[i]>1) or (aData[i]<0) then
        begin
            raise Exception.Create('Data Salah harus diantara 0 dan 1 ya!');
        end;)
        if aData[i]>1 then aData[i]:=1;
        if aData[i]<0 then aData[i]:=0;
        chrom1:=DecodeFloat1ToBin(aLength,aData[i]);
        for j:=1 to aLength do
        begin
            result[i,j]:=chrom1[j];
        end;
    end;
end;

function GetBatas(const aValue,aMin,aMax:double):double;
begin
    if aValue>1.0 then raise Exception.Create('Value tidak boleh lebih dari 1');
    if aValue<0.0 then raise Exception.Create('Value tidak boleh kurang dari 0');
    result:=aMin+aValue*(aMax-aMin);
end;

function GetFlip(const aFlip:double):boolean;
begin
    result:=false;
    if random<=aFlip then result:=true;
end;

function GetBatasToReal(const aValue,aMin,aMax:double):double;
begin
    result:=aMin+aValue*(aMax-aMin);
end;

function GetRealToBatas(const aValue,aMin,aMax:double):double;
begin
    result:=(aValue-aMin)/(aMax-aMin);
end;

end.

```

```

unit uMatrix;

interface

uses uUtils, SysUtils;

function MatrixAdd(const mat1:dArr2;const aValue:double):dArr2;overload;
function MatrixAdd(const mat1,mat2:dArr2):dArr2;overload;
function MatrixSub(const mat1:dArr2;const aValue:double):dArr2;overload;
function MatrixSub(const mat1,mat2:dArr2):dArr2;overload;
function MatrixMul(const mat1:dArr2;const aValue:double):dArr2;overload;
function MatrixMul(const mat1:dArr2;const mat2:dArr1):dArr1;overload;
function MatrixMul(const mat1,mat2:dArr2):dArr2;overload;
function MatrixInvers(const mat1:dArr2):dArr2;
function MatrixTranspose(const mat1:dArr2):dArr2;
function MatrixNegative(const mat1:dArr2):dArr2;
function EllGauss(const mat1:dArr2;const mat2:dArr1):dArr1;

implementation

function MatrixAdd(const mat1:dArr2;const aValue:double):dArr2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
  begin
    for j:=0 to high(mat1[0]) do
    begin
      result[i,j]:=mat1[i,j]+aValue;
    end;
  end;
end;

function MatrixAdd(const mat1,mat2:dArr2):dArr2;
var i,j:integer;
begin
  if (high(mat1)<>high(mat2)) or (high(mat1[0])<>high(mat2[0])) then
  begin
    raise Exception.Create('row dan col kedua matrik tidak sama!');
  end;
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
  begin
    for j:=0 to high(mat1[0]) do
    begin
      result[i,j]:=mat1[i,j]+mat2[i,j];
    end;
  end;
end;

function MatrixSub(const mat1:dArr2;const aValue:double):dArr2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do

```

```

begin
  for j:=0 to high(mat1[0]) do
    begin
      result[i,j]:=mat1[i,j]-aValue;
    end;
  end;
end;

function MatrixSub(const mat1,mat2:dArr2):dArr2;
var i,j:integer;
begin
  if (high(mat1)<>high(mat2)) or (high(mat1[0])<>high(mat2[0])) then
    begin
      raise Exception.Create('Row dan Col kedua matrik tidak sama!');
    end;
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
    begin
      for j:=0 to high(mat1[0]) do
        begin
          result[i,j]:=mat1[i,j]-mat2[i,j];
        end;
      end;
    end;
end;

function MatrixMul(const mat1:dArr2;const aValue:double):dArr2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
    begin
      for j:=0 to high(mat1[0]) do
        begin
          result[i,j]:=mat1[i,j]*aValue;
        end;
      end;
    end;
end;

function MatrixMul(const mat1:dArr2;const mat2:dArr1):dArr1;
var i,j,k:integer;
    sum:double;
begin
  if high(mat1[0])<>high(mat2) then
    begin
      raise Exception.Create('Jumlah kolom matrik1 dan jumlah baris matrik2 tidak sama');
    end;
  SetLength(result,high(mat2)+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
    begin
      for j:=0 to high(mat2) do
        begin
          sum:=0.0;
          for k:=0 to high(mat1[0]) do
            begin
              sum:=sum+mat1[i,k]*mat2[k];
            end;
          result[i,j]:=sum;
        end;
      end;
    end;
end;

```

```

    end;
    result[i]:=sum;
  end;
end;
end;

function MatrixMul(const mat1,mat2:dArr2):dArr2;
var i,j,k:integer;
    sum:double;
begin
  if high(mat1[0])<>high(mat2) then
  begin
    raise Exception.Create('Jumlah kolom matrik1 dan jumlah baris matrik2 tidak sama');
  end;
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat2[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
  begin
    for j:=0 to high(mat2[0]) do
    begin
      sum:=0;
      for k:=0 to high(mat1[0]) do
      begin
        sum:=sum+mat1[i,k]*mat2[k,j];
      end;
      result[i,j]:=sum;
    end;
  end;
end;

function MatrixInvers(const mat1:dArr2):dArr2;
var i,j,k:integer;
    A,D:double;
begin
  if high(mat1)<>high(mat1[0]) then
  begin
    raise Exception.Create('Bukan matrik bujur sangkat!');
  end;
  SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
  for i:=0 to high(mat1) do
  begin
    for j:=0 to high(mat1[0]) do
    begin
      result[i,j]:=mat1[i,j];
    end;
  end;
  try
    for i:=0 to high(result) do
    begin
      D:=result[i,i];
      result[i,i]=1;
      for j:=0 to high(result[0]) do
      begin
        if D=0 then
        begin
          D:=0.00001;

```



```

        end;
        result[i,j]:=result[i,j]/D;
    end;
    for k:=0 to high(result) do
    begin
        if k<>i then
        begin
            A:=result[k,i];
            result[k,i]:=0;
            for j:=0 to high(result[0]) do
            begin
                result[k,j]:=result[k,j]-A*result[i,j];
            end;
        end;
    end;
end;
except
    raise exception.Create('matrik tidak bisa diinvers!');
end;
end;

function MatrixTranspose(const mat1:dArr2):dArr2;
var i,j:integer;
begin
    SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
    for i:=0 to high(mat1) do
    begin
        for j:=0 to high(mat1[0]) do
        begin
            result[j,i]:=mat1[i,j];
        end;
    end;
end;

function MatrixNegative(const mat1:dArr2):dArr2;
var i,j:integer;
begin
    SetLength(result,high(mat1)+1,high(mat1[0])+1);
    for i:=0 to high(mat1) do
    begin
        for j:=0 to high(mat1[0]) do
        begin
            result[i,j]:=mat1[i,j]*-1;
        end;
    end;
end;

function EilGauss(const mat1:dArr2;const mat2:dArr1):dArr1;
var i,j,k,Nmat:integer;
    konst,value,DE,AE,sum:double;
    tmp:dArr2;
begin
    if high(mat1)<>high(mat1[0]) then
    begin
        raise Exception.Create('Matrik 1 bukan matrik bujur sangkar!');
    end;
end;

```

```

end;
if high(mat1[0])<>high(mat2) then
begin
  raise Exception.Create('Jumlah kolom matrik 1 tidak sama dengan jumlah baris matrik
2!');
end;
Nmat:=high(mat1)+1;
SetLength(tmp,Nmat,Nmat+1);
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  for j:=0 to Nmat-1 do
  begin
    tmp[i,j]:=mat1[i,j];
  end;
end;
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  tmp[i,Nmat]:=mat2[i];
end;
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  if tmp[i,i]=0 then
  begin
    for k:=i+1 to Nmat-1 do
    begin
      if tmp[k,i]<>0 then
      begin
        for j:=0 to Nmat do
        begin
          Konst:=tmp[i,j];
          value:=tmp[k,j];
          tmp[i,j]:=value;
          tmp[k,j]:=Konst;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  DE:=tmp[i,i];
  for j:=0 to Nmat do
  begin
    tmp[i,j]:=tmp[i,j]/DE;
  end;
  for k:=i to Nmat-1 do
  begin
    if k<>i then
    begin
      AE:=tmp[k,i];
      for j:=0 to Nmat do
      begin
        tmp[k,j]:=tmp[k,j]-AE*tmp[i,j];
      end;
    end;
  end;
end;

```

```
    end;
  end;
  SetLength(result,Nmat);
  for i:=Nmat-1 downto 0 do
  begin
    if i<>Nmat-1 then
    begin
      Sum:=0;
      for j:=i+1 to Nmat-1 do
      begin
        Sum:=Sum+tmp[i,j]*result[j];
      end;
      result[i]:=tmp[i,Nmat]-Sum;
    end
    else
    begin
      result[i]:=tmp[i,Nmat];
    end;
  end;
end;

end.
```

```

unit uComplex;

interface

uses uUtils;

type
  TComplex=class
  private
    FReal,FIImag:double;
  public
    constructor Create;overload;
    constructor Create(const aReal:double);overload;
    constructor Create(const aReal,aimag:double);overload;
    constructor Create(const aComplex:TComplex);overload;
    function GetAbs:double;
    function GetAngleRad:double;
    function GetAngleDeg:double;
    function Add(const aReal:double):TComplex;overload;
    function Add(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;
    function Subtract(const aReal:double):TComplex;overload;
    function Subtract(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;
    function Multiply(const aReal:double):TComplex;overload;
    function Multiply(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;
    function Divide(const aReal:double):TComplex;overload;
    function Divide(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;
    function Conj:TComplex;
    function Negative:TComplex;
    function toStringI(const rLen:integer):string;
    function toStringJ(const rLen:integer):string;
    property Real:double read FReal write FReal;
    property Imag:double read FIImag write FIImag;
  end;

  CArr1=array of TComplex;
  CArr2=array of array of TComplex;

implementation

{ TComplex }
//constructor
constructor TComplex.Create;
begin
  inherited Create;
  FReal:=0.0;
  FIImag:=0.0;
end;

constructor TComplex.Create(const aReal:double);
begin
  inherited Create;
  FReal:=aReal;
  FIImag:=0.0;
end;

```

```

constructor TComplex.Create(const aReal,almag:double);
begin
  inherited Create;
  FReal:=aReal;
  FImag:=almag;
end;

constructor TComplex.Create(const aComplex:TComplex);
begin
  inherited Create;
  FReal:=aComplex.FReal;
  FImag:=aComplex.FImag;
end;

//data operation

function TComplex.Add(const aReal:double):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal+aReal),FImag);
end;

function TComplex.Add(const aComplex:TComplex):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal+aComplex.FReal),(FImag+aComplex.FImag));
end;

function TComplex.Subtract(const aReal:double):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal-aReal),FImag);
end;

function TComplex.Subtract(const aComplex:TComplex):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal-aComplex.FReal),(FImag-aComplex.FImag));
end;

function TComplex.Multiply(const aReal:double):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((aReal*FReal),(aReal*FImag));
end;

function TComplex.Multiply(const aComplex:TComplex):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal*aComplex.FReal-FImag*aComplex.FImag),
  (FReal*aComplex.FImag+FImag*aComplex.FReal));
end;

function TComplex.Divide(const aReal:double):TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal/aReal),(FImag/aReal));
end;

```

```

function TComplex.Divide(const aComplex:TComplex):TComplex;
var denote:double;

begin
  denote:=sqr(aComplex.FReal)+sqr(aComplex.FImag);
  result:=TComplex.Create(((FReal*aComplex.FReal+FImag*aComplex.FImag)/denote),
    ((FImag*aComplex.FReal-FReal*aComplex.FImag)/denote));
end;

function TComplex.GetAbs:double;
begin
  result:=sqrt(sqr(FReal)+sqr(FImag));
end;

function TComplex.GetAngleRad:double;
begin
  result:=arctan(FImag/FReal);
end;

function TComplex.GetAngleDeg:double;
var phi:double;
begin
  phi:=4*arctan(1);
  result:=GetAngleRad*180/phi;
end;

function TComplex.Conj:TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create(FReal,-FImag);
end;

function TComplex.Negative:TComplex;
begin
  result:=TComplex.Create((FReal*-1),(FImag*-1));
end;

function TComplex.toStringI(const rLen:integer):string;
begin
  if FImag<0 then
  begin
    result:=RealToStr(FReal,rLen)+'-'+RealToStr(FImag,rLen)+'i';
  end
  else
  begin
    result:=RealToStr(FReal,rLen)+'+'+RealToStr(FImag,rLen)+'i';
  end;
end;

function TComplex.toStringJ(const rLen:integer):string;
begin
  if FImag<0 then
  begin
    result:=RealToStr(FReal,rLen)+'- j'+RealToStr(FImag,rLen);
  end
  else
  end;
end;

```

```
begin
  result:=RealToStr(FReal,rLen)+' j'+RealToStr(FImag,rLen);
end;
end;
end.
```

```
unit uAbout;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs;

type
  TfrmAbout = class(TForm)
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmAbout: TfrmAbout;

implementation

{$R *.dfm}

end;
```

```

unit uWaduk;

interface

uses uUtils, SysUtils;

type
TWaduk=class
private
  FName:String;
  FNPipa,FDelay:integer;
  FElevasiMin,FElevasiMax,FElevasiAwal,FElevasiAkhir,FKonstP:double;
  Fh5,Fh4,Fh3,Fh2,Fh1,Fh0,FQoutMax,Fb0,Fb1,Fb2,Fb11,Fb22,Fb12:double;
  function GetElevPer:dArr1;
  function GetVolMin:double;
  function GetVolMax:double;
public
  constructor Create;overload;
  constructor Create(const rNama:String;const rElevasiMin,rElevasiMax,
    rh5,rh4,rh3,rh2,rh1,rh0,rQoutMax,
    rb0,rb1,rb2,rb11,rb22,rb12:double;
    const rNPipa,rDelay:integer);overload;
  constructor Create(const rWaduk:TWaduk);overload;
  function doFindRoot(const rVol:double):double;
  function doCalcVolume(const rElev:double):double;
  function GetQoutPeriode(const rdT:integer):dArr1;
  function GetDaya(const rQout,rVol:double):double;
  function GetVolAkhir(const rVolAwal,rQin1,rQin2,rQout,
    rdT:double):double;
  function GetQout(const rVolAwal,rVolAkhir,rQin1,rQin2,rdT:double):double;
  property Nama:String read FName write FName;
  property ElevasiMin:double read FElevasiMin write FElevasiMin;
  property ElevasiMax:double read FElevasiMax write FElevasiMax;
  property QoutMax:double read FQoutMax write FQoutMax;
  property h5:double read Fh5 write Fh5;
  property h4:double read Fh4 write Fh4;
  property h3:double read Fh3 write Fh3;
  property h2:double read Fh2 write Fh2;
  property h1:double read Fh1 write Fh1;
  property h0:double read Fh0 write Fh0;
  property b0:double read Fb0 write Fb0;
  property b1:double read Fb1 write Fb1;
  property b2:double read Fb2 write Fb2;
  property b11:double read Fb11 write Fb11;
  property b22:double read Fb22 write Fb22;
  property b12:double read Fb12 write Fb12;
  property VolMin:double read GetVolMin;
  property VolMax:double read GetVolMax;
  property ElevPer:dArr1 read GetElevPer;
  property NPipa:integer read FNPipa write FNPipa;
  property Delay:integer read FDelay write FDelay;
  property ElevasiAwal:double read FElevasiAwal write FElevasiAwal;
  property ElevasiAkhir:double read FElevasiAkhir write FElevasiAkhir;
  property KonstP:double read FKonstP write FKonstP;
end;

```

TWadukArr=array of TWaduk;

implementation

constructor TWaduk.Create;

begin

 inherited Create;

end;

constructor TWaduk.Create(const rNama:String;
 const rElevasiMin,rElevasiMax,rh5,rh4,rh3,
 rh2,rh1,rh0,rQoutMax,rb0,rb1,rb2,rb11,rb22,rb12:double;
 const rNPipa,rDelay:integer);

begin

 inherited Create;

 FNama:=rNama;

 FElevasiMin:=rElevasiMin;

 FElevasiMax:=rElevasiMax;

 Fh5:=rh5;

 Fh4:=rh4;

 Fh3:=rh3;

 Fh2:=rh2;

 Fh1:=rh1;

 Fh0:=rh0;

 FQoutMax:=rQoutMax;

 Fb0:=rb0;

 Fb1:=rb1;

 Fb2:=rb2;

 Fb11:=rb11;

 Fb22:=rb22;

 Fb12:=rb12;

 FNPipa:=rNPipa;

 FDelay:=rDelay;

end;

constructor TWaduk.Create(const rWaduk:TWaduk);

begin

 inherited Create;

 FNama:=rWaduk.Nama;

 FElevasiMin:=rWaduk.ElevasiMin;

 FElevasiMax:=rWaduk.ElevasiMax;

 Fh5:=rWaduk.h5;

 Fh4:=rWaduk.h4;

 Fh3:=rWaduk.h3;

 Fh2:=rWaduk.h2;

 Fh1:=rWaduk.h1;

 Fh0:=rWaduk.h0;

 FQoutMax:=rWaduk.QoutMax;

 Fb0:=rWaduk.b0;

 Fb1:=rWaduk.b1;

 Fb2:=rWaduk.b2;

 Fb11:=rWaduk.b11;

 Fb22:=rWaduk.b22;

 Fb12:=rWaduk.b12;

```

    FNPipa:=rWaduk.NPipa;
    FDelay:=rWaduk.Delay;
    FKonstP:=rWaduk.KonstP;
end;

//data processing
function TWaduk.doCalcVolume(const rElev:double):double;
begin
    result:=Fh5*rElev*rElev*rElev*rElev*rElev+Fh4*rElev*rElev*rElev*rElev+
    Fh3*rElev*rElev*rElev+Fh2*sqr(rElev)+Fh1*rElev+Fh0;
end;

function TWaduk.GetQoutPeriode(const rdT:integer):dArr1;
var i,sa:integer;
    Qo,dElev,dVolStep,dQoutStep:double;
begin
    dElev:=FElevasiMin+0,1;
    dVolStep:=doCalcVolume(dElev);
    dQoutStep:=(dVolStep-GetVolMin)/rdT;
    sa:=1;
    Qo:=0;
    repeat
        sa:=sa+1;
        Qo:=Qo+dQoutStep;
    until Qo>FQoutMax;
    sa:=sa-1;
    SetLength(result,sa+1);
    Qo:=0;
    result[1]:=Qo;
    for i:=2 to sa do
        begin
            Qo:=Qo+dQoutStep;
            result[i]:=Qo;
        end;
    end;
end;

function TWaduk.doFindRoot(const rVol:double):double;
var i,maxiterasi:integer;
    GalatMax,fElev,dfElev,Elev,dElev,df:double;
    error:boolean;
begin
    if (rVol<GetVolMin) or (rVol>GetVolMax) then
        begin
            raise Exception.Create("Diluar batas ukuran Waduk!");
        end;
    maxiterasi:=500;
    GalatMax:=0.01;
    Elev:=FElevasiMin;
    i:=0;
    error:=false;
    repeat
        inc(i);
        fElev:=Fh5*Elev*Elev*Elev*Elev*Elev+Fh4*Elev*Elev*Elev*Elev+
        Fh3*Elev*Elev*Elev+
        Fh2*sqr(Elev)+Fh1*Elev+Fh0;

```

```

unit uObjFunc;

interface

uses uUtils,uGenerator,uWaduk, SysUtils,uRandom;

type
TObjFunc=class
private
  FNgen, FNjam, FNWaduk: integer;
  FLamdaVf, FLamdaPt, FLamdaVh: double;
  FBeban, FRes, FAFLC, FElevAwal, FElevAkhir: dArr1;
  FSortAFLC: iArr1;
  FPLN, FInflow, FHidro: dArr2;
  FGen: TGenArr;
  FWaduk: TWadukArr;
  function GetBeban: dArr1;
  function GetRes: dArr1;
  function GetPLN: dArr2;
  function GetGen: TGenArr;
  function GetWaduk1(ri: integer): TWaduk;
  function GetWaduk: TWadukArr;
  function GetInflow: dArr2;
  function GetHidro: dArr2;
  function GetElevAwal: dArr1;
  function GetElevAkhir: dArr1;
  procedure SetGen(const rGen: TGenArr);
  procedure SetBeban(const rBeban: dArr1);
  procedure SetRes(const rRes: dArr1);
  procedure SetPLN(const rPLN: dArr2);
  procedure SetWaduk1(ri: integer; rWaduk: TWaduk);
  procedure SetWaduk(rWaduk: TWadukArr);
  procedure SetInflow(const rInflow: dArr2);
  procedure SetHidro(const rHidro: dArr2);
  procedure SetElevAwal(const rElevAwal: dArr1);
  procedure SetElevAkhir(const rElevAkhir: dArr1);
  function isON(const rFlip: double): boolean;
  function isServe(const rJam: integer, const rChrom: bArr1): boolean;
  procedure isServe2(const rJam: integer, const rChrom: bArr1;
    var rTes: integer;
    var rPin: double);
  function isRampRate(const rJam: integer, const rPL: dArr2): boolean;
  function FindAFLC(const ri: integer): integer;
  procedure RepairAFLC(var rChrom: bArr2);
  function CreateChromBase: bArr2;
  function CreateChromONOFF: bArr2;
  function HitungEcoDis(const rJam: integer;
    const rChrom1: bArr1): dArr1;
  function GetSortAFLC: iArr1;
  function GetSortChrom(const rRank: integer): bArr1;
  function HitungCostGen(const rPL: dArr2): dArr2;
  function HitungCostSUC(const rPL: dArr2): dArr2;
  function GetSwap(const rChrom: bArr2): bArr2;
  function doCariGreyZone(const rChrom: bArr2): bArr2;
  procedure UpdateQh(var rQh: dArr2);

```

```

procedure DecodeChrom(var rChrom:dArr1;
    var rQh:dArr2);
procedure EncodeChrom(var rQh:dArr2;
    var rChrom:dArr1);
public
constructor Create; overload;
constructor Create(const rBeban,rRes:dArr1;
    const rPLN,rInflow,rHidro:dArr2;
    const rGen:TGenArr;
    const rWaduk:TWadukArr); overload;
function getRandomChrom(const rFlip:double):bArr2;
procedure HitungPL(const rPL:dArr2;
    var rCostPerJam:dArr1;
    var rCostTotal:double);
procedure doHitungChrom(const rChrom:bArr2;
    var rCostTotal:double); overload;
procedure doHitungChrom(const rChrom:bArr2;
    var rPL:dArr2;
    var rCostPerJam:dArr1;
    var rCostTotal:double); overload;
procedure doHitungPLN(
    var rCostPerJam:dArr1;
    var rCostTotal:double);
procedure doExecute(var rChrom:bArr2;
    var rPL:dArr2;
    var rCostPerJam:dArr1;
    var rCostTotal:double);
function doMutasi(const rSfun,rSmin,rBeta,rChrom:double;
    const ia:integer;
    var rRand:TRandomu):double;
procedure doHitung(var rChrom:dArr1;
    var rCost:double);
procedure doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
    var rChromHasil:bArr2;
    var rPt,rPh,rQh,rElev:dArr2;
    var rCostPerJam:dArr1;
    var rCostTotal:double);
destructor Destroy; override;
property Ngen:integer read FNgen write FNgen;
property Njam:integer read FNjam write FNjam;
property NWaduk:integer read FNWaduk write FNWaduk;
property Gen:TGenArr read GetGen write SetGen;
property Beban:dArr1 read GetBeban write SetBeban;
property PLN:dArr2 read GetPLN write SetPLN;
property Res:dArr1 read GetRes write SetRes;
property SortAFLC:iArr1 read GetSortAFLC;
property Waduk:TWadukArr read GetWaduk write SetWaduk;
property Waduk1[ia:integer]:TWaduk read GetWaduk1 write SetWaduk1;
property Inflow:dArr2 read GetInflow write SetInflow;
property Hidro:dArr2 read GetHidro write SetHidro;
property LamdaVh:double read FLamdaVh write FLamdaVh;
property LamdaVf:double read FLamdaVf write FLamdaVf;
property LamdaPt:double read FLamdaPt write FLamdaPt;
property ElevAwal:dArr1 read GetElevAwal write SetElevAwal;
property ElevAkhir:dArr1 read GetElevAkhir write SetElevAkhir;

```

```

end;

var gObjFunc:TObjFunc;

implementation

//constructor
constructor TObjFunc.Create;
begin
  inherited Create;
  FNgen:=0;
  FNjam:=0;
  FLamdaVh:=1000;
  FLamdaVf:=1000;
  FLamdaPt:=1000;
end;

constructor TObjFunc.Create(const rBeban,rRes:dArr1;
  const rPLN,rInflow,rHidro:dArr2;
  const rGen:TGenArr;
  const rWaduk:TWadukArr);
var i,j,Ncek:integer;
begin
  inherited Create;
  FNgen:=high(rGen);
  FNjam:=high(rBeban);
  FNWaduk:=high(rWaduk);
  Ncek:=high(rRes);
  if FNjam<>Ncek then raise Exception.Create('Dimensi matrik tidak sama!');
  SetLength(FGen,FNgen+1);
  SetLength(FBeban,FNjam+1);
  SetLength(FRes,FNjam+1);
  SetLength(FAFLC,FNgen+1);
  for i:=1 to FNgen do
  begin
    FGen[i]:=TPembangkit.Create(rGen[i]);
    FAFLC[i]:=FGen[i].AFLC;
  end;
  for i:=1 to FNjam do
  begin
    FBeban[i]:=rBeban[i];
    FRes[i]:=rRes[i];
  end;
  SetLength(FPLN,FNgen+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FNgen do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      FPLN[i,j]:=rPLN[i,j];
    end;
  end;
  SetLength(FWaduk,FNWaduk+1);
  SetLength(FInflow,FNWaduk+1,FNjam+1);
  SetLength(FHidro,FNWaduk+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FNWaduk do

```

```

begin
  FWaduk[i]:=TWaduk.Create(rWaduk[i]);
  for j:=1 to FNJam do
    begin
      Finflow[i,j]:=rInflow[i,j];
      FHidro[i,j]:=rHidro[i,j];
    end;
  end;
  FSortAFLC:=GetSortAFLC;
  FLamdaVh:=1000;
  FLamdaVf:=1000;
  FLamdaPt:=1000;
end;

//data accessing
function TObjFunc.GetBeban:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FNjam+1);
  for i:=1 to FNjam do
    begin
      result[i]:=FBeban[i];
    end;
  end;
end;

function TObjFunc.GetRes:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FNjam+1);
  for i:=1 to FNjam do
    begin
      result[i]:=FRes[i];
    end;
  end;
end;

function TObjFunc.GetPLN:dArr2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,FNgen+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FNgen do
    begin
      for j:=1 to FNjam do
        begin
          result[i,j]:=FPLN[i,j];
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

function TObjFunc.GetGen:TGenArr;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FNgen+1);
  for i:=1 to FNgen do
    begin
      result[i]:=TPembangkit.Create(FGen[i]);
    end;
  end;
end;

```

```

end;
end;

function TObjFunc.GetWaduk1(ri:integer):TWaduk;
begin
  result:=TWaduk.Create(FWaduk[ri]);
end;

function TObjFunc.GetWaduk:TWadukArr;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FWWaduk+1);
  for i:=1 to FWWaduk do
  begin
    result[i]:=TWaduk.Create(FWaduk[i]);
  end;
end;

function TObjFunc.GetInflow:dArr2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,FWWaduk+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FWWaduk do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      result[i,j]:=FInflow[i,j];
    end;
  end;
end;

function TObjFunc.GetHidro:dArr2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,FWWaduk+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FWWaduk do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      result[i,j]:=FHidro[i,j];
    end;
  end;
end;

function TObjFunc.GetElevAwal:dArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FWWaduk+1);
  for i:=1 to FWWaduk do
  begin
    result[i]:=FElevAwal[i];
  end;
end;

function TObjFunc.GetElevAkhir:dArr1;

```

```

var i:integer;
begin
  SetLength(result, FNWaduk+1);
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    result[i]:=FElevAkhir[i];
  end;
end;

procedure TObjFunc.SetGen(const rGen:TGenArr);
var i:integer;
begin
  FNgen:=high(rGen);
  SetLength(FGen, FNgen+1);
  SetLength(FAFLC, FNgen+1);
  for i:=1 to FNgen do
  begin
    FGen[i]:=TPembangkit.Create(rGen[i]);
    FAFLC[i]:=FGen[i].AFLC;
  end;
  FSortAFLC:=GetSortAFLC;
end;

procedure TObjFunc.SetBeban(const rBeban:dArr1);
var i, Ncek:integer;
begin
  if FNjam>0 then
  begin
    Ncek:=high(rBeban);
    if FNjam<>Ncek then raise Exception.Create('Dimensi matrik tidak sama!');
  end
  else
  begin
    FNjam:=high(rBeban);
  end;
  SetLength(FBeban, FNjam+1);
  for i:=1 to FNjam do
  begin
    FBeban[i]:=rBeban[i];
  end;
end;

procedure TObjFunc.SetRes(const rRes:dArr1);
var i, Ncek:integer;
begin
  if FNjam>0 then
  begin
    Ncek:=high(rRes);
    if FNjam<>Ncek then raise Exception.Create('Dimensi matrik tidak sama!');
  end
  else
  begin
    FNjam:=high(rRes);
  end;
  SetLength(FRes, FNjam+1);

```

```

for i:=1 to FNjam do
begin
  FRes[i]:=rRes[i];
end;
end;

procedure TObjFunc.SetPLN(const rPLN:dArr2);
var i,j,Ncek:integer;
begin
  if FNgen>0 then
  begin
    Ncek:=high(rPLN);
    if FNgen<>Ncek then raise Exception.Create('Dimensi matrik tidak sama!');
  end
  else
  begin
    FNgen:=high(rPLN);
  end;
  if FNjam>0 then
  begin
    Ncek:=high(rPLN[0]);
    if FNjam<>Ncek then raise Exception.Create('Dimensi matrik tidak sama!');
  end
  else
  begin
    FNjam:=high(rPLN[0]);
  end;
  SetLength(FPLN,FNgen+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FNgen do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      FPLN[i,j]:=rPLN[i,j];
    end;
  end;
end;

procedure TObjFunc.SetWaduk1(ri:integer;rWaduk:TWaduk);
begin
  if (ri<0) or (ri>FNWaduk) then
  begin
    raise Exception.Create('Melebihi indeks Waduk!');
  end;
  FWaduk[ri]:=TWaduk.Create(rWaduk);
end;

procedure TObjFunc.SetWaduk(rWaduk:TWadukArr);
var i:integer;
begin
  FNWaduk:=high(rWaduk);
  SetLength(FWaduk,FNWaduk+1);
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    FWaduk[i]:=TWaduk.Create(rWaduk[i]);
  end;
end;

```

```

end;

procedure TObjFunc.SetInflow(const rInflow:dArr2);
var i,j:integer;
begin
  SetLength(FInflow,FNWaduk+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      FInflow[i,j]:=rInflow[i,j];
    end;
  end;
end;

procedure TObjFunc.SetHidro(const rHidro:dArr2);
var i,j:integer;
begin
  SetLength(FHidro,FNWaduk+1,FNjam+1);
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      FHidro[i,j]:=rHidro[i,j];
    end;
  end;
end;

procedure TObjFunc.SetElevAwal(const rElevAwal:dArr1);
var i:integer;
begin
  SetLength(FElevAwal,FNWaduk+1);
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    FElevAwal[i]:=rElevAwal[i];
    FWaduk[i].ElevasiAwal:=rElevAwal[i];
  end;
end;

procedure TObjFunc.SetElevAkhir(const rElevAkhir:dArr1);
var i:integer;
begin
  SetLength(FElevAkhir,FNWaduk+1);
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    FElevAkhir[i]:=rElevAkhir[i];
    FWaduk[i].ElevasiAkhir:=rElevAkhir[i];
  end;
end;

//data processing
function TObjFunc.isON(const rFlip:double):boolean;
begin
  result:=false;
  if random<=rFlip then result:=true;
end;

```

```

end;

function TObjFunc.isServe(const rJam:integer;const rChrom:bArr1):boolean;
var i:integer;
    load,sBebanMin,sBebanMax:double;
begin
    result:=true;
    sBebanMin:=0;
    sBebanMax:=0;
    for i:=1 to FNgen do
    begin
        if rChrom[i]=true then
        begin
            sBebanMin:=sBebanMin+FGen[i].Pmin;
            sBebanMax:=sBebanMax+FGen[i].Pmax;
        end;
    end;
    load:=FBeban[rJam]+FRes[rJam];
    if load<sBebanMin then result:=false;
    if load>sBebanMax then result:=false;
end;

procedure TObjFunc.isServe2(const rJam:integer;const rChrom:bArr1;
    var rTes:integer;
    var rPin:double);
var i:integer;
    load,sBebanMin,sBebanMax:double;
begin
    rTes:=2;
    sBebanMin:=0;
    sBebanMax:=0;
    rPin:=0;
    for i:=1 to FNgen do
    begin
        if rChrom[i]=true then
        begin
            sBebanMin:=sBebanMin+FGen[i].Pmin;
            sBebanMax:=sBebanMax+FGen[i].Pmax;
        end;
    end;
    load:=FBeban[rJam];
    if load<sBebanMin then
    begin
        rTes:=1;
        rPin:=sBebanMin-load;
    end;
    if load>sBebanMax then
    begin
        rTes:=3;
        rPin:=load-sBebanMax;
    end;
end;

function TObjFunc.isRampRate(const rJam:integer;const rPL:dArr2):boolean;
var i:integer;

```

```

    delta:double;
begin
result:=true;
for i:=1 to FNgen do
begin
if rJam>1 then
begin
delta:=rPL[i,rJam]-rPL[i,rJam-1];
if delta>0 then
begin
if delta>FGen[i].Ramp then
begin
result:=false;
break;
end;
end;
end;
end;
end;
end;

function TObjFunc.HitungEcoDis(const rJam:integer;
    const rChrom1:bArr1):dArr1;
var i,j:integer;
    Status:bArr1;
    LoadCek,Pa,Pb,Lmd,LoadSplit:double;
    aBeban,diffa2,diffa1,Cek,tes:double;
begin
SetLength(Status.FNgen+1);
for i:=1 to FNgen do
begin
    Status[i]:=rChrom1[i];
    FGen[i].Daya:=0;
end;
aBeban:=FBeban[rJam];
LoadCek:=aBeban;
LoadSplit:=aBeban;
for i:=1 to 15 do
begin
    Pa:=0;
    Pb:=0;
    for j:=1 to FNgen do
    begin
        if Status[j] then
        begin
            diffa2:=FGen[j].a2*2;
            diffa1:=FGen[j].a1;
            Pa:=Pa+1/diffa2;
            Pb:=Pb+diffa1/diffa2;
        end;
    end;
    if Pa<>0 then
    begin
        Lmd:=(LoadSplit+Pb)/Pa;
    end
    else

```

```

begin
  Lmd:=LoadSplit+Pb;
end;
Cek:=0;
for j:=1 to FNgen do
begin
  if Status[j] then
  begin
    diffa2:=2*FGen[j].a2;
    diffa1:=FGen[j].a1;
    FGen[j].Daya:=(Lmd-diffa1)/diffa2;
    if FGen[j].Daya<FGen[j].Pmin then
    begin
      FGen[j].Daya:=FGen[j].Pmin;
    end;
    if FGen[j].Daya>FGen[j].Pmax then
    begin
      FGen[j].Daya:=FGen[j].Pmax;
    end;
  end;
  Cek:=Cek+FGen[j].Daya;
end;
tes:=LoadCek-Cek;
if (tes<0.0001) and (tes>-0.0001) then
begin
  break;
end
else if tes>0 then
begin
  for j:=1 to fNgen do
  begin
    if Status[j] then
    begin
      if FGen[j].Daya=FGen[j].PMax then
      begin
        Status[j]:=false;
        LoadSplit:=LoadSplit-FGen[j].Daya;
        if LoadSplit<0 then
        begin
          LoadSplit:=LoadSplit+fGen[j].Daya;
          Status[j]:=true;
        end;
      end;
    end;
  end;
end
else if tes<0 then
begin
  for j:=1 to fNgen do
  begin
    if Status[j] then
    begin
      if FGen[j].Daya=FGen[j].Pmin then
      begin
        Status[j]:=false;
      end;
    end;
  end;
end

```



```

begin
  result[i,j]:=FGen[i].Sh;
end
else
begin
  result[i,j]:=FGen[i].Sc;
end;
init:=1;
end;
end
else if rPL[i,j]=0 then
begin
  if init>0 then
  begin
    init:=-1;
  end
  else if init<0 then
  begin
    init:=init-1;
  end;
end;
end;
end;
end;

procedure TObjFunc.HitungPL(const rPL:dArr2;
  var rCostPerJam:dArr1;
  var rCostTotal:double);
var i,j:integer;
  CostGen,CostSUC:dArr2;
begin
  CostGen:=HitungCostGen(rPL);
  CostSUC:=HitungCostSUC(rPL);
  SetLength(rCostPerJam, FNjam+1);
  rCostTotal:=0;
  for i:=1 to FNjam do
  begin
    rCostPerJam[i]:=0;
    for j:=1 to FNgen do
    begin
      rCostPerJam[i]:=rCostPerJam[i]+CostGen[j,i]+CostSUC[j,i];
    end;
    rCostTotal:=rCostTotal+rCostPerJam[i];
  end;
end;

procedure TObjFunc.doHitungChrom(const rChrom:bArr2;
  var rCostTotal:double);
var i,j:integer;
  PLa:dArr1;
  PL,CostGen,CostSUC:dArr2;
  chrom1:bArr1;
begin
  SetLength(PL, FNgen+1, FNjam+1);
  SetLength(chrom1, FNgen+1);

```

```

SetLength(PLa, FNgen+1);
for i:=1 to FNjam do
begin
  for j:=1 to FNgen do
  begin
    chrom1[j]:=rChrom[j,i];
  end;
  PLa:=HitungEcoDis(i,chrom1);
  for j:=1 to FNgen do
  begin
    PL[j,i]:=PLa[j];
  end;
end;
CostGen:=HitungCostGen(PL);
CostSUC:=HitungCostSUC(PL);
rCostTotal:=0;
for i:=1 to FNjam do
begin
  for j:=1 to FNgen do
  begin
    rCostTotal:=rCostTotal+CostGen[j,i]+CostSUC[j,i];
  end;
end;
end;

procedure TObjFunc.doHitungChrom(const rChrom:bArr2;
  var rPL:dArr2;
  var rCostPerJam:dArr1;
  var rCostTotal:double);
var i,j:integer;
  PLa:dArr1;
  chrom1:bArr1;
begin
  SetLength(rPL, FNgen+1, FNjam+1);
  SetLength(rCostPerJam, FNjam+1);
  SetLength(chrom1, FNgen+1);
  SetLength(PLa, FNgen+1);
  for i:=1 to FNjam do
  begin
    for j:=1 to FNgen do
    begin
      chrom1[j]:=rChrom[j,i];
    end;
    PLa:=HitungEcoDis(i,chrom1);
    for j:=1 to FNgen do
    begin
      rPL[j,i]:=PLa[j];
    end;
  end;
  HitungPL(rPL, rCostPerJam, rCostTotal);
end;

procedure TObjFunc.doHitungPLN(var rCostPerJam:dArr1;
  var rCostTotal:double);
begin

```

```

    HitungPL(FPLN,rCostPerJam,rCostTotal);
end;

//data output
function TObjFunc.GetSortAFLC:iArr1;
var i,j,tmp:integer;
    tmpAFLC:double;
begin
    SetLength(result,FNgen+1);
    for i:=1 to FNgen do
    begin
        result[i]:=i;
    end;
    for i:=1 to fNgen-1 do
    begin
        for j:=i to fNgen do
        begin
            if FAFLC[i]>FAFLC[j] then
            begin
                tmpAFLC:=FAFLC[i];
                FAFLC[i]:=FAFLC[j];
                FAFLC[j]:=tmpAFLC;
                tmp:=result[i];
                result[i]:=result[j];
                result[j]:=tmp;
            end;
        end;
    end;
    for i:=1 to fNgen do
    begin
        fAFLC[i]:=fGen[i].AFLC;
    end;
end;

function TObjFunc.GetSortChrom(const rRank:integer):bArr1;
var i:integer;
begin
    SetLength(result,FNgen+1);
    for i:=1 to FNgen do
    begin
        result[i]:=false;
    end;
    for i:=1 to rRank do
    begin
        result[FSortAFLC[i]]:=true;
    end;
end;

function TObjFunc.FindAFLC(const ri:integer):integer;
var i:integer;
begin
    result:=1;
    for i:=1 to FNgen do
    begin
        if FSortAFLC[i]=ri then

```

```

begin
  result:=i;
  break;
end;
end;
end;

procedure TObjFunc.RepairAFLC(var rChrom:bArr2);
var i,j,pos,k:integer;
begin
  for i:=1 to FNjam do
  begin
    for j:=1 to Ngen do
    begin
      if rChrom[j,i]=true then
      begin
        pos:=FindAFLC(j);
        for k:=1 to pos do
        begin
          if rChrom[FSortAFLC[k],i]=false then
          begin
            rChrom[FSortAFLC[k],i]:=true;
            rChrom[j,i]:=false;
            break;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

function TObjFunc.CreateChromBase:bArr2;
var i,j,k:integer;
    chrom1:bArr1;
    serve:boolean;
begin
  SetLength(result,FNgen+1,FNjam+1);
  SetLength(chrom1,FNgen+1);
  for i:=1 to FNjam do
  begin
    for j:=1 to FNgen do
    begin
      chrom1:=GetSortChrom(j);
      serve:=isServe(i,chrom1);
      if serve=true then
      begin
        for k:=1 to FNgen do
        begin
          result[k,i]:=chrom1[k];
        end;
        break;
      end;
    end;
  end;
end;
end;

```

```

function TObjFunc.CreateChromONOFF:bArr2;
var i,j,k:integer;
    chrom1:bArr1;
    serve:boolean;
begin
    SetLength(result,FNgen+1,FNjam+1);
    SetLength(chrom1,FNgen+1);
    for i:=1 to FNjam do
        begin
            for j:=FNgen downto 1 do
                begin
                    chrom1:=GetSortChrom(j);
                    serve:=isServe(i,chrom1);
                    if serve=true then
                        begin
                            for k:=1 to FNgen do
                                begin
                                    result[k,i]:=chrom1[k];
                                end;
                                break;
                            end;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
end;

function TObjFunc.getRandomChrom(const rFlip:double):bArr2;
var i,j:integer;
    chromBase,chromONOFF:bArr2;
begin
    chromBase:=CreateChromBase;
    chromONOFF:=CreateChromONOFF;
    SetLength(result,Ngen+1,Njam+1);
    for l:=1 to Ngen do
        begin
            for j:=1 to Njam do
                begin
                    if chromBase[i,j]=true then
                        begin
                            result[i,j]:=true;
                        end
                    else
                        begin
                            if chromONOFF[i,j]=true then
                                begin
                                    if isON(rFlip)=true then
                                        begin
                                            result[i,j]:=true;
                                        end
                                    else
                                        begin
                                            result[i,j]:=false;
                                        end;
                                end;
                            end;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
end;

```

```
    end;  
end;  
RepairAFLC(result);  
result:=GetSwap(result);  
end;
```

```
function TObjFunc.GetSwap(const rChrom:bArr2):bArr2;  
var i,j,k,init,pos:integer;  
begin  
  SetLength(result,FNGen+1,FNjam+1);  
  for i:=1 to FNGen do  
  begin  
    init:=FGen[i].InitSt;  
    for j:=1 to FNjam do  
    begin  
      result[i,j]:=rChrom[i,j];  
      if result[i,j]=true then  
      begin  
        if init<0 then  
        begin  
          if abs(init)>=FGen[i].Tdown then  
          begin  
            init:=1;  
          end  
          else  
          begin  
            pos:=j+init;  
            if pos<1 then  
            begin  
              pos:=1;  
            end;  
            for k:=pos to j-1 do  
            begin  
              result[i,k]:=true;  
            end;  
          end;  
        end  
        else if init>0 then  
        begin  
          init:=init+1;  
        end;  
      end  
      else if result[i,j]=false then  
      begin  
        if init<0 then  
        begin  
          init:=init-1;  
        end  
        else if init>0 then  
        begin  
          if init>=FGen[i].Tup then  
          begin  
            init:=-1;  
          end  
        end  
      end  
    end  
  end  
end;
```

```

        begin
            result[i,j]:=true;
            init:=init+1;
        end;
    end;
end;
end;
end;
end;

//destructor
destructor TObjFunc.Destroy;
var i:integer;
begin
    try
        for i:=1 to FNgen do
            begin
                FGen[i].Free;
            end;
        for i:=1 to FNWaduk do
            begin
                FWaduk[i].Free;
            end;
        finally
            inherited Destroy;
        end;
    end;
end;

function TObjFunc.doCariGreyZone(const rChrom:bArr2):bArr2;
var i,j,init,tcold:integer;
begin
    SetLength(result,FNgen+1,FNjam+1);
    for i:=1 to FNgen do
        begin
            for j:=1 to FNjam do
                begin
                    result[i,j]:=false;
                end;
            end;
        for i:=1 to FNgen do
            begin
                init:=FGen[i].InitSt;
                tcold:=FGen[i].Tdown+FGen[i].Tcold;
                for j:=1 to FNjam do
                    begin
                        if rChrom[i,j]=true then
                            begin
                                if init<0 then
                                    begin
                                        if abs(init)=(tcold+1) then
                                            begin
                                                result[i,j]:=true;
                                            end;
                                        end;
                                        init:=1;
                                    end
                                end
                            end
                    end;
                end
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

else if init>0 then
begin
  init:=init+1;
end;
end
else if rChrom[i,j]=false then
begin
  if init<0 then
  begin
    init:=init-1;
  end
  else if init>0 then
  begin
    init:=-1;
  end;
end;
end;
end;
end;

procedure TObjFunc.doExecute(var rChrom:bArr2;
  var rPL:dArr2;
  var rCostPerJam:dArr1;
  var rCostTotal:double);
var i,j:integer;
  CostBest, CostCek:double;
  chromBase, greyChrom:bArr2;
begin
  chromBase:=CreateChromBase;
  rChrom:=GetSwap(chromBase);
  doHitungChrom(rChrom, CostBest);
  greyChrom:=doCariGreyZone(rChrom);
  for i:=1 to FNgen do
  begin
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      if greyChrom[i,j]=true then
      begin
        rChrom[i,j-1]:=true;
        doHitungChrom(rChrom, CostCek);
        if CostBest>CostCek then
        begin
          CostBest:=CostCek;
        end
        else
        begin
          rChrom[i,j-1]:=false;
        end;
      end;
    end;
  end;
  doHitungChrom(rChrom, rPL, rCostPerJam, rCostTotal);
end;

procedure TObjFunc.UpdateQh(var rQh:dArr2);

```

```

var i,j:integer;
    Qin2:double;
    Vh:dArr2;
begin
    SetLength(Vh,FNWaduk+1,FNjam+1);
    for i:=1 to FNWaduk do
    begin
        Vh[i,0]:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAwal);
        for j:=1 to FNjam do
        begin
            Qin2:=0;
            if i>1 then
            begin
                if j>FWaduk[i].Delay then
                begin
                    Qin2:=rQh[i-1,j-FWaduk[i].Delay];
                end
            end;
            Vh[i,j]:=FWaduk[i].GetVolAkhir(Vh[i,j-1],FInflow[i,j],
                Qin2,rQh[i,j],3600);
            if Vh[i,j]>FWaduk[i].VolMax then
            begin
                rQh[i,j]:=FWaduk[i].GetQout(Vh[i,j-1],FWaduk[i].VolMax,
                    FInflow[i,j],Qin2,3600);
                Vh[i,j]:=FWaduk[i].GetVolAkhir(Vh[i,j-1],FInflow[i,j],
                    Qin2,rQh[i,j],3600);
            end
            else if Vh[i,j]<FWaduk[i].VolMin then
            begin
                rQh[i,j]:=FWaduk[i].GetQout(Vh[i,j-1],FWaduk[i].VolMin,
                    FInflow[i,j],Qin2,3600);
                Vh[i,j]:=FWaduk[i].GetVolAkhir(Vh[i,j-1],FInflow[i,j],
                    Qin2,rQh[i,j],3600);
            end;
        end;
    end;
end;

procedure TObjFunc.DecodeChrom(var rChrom:dArr1;
    var rQh:dArr2);
var i,Ncek:integer;
begin
    Ncek:=high(rChrom)+1;
    if Ncek<>(FNWaduk*FNjam) then
    begin
        raise Exception.Create("Dimensi matrik tidak sama!");
    end;
    SetLength(rQh,FNWaduk+1,FNjam+1);
    for i:=1 to FNjam do
    begin
        rQh[1,i]:=GetBatasToReal(rChrom[i-1],0,FWaduk[1].QoutMax);
        rQh[2,i]:=GetBatasToReal(rChrom[FNjam+i-1],0,FWaduk[2].QoutMax);
        rQh[3,i]:=GetBatasToReal(rChrom[2*FNjam+i-1],0,FWaduk[3].QoutMax);
    end;
end;

```



```

procedure TObjFunc.EncodeChrom(var rQh:dArr2;
    var rChrom:dArr1);
var i,j:integer;
begin
    for i:=1 to FNWaduk do
        begin
            for j:=1 to FNjam do
                begin
                    if rQh[i,j]>FWaduk[i].QoutMax then rQh[i,j]:=FWaduk[i].QoutMax;
                    if rQh[i,j]<0 then rQh[i,j]:=0;
                end;
            end;
        for i:=1 to FNjam do
            begin
                rChrom[i-1]:=GetRealToBatas(rQh[1,i],0,FWaduk[1].QoutMax);
                rChrom[FNjam+i-1]:=GetRealToBatas(rQh[2,i],0,FWaduk[2].QoutMax);
                rChrom[2*FNjam+i-1]:=GetRealToBatas(rQh[3,i],0,FWaduk[3].QoutMax);
            end;
        end;
end;

function TObjFunc.doMutasi(const rSfun,rSmin,rBeta,rChrom:double;
    const ia:integer;
    var rRand:TRandomu):double;
var val,dval,tho:double;
begin
    result:=0;
    if rChrom<>0 then
        begin
            val:=GetBatasToReal(rChrom,0,FWaduk[ia].QoutMax);
            tho:=rBeta*rSfun/rSmin*(FWaduk[ia].QoutMax-0);
            dval:=val+rRand.NextGaussian(0,tho);
            if dval>FWaduk[ia].QoutMax then dval:=FWaduk[ia].QoutMax;
            if dval<0 then dval:=0;
            result:=GetRealToBatas(dval,0,FWaduk[ia].QoutMax);
        end;
    end;
end;

procedure TObjFunc.doHitung(var rChrom:dArr1;
    var rCost:double);
var i,j,dep,tes:integer;
    Pt,Qh,Vh,Pha:dArr2;
    NewLoad,Ph,tmpLoad,PLa:dArr1;
    V0,Vi,sQout,sQin1,sQin2,pinVf,pinPt,pinVh,sLoad:double;
    Qin1,Qin2,sCost,pin:double;
    chrom1:bArr1;
begin
    DecodeChrom(rChrom,Qh);
    UpdateQh(Qh);
    //cek konstrain vol akhir waduk tiap waduk
    //dan koreksi jika ada pelanggaran
    pinVf:=0;
    for i:=1 to FNWaduk do
        begin
            V0:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAwal);

```

```

Vi:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAkhir);
dep:=round(1+random*(FNjam-1));
sQin1:=0;
sQin2:=0;
sQout:=0;
for j:=1 to FNjam do
begin
sQin1:=sQin1+FInflow[i,j];
if i>1 then
begin
if j>FWaduk[i].Delay then
begin
sQin2:=sQin2+Qh[i-1,j-FWaduk[i].Delay];
end;
end;
if j<>dep then
begin
sQout:=sQout+Qh[i,j];
end;
end;
Qh[i,dep]:=((V0-Vi)/3600-sQout+sQin1+sQin2);
if (Qh[i,dep])>FWaduk[i].QoutMax then
begin
pinVf:=pinVf+abs(Qh[i,dep]-FWaduk[i].QoutMax);
Qh[i,dep]:=FWaduk[i].QoutMax;
end;
if Qh[i,dep]<0 then
begin
pinVf:=pinVf+abs(Qh[i,dep]);
Qh[i,dep]:=0;
end;
end;
//hitung vol tiap waduk per periode
SetLength(Vh,FNWaduk+1,FNjam+1);
pinVh:=0;
for i:=1 to FNWaduk do
begin
Vh[i,0]:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAwal);
for j:=1 to FNjam do
begin
Qin1:=FInflow[i,j];
Qin2:=0;
if i>1 then
begin
if j>FWaduk[i].Delay then
begin
Qin2:=Qh[i-1,j-FWaduk[i].Delay];
end;
end;
end;
Vh[i,j]:=FWaduk[i].GetVolAkhir(Vh[i,j-1],Qin1,Qin2,
Qh[i,j],3600);
if Vh[i,j]>FWaduk[i].VolMax then
begin
pinVh:=pinVh+abs(Vh[i,j]-FWaduk[i].VolMax);
Vh[i,j]:=FWaduk[i].VolMax;
end;
end;
end;

```

```

end;
if Vh[i,j]<FWaduk[i].VolMin then
begin
pinVh:=pinVh+abs(FWaduk[i].VolMin-Vh[i,j]);
Vh[i,j]:=FWaduk[i].VolMin;
end;
end;
end;
//hitung Ph tiap waduk dan kurangi jumlah beban dengan
//jumlah Ph tiap waduk
SetLength(NewLoad,FNjam+1);
SetLength(Ph,FNWaduk+1);
SetLength(Pha,FNWaduk+1,FNjam+1);
for i:=1 to FNjam do
begin
for j:=1 to FNWaduk do
begin
if Qh[j,i]>FWaduk[j].QoutMax then
begin
Ph[j]:=FWaduk[j].GetDaya(FWaduk[j].QoutMax,Vh[j,i]);
end
else if Qh[j,i]<0 then
begin
Ph[j]:=FWaduk[j].GetDaya(0,Vh[j,i]);
end
else
begin
Ph[j]:=FWaduk[j].GetDaya(Qh[j,i],Vh[j,i]);
end;
Pha[j,i]:=Ph[j];
end;
sLoad:=0;
for j:=1 to FNWaduk do
begin
sLoad:=sLoad+Ph[j];
end;
NewLoad[i]:=FBeban[i]-sLoad;
end;
//koreksi daya thermal dan cari pelanggarannya!
SetLength(Pt,FNgen+1,FNjam+1);
//simpan data load asli ke temporary
SetLength(tmpLoad,FNjam+1);
for i:=1 to FNjam do
begin
tmpLoad[i]:=FBeban[i];
end;
//set FBeban menjadi NewLoad
for i:=1 to FNjam do
begin
FBeban[i]:=NewLoad[i];
end;
//lakukan perhitungan ekonomis dispath
SetLength(chrom1,FNgen+1);
SetLength(PLa,FNgen+1);
pinPt:=0;

```

```

for i:=1 to FNjam do
begin
//initial chrom1
for j:=1 to FNgen do
begin
if FPLN[j,i]<>0 then
begin
chrom1[j]:=true;
end
else
begin
chrom1[j]:=false;
end;
end;
//lakukan tes economic dispath
isServe2(i,chrom1,tes,pin);
//jika tes=1 then kurang jika tes=2 OK jika tes=3 kebanyakan
if tes=1 then
begin
pinPt:=pinPt+pin;
for j:=1 to FNgen do
begin
if FPLN[j,i]<>0 then
begin
PLa[j]:=FGen[j].Pmin;
end
else
begin
PLa[j]:=0;
end;
end;
end
else if tes=2 then
begin
PLa:=HitungEcoDis(i,chrom1);
end
else if tes=3 then
begin
pinPt:=pinPt+pin;
for j:=1 to FNgen do
begin
if FPLN[j,i]<>0 then
begin
PLa[j]:=FGen[j].Pmax;
end
else
begin
PLa[j]:=0;
end;
end;
end;
for j:=1 to FNgen do
begin
Pt[j,i]:=PLa[j];
end;
end;

```

```

end;
//cari jumlah biaya pembangkitan thermal
sCost:=0;
for i:=1 to FNWaduk do
begin
  for j:=1 to FNjam do
  begin
    sCost:=sCost+Pha[i,j];
    //sCost:=sCost+FGen[i].GetBiaya(Pt[i,j]);
  end;
end;
rCost:=1/sCost+FLamdaVf*pinVf+FLamdaPt*pinPt+FLamdaVh*pinVh;
//rCost:=sCost+FLamdaPt*pinPt+FLamdaVh*pinVh;
//kembalikan FBeban ke nilai semula
for i:=1 to FNjam do
begin
  FBeban[i]:=tmpLoad[i];
end;
EncodeChrom(Qh,rChrom);
end;

procedure TObjfunc.doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
  var rChromHasil:bArr2;
  var rPt,rPh,rQh,rElev:dArr2;
  var rCostPerJam:dArr1;
  var rCostTotal:double);
var i,j,dep,tes:integer;
  Vh:dArr2;
  mX,NewLoad,Ph,tmpLoad,PLa:dArr1;
  V0,Vi,sQout,sQin1,sQin2,pinVf,pinPt,pinVh,sLoad:double;
  Qin1,Qin2,sCost,pin:double;
  matX:dArr1;
  chrom1:bArr1;
begin
  matX:=DecodeBinToFloat2(rChrom);
  DecodeChrom(matX,rQh);
  UpdateQh(rQh);
  //cek konstrain vol akhir waduk tiap waduk
  //dan koreksi jika ada pelanggaran
  pinVf:=0;
  for i:=1 to FNWaduk do
  begin
    V0:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAwal);
    Vi:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAkhir);
    dep:=round(1+random*(FNjam-1));
    sQin1:=0;
    sQin2:=0;
    sQout:=0;
    for j:=1 to FNjam do
    begin
      sQin1:=sQin1+FInflow[i,j];
      if i>1 then
      begin
        if j>FWaduk[i].Delay then
          begin

```

```

    sQin2:=sQin2+rQh[i-1,j-FWaduk[i].Delay];
  end;
end;
if j<>dep then
begin
  sQout:=sQout+rQh[i,j];
end;
end;
rQh[i,dep]:=(V0-Vi)/3600-sQout+sQin1+sQin2);
if (rQh[i,dep])>FWaduk[i].QoutMax then
begin
  pinVf:=pinVf+abs(rQh[i,dep]-FWaduk[i].QoutMax);
  rQh[i,dep]:=FWaduk[i].QoutMax;
end;
if rQh[i,dep]<0 then
begin
  pinVf:=pinVf+abs(rQh[i,dep]);
  rQh[i,dep]:=0;
end;
end;
//hitung vol tiap waduk per periode
SetLength(Vh,FNWaduk+1,FNjam+1);
pinVh:=0;
for i:=1 to FNWaduk do
begin
  Vh[i,0]:=FWaduk[i].doCalcVolume(FWaduk[i].ElevasiAwal);
  for j:=1 to FNjam do
  begin
    Qin1:=FInflow[i,j];
    Qin2:=0;
    if i>1 then
    begin
      if j>FWaduk[i].Delay then
      begin
        Qin2:=rQh[i-1,j-FWaduk[i].Delay];
      end;
    end;
    Vh[i,j]:=FWaduk[i].GetVolAkhir(Vh[i,j-1],Qin1,Qin2,
      rQh[i,j],3600);
    if Vh[i,j]>FWaduk[i].VolMax then
    begin
      pinVh:=pinVh+abs(Vh[i,j]-FWaduk[i].VolMax);
      Vh[i,j]:=FWaduk[i].VolMax;
    end;
    if Vh[i,j]<FWaduk[i].VolMin then
    begin
      pinVh:=pinVh+abs(FWaduk[i].VolMin-Vh[i,j]);
      Vh[i,j]:=FWaduk[i].VolMin;
    end;
  end;
end;
//hitung Ph tiap waduk dan kurangi jumlah beban dengan
//jumlah Ph tiap waduk
SetLength(NewLoad,FNjam+1);
SetLength(Ph,FNWaduk+1);

```

```

SetLength(rPh, FNWaduk+1, FNjam+1);
for i:=1 to FNjam do
begin
  for j:=1 to FNWaduk do
  begin
    if rQh[i,j]>FWaduk[j].QoutMax then
    begin
      Ph[j]:=FWaduk[j].GetDaya(FWaduk[j].QoutMax, Vh[j,i]);
    end
    else if rQh[i,j]<0 then
    begin
      Ph[j]:=FWaduk[j].GetDaya(0, Vh[j,i]);
    end
    else
    begin
      Ph[j]:=FWaduk[j].GetDaya(rQh[i,j], Vh[j,i]);
    end;
    rPh[j,i]:=Ph[j];
  end;
  sLoad:=0;
  for j:=1 to FNWaduk do
  begin
    sLoad:=sLoad+Ph[j];
  end;
  NewLoad[i]:=FBeban[i]-sLoad;
end;
//koreksi daya thermal dan cari pelanggarannya!
SetLength(rPt, FNgen+1, FNjam+1);
//simpan data load asli ke temporary
SetLength(tmpLoad, FNjam+1);
for i:=1 to FNjam do
begin
  tmpLoad[i]:=FBeban[i];
end;
//set FBeban menjadi NewLoad
for i:=1 to FNjam do
begin
  FBeban[i]:=NewLoad[i];
end;
//lakukan perhitungan Unit Commitment dengan metode Fast Priority List
//Metode Fast Priority List dikasih nama doExecute
doExecute(rChromHasil, rPt, rCostPerJam, rCostTotal);
for i:=1 to FNjam do
begin
  FBeban[i]:=tmpLoad[i];
end;
//cari elevasi tiap-tiap waduk
SetLength(rElev, FNWaduk+1, FNjam+1);
for i:=1 to FNWaduk do
begin
  for j:=1 to FNjam do
  begin
    rElev[i,j]:=FWaduk[i].doFindRoot(Vh[i,j]);
    if rQh[i,j]>FWaduk[j].QoutMax then rQh[i,j]:=FWaduk[j].QoutMax;
    if rQh[i,j]<0 then rQh[i,j]:=0;
  end;
end;
end;

```

end;
end;
end;
end.

```

unit uGenetic;

interface

uses uUtils,uRandom;

type
TGenetic=class
private
  FMaxGen,FPopSize,FLength:integer;
  function GetMin:dArr1;
  function GetAvg:dArr1;
  function GetMax:dArr1;
protected
  FRandom:TRandomu;
  FMin,FAvg,FMax:dArr1;
  procedure InitParent;virtual;abstract;
  procedure Statistik;virtual;abstract;
  procedure Generasi;virtual;abstract;
public
  constructor Create;overload;
  constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer);overload;
  destructor Destroy;override;
  property MaxGen:integer read FMaxGen write FMaxGen;
  property PopSize:integer read FPopSize write FPopSize;
  property LengthX:integer read FLength write FLength;
  property Min:dArr1 read GetMin;
  property Avg:dArr1 read GetAvg;
  property Max:dArr1 read GetMax;
end;

TIndiBin1=record
  chrom:bArr1;
  fitness:double;
end;

TPopBin1=array of TIndiBin1;

TIndiBin2=record
  chrom:bArr2;
  fitness:double;
end;

TPopBin2=array of TIndiBin2;

TIndiDouble1=record
  chrom:dArr1;
  fitness:double;
end;

TPopDouble1=array of TIndiDouble1;

TIndiDouble2=record
  chrom:dArr2;
  fitness:double;

```

```

end;

TPopDouble2=array of TIndiDouble2;

TIndiTCSC1=record
  chrom:TChromTCSC1;
  fitness:double;
end;

TPopTCSC1=array of TIndiTCSC1;

TIndiUpfc1=record
  chrom:TChromUpfc1;
  fitness:double;
end;

TPopUpfc1=array of TIndiUpfc1;

Implementation

constructor TGenetic.Create;
begin
  inherited Create;
  FMaxGen:=50;
  FPopSize:=50;
  FLength:=1;
  SetLength(FMin,FMaxGen);
  SetLength(FAvg,FMaxGen);
  SetLength(FMax,FMaxGen);
  FRandom:=TRandomu.Create;
end;

constructor TGenetic.Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer);
begin
  inherited Create;
  FMaxGen:=aMaxGen;
  FPopSize:=aPopSize;
  FLength:=aLength;
  SetLength(FMin,FMaxGen);
  SetLength(FAvg,FMaxGen);
  SetLength(FMax,FMaxGen);
  FRandom:=TRandomu.Create;
end;

destructor TGenetic.Destroy;
begin
  try
    FRandom.Free;
  finally
    inherited Destroy;
  end;
end;

function TGenetic.GetMin:dArr1;
var i:integer;

```

```
begin
  SetLength(result,FMaxGen);
  for i:=1 to FMaxGen do
    begin
      result[i-1]:=FMin[i-1];
    end;
  end;

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

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

end.
```

```

unit uFitness;

interface

uses uUtils,uObjFunc,uRandom;

function CalcFitness(var rChrom:bArr1):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:bArr2):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:dArr1):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:dArr2):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:TChromTCSC1):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:TChromUpfc1):double;overload;
function MutasiEvoPro(const rSfun,rSmin,rBeta,rChrom:double;
    const ia:integer;
    var rRand:TRandomu):double;

implementation

function CalcFitness(var rChrom:bArr1):double;
var aX:double;
begin
    aX:=DecodeBinToFloat1(rChrom);
    //insert code obj function here
    result:=aX;
end;

function CalcFitness(var rChrom:bArr2):double;
var mX:dArr1;
    Cost:double;
begin
    SetLength(mX,high(rChrom));
    mX:=DecodeBinToFloat2(rChrom);
    //insert code obj function here
    gObjFunc.doHitung(mX,Cost);
    result:=Cost;
    rChrom:=DecodeFloat2ToBin(high(rChrom[0]),mX);
end;

function CalcFitness(var rChrom:dArr1):double;
begin
    //insert code obj function here
    result:=0;
end;

function CalcFitness(var rChrom:dArr2):double;
begin
    //insert code obj function here
    //gObjFunc.doHitung(rChrom,Cost);
    result:=0;//Cost;
end;

function CalcFitness(var rChrom:TChromTCSC1):double;
begin
    //insert code obj function here
    result:=0;//dObjFunc1.doHitung(aChrom);

```

```
end;

function CalcFitness(var rChrom:TChromUpfc1):double;
begin
  result:=0;//dObjFunc2.doHitung(aChrom);
end;

function MutasiEvoPro(const rSfun,rSmin,rBeta,rChrom:double;
  const ia:integer;
  var rRand:TRandomu):double;
begin
  //insert code obj function here
  result:=gObjFunc.doMutasi(rSfun,rSmin,rBeta,rChrom,ia,rRand);
end;

end.
```

```

unit uRandom;

interface

type
  TRandomu = class
  private
    FNextGaussian:double;
    procedure GetGaussian(var dv1,dv2:double);
  public
    constructor Create;
    function NextInt(const dmax:integer):integer;overload;
    function NextInt(const dmin,dmax:integer):integer;overload;
    function NextDouble:double;overload;
    function NextDouble(const dmin,dmax:double):double;overload;
    function NextBoolean:boolean;overload;
    function NextBoolean(const dflip:double):boolean;overload;
    function NextGaussian:double;overload;
    function NextGaussian(const dmean,dvariance:double):double;overload;
  end;

implementation

constructor TRandomu.Create;
begin
  inherited Create;
  FNextGaussian:=0;
end;

function TRandomu.NextInt(const dmax:integer):integer;
begin
  result:=round(random*dmax);
end;

function TRandomu.NextInt(const dmin,dmax:integer):integer;
begin
  result:=round(dmin+(dmax-dmin)*random);
end;

function TRandomu.NextDouble:double;
begin
  result:=random;
end;

function TRandomu.NextDouble(const dmin,dmax:double):double;
begin
  result:=dmin+(dmax-dmin)*random;
end;

function TRandomu.NextBoolean:boolean;
begin
  result:=false;
  if random<=0.5 then
  begin
    result:=true;
  end;
end;

```

```

    end;
end;

function TRandomu.NextBoolean(const dflip:double):boolean;
begin
    result:=false;
    if random<=dflip then
    begin
        result:=true;
    end;
end;

procedure TRandomu.GetGaussian(var dv1,dv2:double);
var s,multiplier:double;
begin
    repeat
        dv1:=2*random-1;
        dv2:=2*random-1;
        s:=dv1*dv1+dv2*dv2;
    until s<1;
    multiplier:=sqrt((-2*Ln(s))/s);
    dv1:=dv1*multiplier;
    dv2:=dv2*multiplier;
end;

function TRandomu.NextGaussian:double;
begin
    if FNextGaussian<>0 then
    begin
        result:=FNextGaussian;
        FNextGaussian:=0;
    end
    else
    begin
        GetGaussian(result,FNextGaussian);
    end;
end;

function TRandomu.NextGaussian(const dmean,
    dvariance:double):double;
var gauss:double;
begin
    if FNextGaussian<>0 then
    begin
        result:=dmean+dvariance*FNextGaussian;
        FNextGaussian:=0;
    end
    else
    begin
        GetGaussian(gauss,FNextGaussian);
        result:=dmean+dvariance*gauss;
    end;
end;

```

```

unit uFitness;

interface

uses uUtils,uObjFunc,uRandom;

function CalcFitness(var rChrom:bArr1):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:bArr2):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:dArr1):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:dArr2):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:TChromTCSC1):double;overload;
function CalcFitness(var rChrom:TChromUpfc1):double;overload;
function MutasiEvoPro(const rSfun,rSmin,rBeta,rChrom:double;
    const ia:integer;
    var rRand:TRandomu):double;

implementation

function CalcFitness(var rChrom:bArr1):double;
var aX:double;
begin
    aX:=DecodeBinToFloat1(rChrom);
    //insert code obj function here
    result:=aX;
end;

function CalcFitness(var rChrom:bArr2):double;
var mX:dArr1;
    Cost:double;
begin
    SetLength(mX,high(rChrom));
    mX:=DecodeBinToFloat2(rChrom);
    //insert code obj function here
    gObjFunc.doHitung(mX,Cost);
    result:=Cost;
    rChrom:=DecodeFloat2ToBin(high(rChrom[0]),mX);
end;

function CalcFitness(var rChrom:dArr1):double;
begin
    //insert code obj function here
    result:=0;
end;

function CalcFitness(var rChrom:dArr2):double;
begin
    //insert code obj function here
    //gObjFunc.doHitung(rChrom,Cost);
    result:=0;//Cost;
end;

function CalcFitness(var rChrom:TChromTCSC1):double;
begin
    //insert code obj function here
    result:=0;//dObjFunc1.doHitung(aChrom);

```

```
end;

function CalcFitness(var rChrom:TChromUpfc1):double;
begin
  result:=0;//dObjFunc2.doHitung(aChrom);
end;

function MutasiEvoPro(const rSfun,rSmin,rBeta,rChrom:double;
  const ia:integer;
  var rRand:TRandomu):double;
begin
  //insert code obj function here
  result:=gObjFunc.doMutasi(rSfun,rSmin,rBeta,rChrom,ia,rRand);
end;

end.
```

```

unit ulnputGen;

interface

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

type
  TfrmInput = class(TForm)
    PageControl1: TPageControl;
    Panel1: TPanel;
    TabSheet1: TTabSheet;
    TabSheet2: TTabSheet;
    TabSheet3: TTabSheet;
    btnClose: TButton;
    btnNext: TButton;
    SaveDialog1: TSaveDialog;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    edtNGen: TEdit;
    edtNjam: TEdit;
    fgGen: TStringGrid;
    TabSheet4: TTabSheet;
    TabSheet5: TTabSheet;
    fgPLN: TStringGrid;
    fgLoad: TStringGrid;
    fgWaduk: TStringGrid;
    fgInflow: TStringGrid;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    edtNWaduk: TEdit;
    TabSheet6: TTabSheet;
    fgPLNHidro: TStringGrid;
    procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure edtNGenChange(Sender: TObject);
    procedure edtNjamChange(Sender: TObject);
    procedure btnNextClick(Sender: TObject);
    procedure edtNWadukChange(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmInput: TfrmInput;

implementation

uses uObjFunc, uHasil;

{$R *.dfm}

```

```

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

procedure TfrmInput.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgGen.Cells[0,0] := 'Gen';
  fgGen.Cells[1,0] := 'Nama';
  fgGen.Cells[2,0] := 'Pmax';
  fgGen.Cells[3,0] := 'Pmin';
  fgGen.Cells[4,0] := 'a0';
  fgGen.Cells[5,0] := 'a1';
  fgGen.Cells[6,0] := 'a2';
  fgGen.Cells[7,0] := 'Tup';
  fgGen.Cells[8,0] := 'Tdown';
  fgGen.Cells[9,0] := 'Sh';
  fgGen.Cells[10,0] := 'Sc';
  fgGen.Cells[11,0] := 'Tcold';
  fgGen.Cells[12,0] := 'InitSt';
  fgGen.Cells[13,0] := 'Ramp Rate';
  fgLoad.Cells[0,0] := '';
  fgLoad.Cells[1,0] := 'Load';
  fgLoad.Cells[2,0] := 'Res';
  fgInflow.Cells[0,0] := 'Jam';
  fgWaduk.Cells[0,0] := 'No';
  fgWaduk.Cells[1,0] := 'Nama';
  fgWaduk.Cells[2,0] := 'ElevasiMin';
  fgWaduk.Cells[3,0] := 'ElevasiMax';
  fgWaduk.Cells[4,0] := 'QoutMax';
  fgWaduk.Cells[5,0] := 'h5';
  fgWaduk.Cells[6,0] := 'h4';
  fgWaduk.Cells[7,0] := 'h3';
  fgWaduk.Cells[8,0] := 'h2';
  fgWaduk.Cells[9,0] := 'h1';
  fgWaduk.Cells[10,0] := 'h0';
  fgWaduk.Cells[11,0] := 'b0';
  fgWaduk.Cells[12,0] := 'b1';
  fgWaduk.Cells[13,0] := 'b2';
  fgWaduk.Cells[14,0] := 'b11';
  fgWaduk.Cells[15,0] := 'b22';
  fgWaduk.Cells[16,0] := 'b12';
  fgWaduk.Cells[17,0] := 'NPipa';
  fgWaduk.Cells[18,0] := 'Delay';
end;

procedure TfrmInput.edtNGenChange(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
  if edtNgen.Text="" then
  begin
    fgGen.RowCount:=2;
    fgPLN.RowCount:=2;
  end
end

```

```

else
begin
  fgGen.RowCount:=StrToInt(edtNgen.Text)+1;
  fgPLN.RowCount:=StrToInt(edtNgen.Text)+1;
  for i:=1 to StrToInt(edtNgen.Text) do
  begin
    fgGen.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
    fgPLN.Cells[0,i]:=Gen '+IntToStr(i);
  end;
end;
end;

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

procedure TfrmInput.btnNextClick(Sender: TObject);
var input:TextFile;
    NamaFile,Nama:string;
    Pmin,Pmax,a2,a1,a0,Sh,Sc,Ramp,Load,Res:double;
    l,j,Tup,Tdown,Tcold,InitSt,Ngen,Njam,NWaduk,NPipa,Delay:integer;
    ElevMin,ElevMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0,QoutMax,b0,b1,b2:double;
    b11,b22,b12:double;
begin
  if btnNext.Caption='&Save' then
  begin
    if SaveDialog1.Execute then
    begin
      NamaFile:=SaveDialog1.FileName;
      AssignFile(input,NamaFile+'.txt');
      Rewrite(input);
      Ngen:=StrToInt(edtNgen.Text);
      Njam:=StrToInt(edtNjam.Text);
    end;
  end;
end;

```

```

Writeln(input,Ngen);
Writeln(input,Njam);
for i:=1 to Ngen do
begin
  Nama:=fgGen.Cells[1,i];
  Pmax:=StrToFloat(fgGen.Cells[2,i]);
  Pmin:=StrToFloat(fgGen.Cells[3,i]);
  a0:=StrToFloat(fgGen.Cells[4,i]);
  a1:=StrToFloat(fgGen.Cells[5,i]);
  a2:=StrToFloat(fgGen.Cells[6,i]);
  Tup:=StrToInt(fgGen.Cells[7,i]);
  Tdown:=StrToInt(fgGen.Cells[8,i]);
  Sh:=StrToFloat(fgGen.Cells[9,i]);
  Sc:=StrToFloat(fgGen.Cells[10,i]);
  Tcold:=StrToInt(fgGen.Cells[11,i]);
  InitSt:=StrToInt(fgGen.Cells[12,i]);
  Ramp:=StrToFloat(fgGen.Cells[13,i]);
  Writeln(input,Pmax:7:0,' ',Pmin:7:0,' ',
a0:9:4,' ',a1:9:4,' ',a2:9:5,' ',Tup,' ',Tdown,' ',
Sh:7:0,' ',Sc:7:0,' ',tcold,' ',InitSt,' ',Ramp:7:0,' ',Nama);
end;
for i:=1 to Njam do
begin
  Load:=StrToFloat(fgLoad.Cells[1,i]);
  Res:=StrToFloat(fgLoad.Cells[2,i]);
  Writeln(input,Load:7:2,' ',Res:7:2);
end;
fgPLN.RowCount:=Ngen+1;
fgPLN.ColCount:=Njam+1;
for i:=1 to Ngen do
begin
  for j:=1 to Njam do
  begin
    Load:=StrToFloat(fgPLN.Cells[j,i]);
    Write(input,Load:7:2,' ');
  end;
  Writeln(input,"");
end;
NWaduk:=StrToInt(edtNWaduk.Text);
Writeln(input,NWaduk);
for i:=1 to NWaduk do
begin
  Nama:=fgWaduk.Cells[1,i];
  ElevMin:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[2,i]);
  ElevMax:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[3,i]);
  QoutMax:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[4,i]);
  h5:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[5,i]);
  h4:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[6,i]);
  h3:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[7,i]);
  h2:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[8,i]);
  h1:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[9,i]);
  h0:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[10,i]);
  b0:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[11,i]);
  b1:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[12,i]);
  b2:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[13,i]);

```

```

b11:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[14,i]);
b22:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[15,i]);
b12:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[16,i]);
NPipa:=StrToInt(fgWaduk.Cells[17,i]);
Delay:=StrToInt(fgWaduk.Cells[18,i]);
Writeln(input,ElevMin:7:2,' ',ElevMax:7:2,' ',
QoutMax:5:2,' ',h5:20:11,' ',h4:20:8,' ',h3:20:8,' ',
h2:20:5,' ',h1:20:4,' ',h0:20:4,' ',b0:12:4,' ',b1:8:5,' ',
b2:13:9,' ',b11:13:11,' ',b22:13:9,' ',b12:13:9,' ',
NPipa,' ',Delay,' ',Nama);
end;
for i:=1 to Nwaduk do
begin
for j:=1 to Njam do
begin
Write(input,Load:7:2,' ');
end;
Writeln(input,"");
end;
for i:=1 to NWaduk do
begin
for j:=1 to Njam do
begin
Write(input,Load:7:2,' ');
end;
Writeln(input,' ');
end;
CloseFile(input);
end;
end
else if btnNext.Caption='&Next' then
begin
frmHasil.fgStatus.RowCount:=gObjFunc.Ngen+1;
frmHasil.fgStatus.ColCount:=gObjFunc.Njam+1;
frmHasil.fgDaya.RowCount:=gObjFunc.Ngen+1;
frmHasil.fgDaya.ColCount:=gObjFunc.Njam+1;
frmHasil.fgCostPerJam.RowCount:=gObjFunc.Njam+1;
frmHasil.edtParam.Text:=IntToStr(gObjFunc.NWaduk*gObjFunc.Njam);
for i:=1 to gObjFunc.Ngen do
begin
frmHasil.fgStatus.Cells[0,i]:='Unit '+IntToStr(i);
frmHasil.fgDaya.Cells[0,i]:='Unit '+IntToStr(i);
end;
for i:=1 to gObjFunc.Njam do
begin
frmHasil.fgStatus.Cells[i,0]:='Jam '+IntToStr(i);
frmHasil.fgDaya.Cells[i,0]:='Jam '+IntToStr(i);
end;
frmHasil.fgSetElev.RowCount:=gObjFunc.NWaduk+1;
for i:=1 to gObjFunc.NWaduk do
begin
frmHasil.fgSetElev.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
frmHasil.fgSetElev.Cells[1,i]:=gObjFunc.Waduk1[i].Nama;
end;
frmHasil.Show;

```

```
end;  
end;  
  
procedure TForm1.edtNWadukChange(Sender: TObject);  
var i,NWaduk:integer;  
begin  
  if edtNWaduk.Text="" then  
    begin  
      fgWaduk.RowCount:=2;  
      fgPLNHidro.RowCount:=2;  
    end  
  else  
    begin  
      NWaduk:=StrToInt(edtNWaduk.Text);  
      fgWaduk.RowCount:=NWaduk+1;  
      fgInflow.ColCount:=NWaduk+1;  
      fgPLNHidro.RowCount:=NWaduk+1;  
      for i:=1 to NWaduk do  
        begin  
          fgWaduk.Cells[0,i]:=IntToStr(i);  
          fgInflow.Cells[i,0]:='Waduk '+IntToStr(i);  
          fgPLNHidro.Cells[0,i]:='Waduk '+IntToStr(i);  
        end;  
      end;  
    end;  
end;  
  
end.
```

```

unit uGenerator;

interface

type
  TPembangkit=class
  private
    FName:string;
    FPmax,FPmin,Fa2,Fa1,Fa0,FSh,FSc,FDaya,FRamp:double;
    FTup,FTdown,FTcold,FInitSt:integer;
    function GetAFLC:double;
  public
    constructor Create;overload;
    constructor Create(const rNama:string;
      const rPmin,rPmax,ra2,ra1,ra0,rSh,rSc,rRamp:double;
      const rTup,rTdown,rTcold,rInitSt:integer);overload;
    constructor Create(const rPembangkit:TPembangkit);overload;
    procedure Assign(const rPembangkit:TPembangkit);
    function GetBiaya(const rDaya:double):double;
    function GetDaya(const rLamda:double):double;
    function GetLamda(const rDaya:double):double;
    property Nama:string read FName write FName;
    property Pmax:double read FPmax write FPmax;
    property Pmin:double read FPmin write FPmin;
    property a2:double read Fa2 write Fa2;
    property a1:double read Fa1 write Fa1;
    property a0:double read Fa0 write Fa0;
    property Sh:double read FSh write FSh;
    property Sc:double read FSc write FSc;
    property Ramp:double read FRamp write FRamp;
    property Tup:integer read FTup write FTup;
    property Tdown:integer read FTdown write FTdown;
    property Tcold:integer read FTcold write FTcold;
    property InitSt:integer read FInitSt write FInitSt;
    property Daya:double read FDaya write FDaya;
    property AFLC:double read GetAFLC;
  end;

  TGenArr=array of TPembangkit;

implementation

//constructor
constructor TPembangkit.Create;
begin
  inherited Create;
end;

constructor TPembangkit.Create(const rNama:string;
  const rPmin,rPmax,ra2,ra1,ra0,rSh,rSc,rRamp:double;
  const rTup,rTdown,rTcold,rInitSt:integer);
begin
  inherited Create;
  FName:=rNama;
  FPmin:=rPmin;

```



```
FPmax:=rPmax;  
Fa2:=ra2;  
Fa1:=ra1;  
Fa0:=ra0;  
FSh:=rSh;  
FSc:=rSc;  
FRamp:=rRamp;  
FTup:=rTup;  
FTdown:=rTdown;  
FTcold:=rTcold;  
FInitSt:=rInitSt;  
end;
```

```
constructor TPembangkit.Create(const rPembangkit:TPembangkit);  
begin
```

```
  inherited Create;  
  FNama:=rPembangkit.Nama;  
  FPmin:=rPembangkit.Pmin;  
  FPmax:=rPembangkit.Pmax;  
  Fa2:=rPembangkit.a2;  
  Fa1:=rPembangkit.a1;  
  Fa0:=rPembangkit.a0;  
  FSh:=rPembangkit.Sh;  
  FSc:=rPembangkit.Sc;  
  FRamp:=rPembangkit.Ramp;  
  FTup:=rPembangkit.Tup;  
  FTdown:=rPembangkit.Tdown;  
  FTcold:=rPembangkit.Tcold;  
  FInitSt:=rPembangkit.InitSt;  
end;
```

```
function TPembangkit.GetAFLC:double;  
begin  
  Result:=fa0/fPmax+fa1+fa2*fPmax;  
end;
```

```
procedure TPembangkit.Assign(const rPembangkit:TPembangkit);  
begin
```

```
  FNama:=rPembangkit.Nama;  
  FPmin:=rPembangkit.Pmin;  
  FPmax:=rPembangkit.Pmax;  
  Fa2:=rPembangkit.a2;  
  Fa1:=rPembangkit.a1;  
  Fa0:=rPembangkit.a0;  
  FSh:=rPembangkit.Sh;  
  FSc:=rPembangkit.Sc;  
  FRamp:=rPembangkit.Ramp;  
  FTup:=rPembangkit.Tup;  
  FTdown:=rPembangkit.Tdown;  
  FTcold:=rPembangkit.Tcold;  
  FInitSt:=rPembangkit.InitSt;  
end;
```

```
//data operation
```

```
function TPembangkit.GetBiaya(const rDaya:double):double;
begin
  result:=0;
  if rDaya<>0 then
  begin
    result:=Fa2*sqr(rDaya)+Fa1*rDaya+Fa0;
  end;
end;

function TPembangkit.GetDaya(const rLamda:double):double;
begin
  result:=(rLamda-Fa1)/(2*Fa2);
  if result>FPmax then result:=FPmax;
  if result<FPmin then result:=FPmin;
end;

function TPembangkit.GetLamda(const rDaya:double):double;
begin
  result:=2*Fa2*rDaya-Fa1;
end;

end.
```

```

unit uSimpleGA;

interface

uses uUtils,uGenetic,uFitness,uHasil;

type
TCrossover=(crOne,crTwo,crMulti);
TNewParent=(prStandart,prReplikasi,prElitism);

TSimpleGA=class(TGenetic)
private
  FPCross,FPMutasi,FKa:double;
  FCrossover:TCrossover;
  FNewParent:TNewParent;
protected
  FMin1,FAvg1,FMax1,FSumFitness:double;
  function Seleksi:integer;virtual;abstract;
  procedure FindNewParent;virtual;abstract;
public
  constructor Create;overload;
  constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
    const aPCross,aPMutasi,aKa:double;
    const aCrossover:TCrossover;
    const aNewParent:TNewParent);overload;
  property PCross:double read FPCross write FPCross;
  property PMutasi:double read FPMutasi write FPMutasi;
  property Ka:double read FKa write FKa;
  property Crossover:TCrossover read FCrossover write FCrossover;
  property NewParent:TNewParent read FNewParent write FNewParent;
end;

TSimpleGABin=class(TSimpleGA)
private
  FPflip:double;
protected
  function Mutasi(const allele:boolean):boolean;
public
  constructor Create;overload;
  constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
    const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
    const aCrossover:TCrossover;
    const aNewParent:TNewParent);overload;
  property PFlip:double read FPflip write FPflip;
end;

TSimpleGABin1=class(TSimpleGABin)
private
  FParent,FChild:TPopBin1;
  FBestIndi:TIndiBin1;
  function GetBestChrom:bArr1;
  procedure doHitung;
protected
  procedure InitParent;override;
  procedure Statistik;override;

```

```

function GetIndividu(const aIndi:TIndiBin1):TIndiBin1;
function FindIndiMax:TIndiBin1;
procedure doCrossover(const aParent1,aParent2:bArr1;
    var aChild1,aChild2:bArr1);
function Seleksi:integer;override;
procedure Generasi;override;
procedure FindNewParent;override;
public
property BestChrom:bArr1 read GetBestChrom;
end;

```

```

TSimpleGABin2=class(TSimpleGABin)
private
    FParam:integer;
    FParent,FChild:TPopBin2;
    FBestIndi:TIndiBin2;
    function GetBestChrom:bArr2;
    procedure doHitung;
protected
    procedure InitParent;override;
    procedure Statistik;override;
    function GetIndividu(const aIndi:TIndiBin2):TIndiBin2;
    function FindIndiMax:TIndiBin2;
    procedure doCrossover(const aParent1,aParent2:bArr2;
        var aChild1,aChild2:bArr2);
    function Seleksi:integer;override;
    procedure Generasi;override;
    procedure FindNewParent;override;
public
    constructor Create;overload;
    constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength,aParam:integer;
        const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
        const aCrossover:TCrossover;
        const aNewParent:TNewParent);overload;
    property BestChrom:bArr2 read GetBestChrom;
    property Param:integer read FParam write FParam;
end;

```

```

TSimpleGATCSC=class(TSimpleGA)
private
    FPflip:double;
protected
    function Mutasi(const allele:TAlleleTCSC):TAlleleTCSC;
public
    constructor Create;overload;
    constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
        const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
        const aCrossover:TCrossover;
        const aNewParent:TNewParent);overload;
    property PFlip:double read FPflip write FPflip;
end;

```

```

TSimpleGATCSC1=class(TSimpleGATCSC)
private
    FParent,FChild:TPopTCSC1;

```

```

    FBestIndi:TIndiTCSC1;
    function GetBestChrom:TChromTCSC1;
    procedure doHitung;
protected
    procedure InitParent;override;
    procedure Statistik;override;
    function GetIndividu(const aIndi:TIndiTCSC1):TIndiTCSC1;
    function FindIndiMax:TIndiTCSC1;
    procedure doCrossover(const aParent1,aParent2:TChromTCSC1;
        var aChild1,aChild2:TChromTCSC1);
    function Seleksi:integer;override;
    procedure Generasi;override;
    procedure FindNewParent;override;
public
    property BestChrom:TChromTCSC1 read GetBestChrom;
end;

```

```

TSimpleGAUpfc=class(TSimpleGA)
private
    FPflip:double;
protected
    function Mutasi(const allele:TAlleleUpfc):TAlleleUpfc;
public
    constructor Create;overload;
    constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
        const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
        const aCrossover:TCrossover;
        const aNewParent:TNewParent);overload;
    property PFlip:double read FPflip write FPflip;
end;

```

```

TSimpleGAUpfc1=class(TSimpleGAUpfc)
private
    FParent,FChild:TPopUpfc1;
    FBestIndi:TIndiUpfc1;
    function GetBestChrom:TChromUpfc1;
    procedure doHitung;
protected
    procedure InitParent;override;
    procedure Statistik;override;
    function GetIndividu(const aIndi:TIndiUpfc1):TIndiUpfc1;
    function FindIndiMax:TIndiUpfc1;
    procedure doCrossover(const aParent1,aParent2:TChromUpfc1;
        var aChild1,aChild2:TChromUpfc1);
    function Seleksi:integer;override;
    procedure Generasi;override;
    procedure FindNewParent;override;
public
    property BestChrom:TChromUpfc1 read GetBestChrom;
end;

```

implementation

{TSimpleGA}

```

    FBestIndi:TIndiTCSC1;
    function GetBestChrom:TChromTCSC1;
    procedure doHitung;
protected
    procedure InitParent;override;
    procedure Statistik;override;
    function GetIndividu(const aIndi:TIndiTCSC1):TIndiTCSC1;
    function FindIndiMax:TIndiTCSC1;
    procedure doCrossover(const aParent1,aParent2:TChromTCSC1;
        var aChild1,aChild2:TChromTCSC1);
    function Seleksi:integer;override;
    procedure Generasi;override;
    procedure FindNewParent;override;
public
    property BestChrom:TChromTCSC1 read GetBestChrom;
end;

```

```

TSimpleGAUpfc=class(TSimpleGA)
private
    FPflip:double;
protected
    function Mutasi(const allele:TAlleleUpfc):TAlleleUpfc;
public
    constructor Create;overload;
    constructor Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
        const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
        const aCrossover:TCrossover;
        const aNewParent:TNewParent);overload;
    property PFlip:double read FPflip write FPflip;
end;

```

```

TSimpleGAUpfc1=class(TSimpleGAUpfc)
private
    FParent,FChild:TPopUpfc1;
    FBestIndi:TIndiUpfc1;
    function GetBestChrom:TChromUpfc1;
    procedure doHitung;
protected
    procedure InitParent;override;
    procedure Statistik;override;
    function GetIndividu(const aIndi:TIndiUpfc1):TIndiUpfc1;
    function FindIndiMax:TIndiUpfc1;
    procedure doCrossover(const aParent1,aParent2:TChromUpfc1;
        var aChild1,aChild2:TChromUpfc1);
    function Seleksi:integer;override;
    procedure Generasi;override;
    procedure FindNewParent;override;
public
    property BestChrom:TChromUpfc1 read GetBestChrom;
end;

```

implementation

{TSimpleGA}

```

constructor TSimpleGA.Create;
begin
  inherited Create;
  FPCross:=0.75;
  FPMutasi:=0.001;
  FKa:=1000;
  FCrossover:=crOne;
  FNewParent:=prStandart;
end;

constructor TSimpleGA.Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
  const aPCross,aPMutasi,aKa:double;
  const aCrossover:TCrossover;
  const aNewParent:TNewParent);
begin
  inherited Create(aMaxGen,aPopSize,aLength);
  FPCross:=aPCross;
  FPMutasi:=aPMutasi;
  FKa:=aKa;
  FCrossover:=aCrossover;
  FNewParent:=aNewParent;
end;

{ TSimpleGABin }

constructor TSimpleGABin.Create;
begin
  inherited Create;
  FPflip:=0.5;
end;

constructor TSimpleGABin.Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
  const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
  const aCrossover:TCrossover;
  const aNewParent:TNewParent);
begin
  inherited Create(aMaxGen,aPopSize,aLength,aPCross,aPMutasi,aKa,
    aCrossover,aNewParent);
  FPflip:=aPflip;
end;

function TSimpleGABin.Mutasi(const allele:boolean):boolean;
begin
  if FRandom.NextBoolean(PMutasi)=true then
  begin
    result:=not allele;
  end
  else
  begin
    result:=allele;
  end;
end;

{ TSimpleGABin1 }

```

```

function TSimpleGABin1.GetIndividu(const aIndi:TIndiBin1):TIndiBin1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result.chrom,LengthX);
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    result.chrom[i-1]:=aIndi.chrom[i-1];
  end;
  result.fitness:=aIndi.fitness;
end;

```

```

function TSimpleGABin1.FindIndiMax:TIndiBin1;
var i:integer;
begin
  result:=GetIndividu(FParent[0]);
  for i:=2 to PopSize do
  begin
    if result.fitness<FParent[i-1].fitness then
    begin
      result:=GetIndividu(FParent[i-1]);
    end;
  end;
end;

```

```

procedure TSimpleGABin1.InitParent;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(FParent,PopSize);
  SetLength(FChild,PopSize);
  SetLength(FMin,MaxGen);
  SetLength(FAvg,MaxGen);
  SetLength(FMax,MaxGen);
  for i:=1 to PopSize do
  begin
    SetLength(FParent[i-1].chrom,LengthX);
    SetLength(FChild[i-1].chrom,LengthX);
  end;
  SetLength(FBestIndi.chrom,LengthX);
  for i:=1 to PopSize do
  begin
    for j:=1 to LengthX do
    begin
      FParent[i-1].chrom[j-1]:=FRandom.NextBoolean(Pfip);
    end;
    FParent[i-1].fitness:=CalcFitness(FParent[i-1].chrom)/Ka;
  end;
end;

```

```

procedure TSimpleGABin1.Statistik;
var i:integer;
begin
  FMin1:=FParent[0].fitness;
  FMax1:=FParent[0].fitness;
  FSumFitness:=FParent[0].fitness;
  for i:=2 to PopSize do

```

```

begin
  if FMin1>FParent[i-1].fitness then
  begin
    FMin1:=FParent[i-1].fitness;
  end;
  if FMax1<FParent[i-1].fitness then
  begin
    FMax1:=FParent[i-1].fitness;
  end;
  FSumFitness:=FSumFitness+FParent[i-1].fitness;
end;
FAvg1:=FSumFitness/PopSize;
end;

function TSimpleGABin1.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=PopSize);
  Result:=i;
end;

procedure TSimpleGABin1.doCrossover(const aParent1,aParent2:bArr1;
  var aChild1,aChild2:bArr1);
var i,point1,point2:integer;
begin
  SetLength(aChild1,LengthX);
  SetLength(aChild2,LengthX);
  if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
  begin
    if Crossover=crOne then
    begin
      point1:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
      for i:=1 to point1 do
      begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
      end;
      for i:=point1+1 to LengthX do
      begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
      end;
    end
    else if Crossover=crTwo then
    begin
      point1:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
      repeat
        point2:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);

```

```

until point2<>point1;
if point2<point1 then
begin
  Swap(point1,point2);
end;
for i:=1 to point1 do
begin
  aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
  aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
end;
for i:=point1+1 to point2 do
begin
  aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
  aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
end;
for i:=point2+1 to LengthX do
begin
  aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
  aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
end;
end
else if Crossover=crMulti then
begin
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
    begin
      aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
      aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
    end
    else
    begin
      aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
      aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
    end;
  end;
end
else
begin
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
    aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
  end;
end;
end;
end;

procedure TSimpleGABin1.Generasi;
var i,mate1,mate2:integer;
begin
  i:=1;
  repeat
    mate1:=Seleksi;
    mate2:=Seleksi;

```

```

doCrossover(FParent[mate1-1].chrom,FParent[mate2-1].chrom,
FChild[i-1].chrom,FChild[i].chrom);
FChild[i-1].fitness:=CalcFitness(FChild[i-1].chrom)/Ka;
FChild[i].fitness:=CalcFitness(FChild[i].chrom)/Ka;
until i>PopSize;
end;

```

```

procedure TSimpleGABin1.FindNewParent;
var i,j,point:integer;
    tmp:TPopBin1;
    tmpIndi:TIndiBin1;
begin
if NewParent=prStandart then
begin
for i:=1 to PopSize do
begin
FParent[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end;
end
else if NewParent=prReplikasi then
begin
SetLength(tmp,PopSize);
for i:=1 to PopSize do
begin
repeat
point:=FRandom.NextInt(1,PopSize);
until point<>i;
if FChild[i-1].fitness>FParent[point-1].fitness then
begin
tmp[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end
else
begin
tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
end;
end;
for i:=1 to PopSize do
begin
FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
end;
end
else if NewParent=prElitism then
begin
SetLength(tmp,PopSize*2);
for i:=1 to PopSize do
begin
tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
tmp[PopSize-1+i]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end;
for i:=1 to PopSize*2-1 do
begin
for j:=i to PopSize do
begin
if tmp[i-1].fitness<tmp[j-1].fitness then
begin

```

```

        tmpIndi:=GetIndividu(tmp[i-1]);
        tmp[i-1]:=GetIndividu(tmp[j-1]);
        tmp[j-1]:=GetIndividu(tmpIndi);
    end;
end;
end;
for i:=1 to PopSize do
begin
    FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
end;
end;
end;

procedure TSimpleGABin1.doHitung;
var gen:integer;
    tempIndi:TIndiBin1;
begin
    InitParent;
    Statistik;
    FBestIndi:=FindIndiMax;
    gen:=1;
    repeat
        Generasi;
        FindNewParent;
        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;
        inc(gen);
    until (gen>MaxGen);
end;

function TSimpleGABin1.GetBestChrom:bArr1;
var i:integer;
begin
    doHitung;
    SetLength(result,LengthX);
    for i:=1 to LengthX do
    begin
        result[i-1]:=FBestIndi.chrom[i-1];
    end;
end;

{ TSimpleGABin2 }

constructor TSimpleGABin2.Create;
begin
    inherited Create;
    FFlip:=0.5;
    FParam:=1;

```

```

end;

constructor TSimpleGABin2.Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength,aParam:integer;
const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
const aCrossover:TCrossover;
const aNewParent:TNewParent);
begin
  inherited Create(aMaxGen,aPopSize,aLength,aPCross,aPMutasi,aKa,
aCrossover,aNewParent);
  FParam:=aParam;
  FPflip:=aPflip;
end;

function TSimpleGABin2.GetIndividu(const aIndi:TIndiBin2):TIndiBin2;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(result.chrom,FParam.LengthX);
  for i:=1 to FParam do
  begin
    for j:=1 to LengthX do
    begin
      result.chrom[i-1,j-1]:=aIndi.chrom[i-1,j-1];
    end;
  end;
  result.fitness:=aIndi.fitness;
end;

function TSimpleGABin2.FindIndiMax:TIndiBin2;
var i:integer;
begin
  result:=GetIndividu(FParent[0]);
  for i:=2 to PopSize do
  begin
    if result.fitness<FParent[i-1].fitness then
    begin
      result:=GetIndividu(FParent[i-1]);
    end;
  end;
end;

procedure TSimpleGABin2.InitParent;
var i,j,k:integer;
begin
  SetLength(FParent,PopSize);
  SetLength(FChild,PopSize);
  SetLength(FMin,MaxGen);
  SetLength(FAvg,MaxGen);
  SetLength(FMax,MaxGen);
  for i:=1 to PopSize do
  begin
    SetLength(FParent[i-1].chrom,FParam.LengthX);
    SetLength(FChild[i-1].chrom,FParam.LengthX);
  end;
  SetLength(FBestIndi.chrom,FParam.LengthX);
  for i:=1 to PopSize do

```

```

SetLength(aChild2,FPParam,LengthX);
if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
begin
  if Crossover=crOne then
  begin
    X1:=FRandom.NextInt(1,FPParam*LengthX-1);
    counter:=0;
    for i:=1 to FPParam do
    begin
      for j:=1 to LengthX do
      begin
        inc(counter);
        if counter<=X1 then
        begin
          aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
          aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
        end
        else
        begin
          aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
          aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
        end;
      end;
    end;
  end
else if Crossover=crTwo then
begin
  X1:=FRandom.NextInt(1,FPParam*LengthX-1);
  repeat
    X2:=FRandom.NextInt(1,FPParam*LengthX-1);
  until X2<>X1;
  if X2<X1 then
  begin
    Swap(X1,X2);
  end;
  counter:=0;
  for i:=1 to FPParam do
  begin
    for j:=1 to LengthX do
    begin
      inc(counter);
      if counter<=X1 then
      begin
        aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
        aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
      end
      else if (counter>X1) and (counter<=X2) then
      begin
        aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
        aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
      end
      else if counter>X2 then
      begin
        aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
        aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
      end
    end;
  end;
end;
end;
end;

```

```

        end;
    end;
end;
else if Crossover=crMulti then
begin
    for i:=1 to FParam do
    begin
        for j:=1 to LengthX do
        begin
            if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
            begin
                aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
                aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
            end
            else
            begin
                aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i-1,j-1]);
                aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i-1,j-1]);
            end;
        end;
    end;
end
else
begin
    for i:=1 to FParam do
    begin
        for j:=1 to LengthX do
        begin
            aChild1[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent1[i,j-1]);
            aChild2[i-1,j-1]:=Mutasi(aParent2[i,j-1]);
        end;
    end;
end;
end;
end;

procedure TSimpleGABin2.Generasi;
var i,mate1,mate2:integer;
begin
    i:=1;
    repeat
        mate1:=Seleksi;
        mate2:=Seleksi;
        doCrossover(FParent[mate1-1].chrom,FParent[mate2-1].chrom,
        FChild[i-1].chrom,FChild[i].chrom);
        FChild[i-1].fitness:=Ka/CalcFitness(FChild[i-1].chrom);
        FChild[i].fitness:=Ka/CalcFitness(FChild[i].chrom);
        i:=i+2;
    until i>PopSize;
end;

procedure TSimpleGABin2.FindNewParent;
var i,j,point:integer;
    tmp:TPopBin2;

```

```

    tmpIndi:TIndiBin2;
begin
if NewParent=prStandart then
begin
for i:=1 to PopSize do
begin
FParent[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end;
end
else if NewParent=prReplikasi then
begin
SetLength(tmp,PopSize);
for i:=1 to PopSize do
begin
repeat
point:=FRandom.NextInt(1,PopSize);
until point<>i;
if FChild[i-1].fitness>FParent[point-1].fitness then
begin
tmp[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end
else
begin
tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
end;
end;
end;
for i:=1 to PopSize do
begin
FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
end;
end
else if NewParent=prElitism then
begin
SetLength(tmp,PopSize*2);
for i:=1 to PopSize do
begin
tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
tmp[PopSize-1+i]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end;
for i:=1 to PopSize*2-1 do
begin
for j:=i to PopSize do
begin
if tmp[i-1].fitness<tmp[j-1].fitness then
begin
tmpIndi:=GetIndividu(tmp[i-1]);
tmp[i-1]:=GetIndividu(tmp[j-1]);
tmp[j-1]:=GetIndividu(tmpIndi);
end;
end;
end;
end;
for i:=1 to PopSize do
begin
FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
end;
end;

```

```

end;
end;

procedure TSimpleGABin2.doHitung;
var gen:integer;
    tempIndi:TIndiBin2;
begin
    InitParent;
    Statistik;
    FBestIndi:=FindIndiMax;
    gen:=1;
    repeat
        Generasi;
        FindNewParent;
        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;
        inc(gen);
        frmHasil.pbIterasi.StepBy(1);
    until (gen>MaxGen);
end;

function TSimpleGABin2.GetBestChrom:bArr2;
var i,j:integer;
begin
    doHitung;
    SetLength(result,FParam,LengthX);
    for i:=1 to FParam do
        begin
            for j:=1 to LengthX do
                begin
                    result[i-1,j-1]:=FBestIndi.chrom[i-1,j-1];
                end;
            end;
        end;
end;

{ TSimpleGATCSC }

constructor TSimpleGATCSC.Create;
begin
    inherited Create;
    FPflip:=0.5;
end;

constructor TSimpleGATCSC.Create(const aMaxGen,aPopSize,aLength:integer;
    const aPCross,aPMutasi,aKa,aPflip:double;
    const aCrossover:TCrossover,const aNewParent:TNewParent);
begin
    inherited Create(aMaxGen,aPopSize,aLength,aPCross,aPMutasi,aKa,

```

```

        aCrossover,aNewParent);
    FPflip:=aPflip;
end;

function TSimpleGATCSC.Mutasi(const allele:TAlleleTCSC):TAlleleTCSC;
var tambah:boolean;
    dtmax,dt:double;
begin
    if FRandom.NextBoolean(PMutasi)=true then
    begin
        tambah:=FRandom.NextBoolean(0.5);
        if tambah=true then
        begin
            dtmax:=1.0-result.Lokasi;
            dt:=FRandom.NextDouble(0,dtmax);
            result.Lokasi:=result.Lokasi+dt;
        end
        else
        begin
            dtmax:=result.Lokasi;
            dt:=FRandom.NextDouble(0,dtmax);
            result.Lokasi:=result.Lokasi-dt;
        end;
    end;
    if FRandom.NextBoolean(PMutasi)=true then
    begin
        tambah:=FRandom.NextBoolean(0.5);
        if tambah=true then
        begin
            dtmax:=1.0-result.TypeAlat;
            dt:=FRandom.NextDouble(0,dtmax);
            result.TypeAlat:=result.TypeAlat+dt;
        end
        else
        begin
            dtmax:=result.TypeAlat;
            dt:=FRandom.NextDouble(0,dtmax);
            result.TypeAlat:=result.TypeAlat-dt;
        end;
    end;
    if FRandom.NextBoolean(PMutasi)=true then
    begin
        tambah:=FRandom.NextBoolean(0.5);
        if tambah=true then
        begin
            dtmax:=1.0-result.Setting;
            dt:=FRandom.NextDouble(0,dtmax);
            result.Setting:=result.Setting+dt;
        end
        else
        begin
            dtmax:=result.Lokasi;
            dt:=FRandom.NextDouble(0,dtmax);
            result.Setting:=result.Setting-dt;
        end;
    end;
end;

```

```

end;
end;

{ TSimpleGATCSC1 }

function TSimpleGATCSC1.GetIndividu(const aIndi:TIndiTCSC1):TIndiTCSC1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result.chrom,LengthX);
  for i:=1 to LengthX do
    begin
      result.chrom[i-1].Lokasi:=aIndi.chrom[i-1].Lokasi;
      result.chrom[i-1].TypeAlat:=aIndi.chrom[i-1].TypeAlat;
      result.chrom[i-1].Setting:=aIndi.chrom[i-1].Setting;
    end;
  result.fitness:=aIndi.fitness;
end;

function TSimpleGATCSC1.FindIndiMax:TIndiTCSC1;
var i:Integer;
begin
  result:=GetIndividu(FParent[0]);
  for i:=2 to PopSize do
    begin
      if result.fitness<FParent[i-1].fitness then
        begin
          result:=GetIndividu(FParent[i-1]);
        end;
      end;
    end;
end;

procedure TSimpleGATCSC1.InitParent;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(FParent,PopSize);
  SetLength(FChild,PopSize);
  SetLength(FMin,MaxGen);
  SetLength(FAvg,MaxGen);
  SetLength(FMax,MaxGen);
  for i:=1 to PopSize do
    begin
      SetLength(FParent[i-1].chrom,LengthX);
      SetLength(FChild[i-1].chrom,LengthX);
    end;
  SetLength(FBestIndi.chrom,LengthX);
  for i:=1 to PopSize do
    begin
      for j:=1 to LengthX do
        begin
          FParent[i-1].chrom[j-1].Lokasi:=FRandom.NextDouble;
          FParent[i-1].chrom[j-1].TypeAlat:=FRandom.NextDouble;
          FParent[i-1].chrom[j-1].Setting:=FRandom.NextDouble;
        end;
      FParent[i-1].fitness:=Ka/CalcFitness(FParent[i-1].chrom);
    end;
  end;
end;

```

```

end;

procedure TSimpleGATCSC1.Statistik;
var i:integer;
begin
  FMin1:=FParent[0].fitness;
  FMax1:=FParent[0].fitness;
  FSumFitness:=FParent[0].fitness;
  for i:=2 to PopSize do
  begin
    if FMin1>FParent[i-1].fitness then
    begin
      FMin1:=FParent[i-1].fitness;
    end;
    if FMax1<FParent[i-1].fitness then
    begin
      FMax1:=FParent[i-1].fitness;
    end;
    FSumFitness:=FSumFitness+FParent[i-1].fitness;
  end;
  FAvg1:=FSumFitness/PopSize;
end;

function TSimpleGATCSC1.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=PopSize);
  Result:=i;
end;

procedure TSimpleGATCSC1.doCrossover(const aParent1,aParent2:TChromTCSC1;
  var aChild1,aChild2:TChromTCSC1);
var i,point1,point2:integer;
begin
  SetLength(aChild1,LengthX);
  SetLength(aChild2,LengthX);
  if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
  begin
    if Crossover=crOne then
    begin
      point1:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
      for i:=1 to point1 do
      begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
      end;
      for i:=point1+1 to LengthX do
      begin

```

```

    aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
    aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
end;
end
else if Crossover=crTwo then
begin
    point1:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
    repeat
        point2:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
    until point2<>point1;
    if point2<point1 then
    begin
        Swap(point1,point2);
    end;
    for i:=1 to point1 do
    begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
    end;
    for i:=point1+1 to point2 do
    begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
    end;
    for i:=point2+1 to LengthX do
    begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
    end;
end
end
else if Crossover=crMulti then
begin
    for i:=1 to LengthX do
    begin
        if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
        begin
            aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
            aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        end
        else
        begin
            aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
            aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
        end;
    end;
end
end
else
begin
    for i:=1 to LengthX do
    begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
    end;
end;
end;
end;
end;

```

```

end;

procedure TSimpleGATCSC1.Generasi;
var i,mate1,mate2:integer;
begin
  i:=1;
  repeat
    mate1:=Seleksi;
    mate2:=Seleksi;
    doCrossover(FParent[mate1-1].chrom,FParent[mate2-1].chrom,
    FChild[i-1].chrom,FChild[i].chrom);
    FChild[i-1].fitness:=Ka/CalcFitness(FChild[i-1].chrom);
    FChild[i].fitness:=Ka/CalcFitness(FChild[i].chrom);
    i:=i+2;
  until i>PopSize;
end;

procedure TSimpleGATCSC1.FindNewParent;
var i,j,point:integer;
    tmp:TPopTCSC1;
    tmpIndi:TIndiTCSC1;
begin
  if NewParent=prStandart then
    begin
      for i:=1 to PopSize do
        begin
          FParent[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
        end;
      end
    else if NewParent=prReplikasi then
      begin
        SetLength(tmp,PopSize);
        for i:=1 to PopSize do
          begin
            repeat
              point:=FRandom.NextInt(1,PopSize);
            until point<>i;
            if FChild[i-1].fitness>FParent[point-1].fitness then
              begin
                tmp[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
              end
            else
              begin
                tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
              end;
            end;
          end;
          for i:=1 to PopSize do
            begin
              FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
            end;
          end
        else if NewParent=prElitism then
          begin
            SetLength(tmp,PopSize*2);
            for i:=1 to PopSize do

```

```

begin
  tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
  tmp[PopSize-1+i]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
end;
for i:=1 to PopSize*2-1 do
begin
  for j:=i to PopSize*2 do
  begin
    if tmp[i-1].fitness<tmp[j-1].fitness then
    begin
      tmpIndi:=GetIndividu(tmp[i-1]);
      tmp[i-1]:=GetIndividu(tmp[j-1]);
      tmp[j-1]:=GetIndividu(tmpIndi);
    end;
  end;
end;
for i:=1 to PopSize do
begin
  FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
end;
end;
end;

procedure TSimpleGATCSC1.doHitung;
var gen:integer;
    tmpIndi:TIndiTCSC1;
begin
  InitParent;
  Statistik;
  FBestIndi:=FindIndiMax;
  gen:=1;
  repeat
    Generasi;
    FindNewParent;
    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;
    inc(gen);
  until (gen>MaxGen);
end;

function TSimpleGATCSC1.GetBestChrom:TChromTCSC1;
var i:integer;
begin
  doHitung;
  SetLength(result,LengthX);
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    result[i-1].Lokasi:=FBestIndi.chrom[i-1].Lokasi;
  end;
end;

```

```

end
else
begin
  result.TypeAlat:=allele.TypeAlat;
end;
if FRandom.NextBoolean(PMutasi)=true then
begin
  if FRandom.NextBoolean(0.5)=true then
  begin
    dt:=random*(1-allele.Tap);
    result.Tap:=allele.Tap+dt;
  end
  else
  begin
    dt:=random*allele.Tap;
    result.Tap:=allele.Tap-dt;
  end;
end
else
begin
  result.Tap:=allele.Tap;
end;
if FRandom.NextBoolean(PMutasi)=true then
begin
  if FRandom.NextBoolean(0.5)=true then
  begin
    dt:=random*(1-allele.Sudut);
    result.Sudut:=allele.Sudut+dt;
  end
  else
  begin
    dt:=random*allele.Sudut;
    result.Sudut:=allele.Sudut-dt;
  end;
end
else
begin
  result.Sudut:=allele.Sudut;
end;
end;

{ TSimpleGAUpfc1 }

function TSimpleGAUpfc1.GetIndividu(const aIndi:TIndiUpfc1):TIndiUpfc1;
var i:Integer;
begin
  SetLength(result.chrom,LengthX);
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    //result.chrom[i-1].Lokasi:=aIndi.chrom[i-1].Lokasi;
    result.chrom[i-1].TypeAlat:=aIndi.chrom[i-1].TypeAlat;
    result.chrom[i-1].Tap:=aIndi.chrom[i-1].Tap;
    result.chrom[i-1].Sudut:=aIndi.chrom[i-1].Sudut;
  end;
  result.fitness:=aIndi.fitness;

```

```

end;

function TSimpleGAUpfc1.FindIndiMax:TIndiUpfc1;
var i:integer;
begin
  result:=GetIndividu(FParent[0]);
  for i:=2 to PopSize do
  begin
    if result.fitness<FParent[i-1].fitness then
    begin
      result:=GetIndividu(FParent[i-1]);
    end;
  end;
end;

procedure TSimpleGAUpfc1.InitParent;
var i,j:integer;
begin
  SetLength(FParent,PopSize);
  SetLength(FChild,PopSize);
  SetLength(FMin,MaxGen);
  SetLength(FAvg,MaxGen);
  SetLength(FMax,MaxGen);
  for i:=1 to PopSize do
  begin
    SetLength(FParent[i-1].chrom,LengthX);
    SetLength(FChild[i-1].chrom,LengthX);
  end;
  SetLength(FBestIndi.chrom,LengthX);
  for i:=1 to PopSize do
  begin
    for j:=1 to LengthX do
    begin
      //FParent[i-1].chrom[j-1].Lokasi:=FRandom.NextDouble;
      FParent[i-1].chrom[j-1].TypeAlat:=FRandom.NextDouble;
      FParent[i-1].chrom[j-1].Tap:=FRandom.NextDouble;
      FParent[i-1].chrom[j-1].Sudut:=FRandom.NextDouble;
    end;
    FParent[i-1].fitness:=Ka/CalcFitness(FParent[i-1].chrom);
  end;
end;

procedure TSimpleGAUpfc1.Statistik;
var i:integer;
begin
  FMin1:=FParent[0].fitness;
  FMax1:=FParent[0].fitness;
  FSumFitriess:=FParent[0].fitness;
  for i:=2 to PopSize do
  begin
    if FMin1>FParent[i-1].fitness then
    begin
      FMin1:=FParent[i-1].fitness;
    end;
    if FMax1<FParent[i-1].fitness then

```

```

begin
  FMax1:=FParent[i-1].fitness;
end;
FSumFitness:=FSumFitness+FParent[i-1].fitness;
end;
FAvg1:=FSumFitness/PopSize;
end;

function TSimpleGAUpfc1.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=PopSize);
  Result:=i
end;

procedure TSimpleGAUpfc1.doCrossover(const aParent1,aParent2:TChromUpfc1;
  var aChild1,aChild2:TChromUpfc1);
var i,point1,point2:integer;
begin
  SetLength(aChild1,LengthX);
  SetLength(aChild2,LengthX);
  if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
  begin
    if Crossover=crOne then
    begin
      point1:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
      for i:=1 to point1 do
      begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
      end;
      for i:=point1+1 to LengthX do
      begin
        aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
        aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
      end;
    end
    else if Crossover=crTwo then
    begin
      point1:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
      repeat
        point2:=FRandom.NextInt(1,LengthX-1);
      until point2<>point1;
      if point2<point1 then
      begin
        Swap(point1,point2);
      end;
      for i:=1 to point1 do

```

```

begin
  aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
  aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
end;
for i:=point1+1 to point2 do
begin
  aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
  aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
end;
for i:=point2+1 to LengthX do
begin
  aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
  aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
end;
end
else if Crossover=crMulti then
begin
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    if FRandom.NextBoolean(PCross)=true then
    begin
      aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
      aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
    end
    else
    begin
      aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
      aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
    end;
  end;
end
else
begin
  for i:=1 to LengthX do
  begin
    aChild1[i-1]:=Mutasi(aParent1[i-1]);
    aChild2[i-1]:=Mutasi(aParent2[i-1]);
  end;
end;
end;
end;

procedure TSimpleGAUpfc1.Generasi;
var i,mate1,mate2:integer;
begin
  i:=1;
  repeat
    mate1:=Seleksi;
    mate2:=Seleksi;
    doCrossover(FParent[mate1-1].chrom,FParent[mate2-1].chrom,
    FChild[i-1].chrom,FChild[i].chrom);
    FChild[i-1].fitness:=Ka/CalcFitness(FChild[i-1].chrom);
    FChild[i].fitness:=Ka/CalcFitness(FChild[i].chrom);
    i:=i+2;
  until i>PopSize;

```

```

end;

procedure TSimpleGAUpfc1.doHitung;
var gen:integer;
    tmpIndi:TIndiUpfc1;
begin
  InitParent;
  Statistik;
  FBestIndi:=FindIndiMax;
  gen:=1;
  repeat
    Generasi;
    FindNewParent;
    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;
    inc(gen);
  until (gen>MaxGen);
end;

procedure TSimpleGAUpfc1.FindNewParent;
var i,j,point:integer;
    tmp:TPopUpfc1;
    tmpIndi:TIndiUpfc1;
begin
  if NewParent=prStandart then
    begin
      for i:=1 to PopSize do
        begin
          FParent[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
        end;
    end
  else if NewParent=prReplikasi then
    begin
      SetLength(tmp,PopSize);
      for i:=1 to PopSize do
        begin
          repeat
            point:=FRandom.Nextint(1,PopSize);
          until point<>i;
          if FChild[i-1].fitness>FParent[point-1].fitness then
            begin
              tmp[i-1]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
            end
          else
            begin
              tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[point-1]);
            end;
        end;
      end;
    end;
end;

```

```

    for i:=1 to PopSize do
    begin
        FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
    end;
end
else if NewParent=prElitism then
begin
    SetLength(tmp,PopSize*2);
    for i:=1 to PopSize do
    begin
        tmp[i-1]:=GetIndividu(FParent[i-1]);
        tmp[PopSize-1+i]:=GetIndividu(FChild[i-1]);
    end;
    for i:=1 to PopSize*2-1 do
    begin
        for j:=i to PopSize*2 do
        begin
            if tmp[i-1].fitness<tmp[j-1].fitness then
            begin
                tmpIndi:=GetIndividu(tmp[i-1]);
                tmp[i-1]:=GetIndividu(tmp[j-1]);
                tmp[j-1]:=GetIndividu(tmpIndi);
            end;
        end;
    end;
    for i:=1 to PopSize do
    begin
        FParent[i-1]:=GetIndividu(tmp[i-1]);
    end;
end;
end;

function TSimpleGAUpfc1.GetBestChrom:TChromUpfc1;
var i:integer;
begin
    doHitung;
    SetLength(result,LengthX);
    for i:=1 to LengthX do
    begin
        //result[i-1].Lokasi:=FBestIndi.chrom[i-1].Lokasi;
        result[i-1].TypeAlat:=FBestIndi.chrom[i-1].TypeAlat;
        result[i-1].Tap:=FBestIndi.chrom[i-1].Tap;
        result[i-1].Sudut:=FBestIndi.chrom[i-1].Sudut;
    end;
end;
end.

```

unit uHasil;

interface

uses

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

type

TfrmHasil = class(TForm)
 PageControl1: TPageControl;
 TabSheet5: TTabSheet;
 TabSheet6: TTabSheet;
 TabSheet7: TTabSheet;
 Panel1: TPanel;
 btnClose: TButton;
 btnHitungEP: TButton;
 TabSheet1: TTabSheet;
 TabSheet2: TTabSheet;
 Chart1: TChart;
 Series1: TLineSeries;
 Series2: TLineSeries;
 fgCostPerJam: TStringGrid;
 Label8: TLabel;
 edtTotalProgram: TEdit;
 Label9: TLabel;
 edtTotalPLN: TEdit;
 Label1: TLabel;
 edtSelisih: TEdit;
 fgDaya: TStringGrid;
 fgStatus: TStringGrid;
 GroupBox1: TGroupBox;
 Label2: TLabel;
 Label3: TLabel;
 Label4: TLabel;
 edtMaxGen: TEdit;
 edtPopSize: TEdit;
 edtPCross: TEdit;
 GroupBox2: TGroupBox;
 Label7: TLabel;
 Label10: TLabel;
 Label11: TLabel;
 edtLamdaVf: TEdit;
 edtLamdaVh: TEdit;
 edtLamdaPt: TEdit;
 btnUseDefault: TButton;
 edtParam: TEdit;
 edtLength: TEdit;
 lblJmlParam: TLabel;
 Label12: TLabel;
 GroupBox3: TGroupBox;
 fgSetElev: TStringGrid;
 TabSheet4: TTabSheet;
 Chart2: TChart;

```

Series3: TLineSeries;
Series4: TLineSeries;
Series5: TLineSeries;
pbIterasi: TProgressBar;
TabSheet3: TTabSheet;
Chart3: TChart;
Series6: TLineSeries;
Series7: TLineSeries;
Series8: TLineSeries;
TabSheet8: TTabSheet;
Chart4: TChart;
Series9: TLineSeries;
Series10: TLineSeries;
Series11: TLineSeries;
edtPMutasi: TEdit;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
Label13: TLabel;
edtKonstKa: TEdit;
edtPflip: TEdit;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
cmbCrossMethod: TComboBox;
cmbNewParentMethod: TComboBox;
TabSheet9: TTabSheet;
fgOutflow: TStringGrid;
Label16: TLabel;
edtTime: TEdit;
Label17: TLabel;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure btnHitungEPClick(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uObjFunc, uUtils, uWaduk, uSimpleGA;

{$R *.dfm}

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

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin

```

```

fgCostPerJam.Cells[0,0]:='Jam';
fgCostPerJam.Cells[1,0]:='Biaya Program';
fgCostPerJam.Cells[2,0]:='Biaya PLN';
fgCostPerJam.Cells[3,0]:='Selisih Biaya';
fgSetElev.Cells[0,0]:='No';
fgSetElev.Cells[1,0]:='Nama Waduk';
fgSetElev.Cells[2,0]:='Elev Awal';
fgSetElev.Cells[3,0]:='Elev Akhir';
fgOutflow.Cells[0,0]:='No';
fgOutflow.Cells[1,0]:='Qout1 (m/dt3)';
fgOutflow.Cells[2,0]:='Qout2 (m/dt3)';
fgOutflow.Cells[3,0]:='Qout3 (m/dt3)';
end;

procedure TfrmHasil.btnHitungEPClick(Sender: TObject);
var i,j:integer;
    gas:TSimpleGABin2;
    MaxGen,PopSize,Param,Length:integer;
    PCross,PMutasi,Pflip,LamdaVf,LamdaVh,LamdaPt,CostTotal,CostPLN:double;
    KonstKa:double;
    BestChrom,chromHasil:bArr2;
    ElevAwal,ElevAkhir,Min,Avg,Max,CostPerJam,CostPerJamPLN:dArr1;
    Pt,Ph,Qh,Elev:dArr2;
    Cross:TCrossover;
    NewParent:TNewParent;
    mulai,selesai,selang:TDateTime;
    jam,menit,detik,mdetik:word;
begin
    MaxGen:=StrToInt(edtMaxGen.Text);
    Pblterasi.Max:=MaxGen;
    PopSize:=StrToInt(edtPopSize.Text);
    PCross:=StrToFloat(edtPCross.Text);
    PMutasi:=StrToFloat(edtPMutasi.Text);
    Param:=StrToInt(edtParam.Text);
    Length:=StrToInt(edtLength.Text);
    KonstKa:=StrToFloat(edtKonstKa.Text);
    PFlip:=StrToFloat(edtPFlip.Text);
    if cmbCrossMethod.Text='crOne' then
    begin
        Cross:=crOne;
    end
    else if cmbCrossMethod.Text='crTwo' then
    begin
        Cross:=crTwo;
    end
    else if cmbCrossMethod.Text='crMulti' then
    begin
        Cross:=crMulti;
    end;
    if cmbNewParentMethod.Text='prStandart' then
    begin
        NewParent:=prStandart;
    end
    else if cmbNewParentMethod.Text='prReplikasi' then
    begin

```



```

    NewParent:=prReplikasi;
end
else if cmbNewParentMethod.Text='prElitism' then
begin
    NewParent:=prElitism;
end;
gas:=TSimpleGABin2.Create(MaxGen,PopSize,Length,Param,PCross,
PMutasi,KonstKa,PFlip,Cross,NewParent);
LamdaVf:=StrToFloat(edtLamdaVf.Text);
LamdaVh:=StrToFloat(edtLamdaVh.Text);
LamdaPt:=StrToFloat(edtLamdaPt.Text);
gObjFunc.LamdaVh:=LamdaVh;
gObjFunc.LamdaVf:=LamdaVf;
gObjFunc.LamdaPt:=LamdaPt;
SetLength(ElevAwal,gObjFunc.NWaduk+1);
SetLength(ElevAkhir,gObjFunc.NWaduk+1);
for i:=1 to gObjFunc.NWaduk do
begin
    ElevAwal[i]:=StrToFloat(fgSetElev.Cells[2,i]);
    ElevAkhir[i]:=StrToFloat(fgSetElev.Cells[3,i]);
end;
gObjFunc.ElevAwal:=ElevAwal;
gObjFunc.ElevAkhir:=ElevAkhir;
mulai:=Time;
BestChrom:=gas.BestChrom;
selesai:=Time;
selang:=selesai-mulai;
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime.Text:=IntToStr(jam)+':'+IntToStr(menit)+':'+
    IntToStr(detik)+':'+IntToStr(mdetik);
gObjFunc.doHitungAkhir(BestChrom,chromHasil,Pt,Ph,Qh,Elev,CostPerJam,
CostTotal);
fgOutflow.RowCount:=gObjFunc.Njam+1;
for i:=1 to gObjFunc.Njam do
begin
    fgOutflow.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
    fgOutflow.Cells[1,i]:=RealToStr(Qh[1,i],2);
    fgOutflow.Cells[2,i]:=RealToStr(Qh[2,i],2);
    fgOutflow.Cells[3,i]:=RealToStr(Qh[3,i],2);
end;
fgStatus.RowCount:=high(Pt)+high(Ph)+1;
fgStatus.ColCount:=high(Pt[0])+1;
fgDaya.RowCount:=high(Pt)+high(Ph)+1;
fgDaya.ColCount:=high(Pt[0])+1;
for i:=1 to high(Pt[0]) do
begin
    fgStatus.Cells[i,0]:='Jam '+IntToStr(i);
    fgDaya.Cells[i,0]:='Jam '+IntToStr(i);
end;
for i:=1 to high(Pt) do
begin
    fgStatus.Cells[0,i]:='Ther '+IntToStr(i);
    fgDaya.Cells[0,i]:='Ther '+IntToStr(i);
    for j:=1 to high(Pt[0]) do
begin

```

```

if Pt[i,j]<>0 then
begin
fgStatus.Cells[j,i]:='1';
fgDaya.Cells[j,i]:=RealToStr(Pt[i,j],0);
end
else
begin
fgStatus.Cells[j,i]:='0';
fgDaya.Cells[j,i]:=RealToStr(0,0);
end;
end;
end;
for i:=1 to high(Ph) do
begin
fgStatus.Cells[0,high(Pt)+i]:='Hidr '+IntToStr(i);
fgDaya.Cells[0,high(Pt)+i]:='Hidr '+IntToStr(i);
for j:=1 to high(Ph[0]) do
begin
fgStatus.Cells[j,high(Pt)+i]:='1';
fgDaya.Cells[j,high(Pt)+i]:=RealToStr(Ph[i,j],2);
end;
end;
Min:=gas.Min;
Avg:=gas.Avg;
Max:=gas.Max;
for i:=0 to high(Min) do
begin
Series3.Add(Min[i],IntToStr(i+1));
Series4.Add(Avg[i],IntToStr(i+1));
Series5.Add(Max[i],IntToStr(i+1));
end;
gObjFunc.HitungPL(Pt, CostPerJam, CostTotal);
gObjFunc.doHitungPLN(CostPerJamPLN, CostPLN);
Series1.Clear;
Series2.Clear;
for i:=1 to high(CostPerJam) do
begin
fgCostPerJam.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
fgCostPerJam.Cells[1,i]:=FormatFloat('#,##0', CostPerJam[i]);
fgCostPerJam.Cells[2,i]:=FormatFloat('#,##0', CostPerJamPLN[i]);
fgCostPerJam.Cells[3,i]:=FormatFloat('#,##0',
(CostPerJamPLN[i]-CostPerJam[i]));
Series1.Add(CostPerJam[i], IntToStr(i));
Series2.Add(CostPerJamPLN[i], IntToStr(i));
Series6.Add(Qh[1,i], IntToStr(i));
Series7.Add(Qh[2,i], IntToStr(i));
Series8.Add(Qh[3,i], IntToStr(i));
Series9.Add(Elev[1,i], IntToStr(i));
Series10.Add(Elev[2,i], IntToStr(i));
Series11.Add(Elev[3,i], IntToStr(i));
end;
edtTotalProgram.Text:=FormatFloat('#,##0', CostTotal);
edtTotalPLN.Text:=FormatFloat('#,##0', CostPLN);
edtSelisih.Text:=FormatFloat('#,##0', (CostPLN-CostTotal));
gas.Free;

```



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**Berita Acara Ujian Skripsi
Fakultas Teknologi Industri**

Nama Mahasiswa : **WIDIANTO**
NIM : **01.12.011**
Jurusan : **Teknik Elektro**
Konsentrasi : **Energi Listrik S-1**
Judul Skripsi :
"Analisis Pengaturan Debit untuk mendapatkan Daya
Pembangkit Hidro Optimal pada PT. PJB
menggunakan metode *Genetic Algorithm*"

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)
pada :
Hari : **Sabtu**
Tanggal : **18 maret 2005**
Dengan Nilai : **79,3 (B⁺)**



Panitia Ujian Skripsi

Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris

Anggota Penguji

Ir. Almizan Abdullah MSFE
Penguji Pertama

Ir. Taufik Hidayat, MT
Penguji Kedua



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama Mahasiswa : **WIDIANTO**
NIM : **01.12.011**
Jurusan : **Teknik Elektro**
Konsentrasi : **Energi Listrik S-1**
Tanggal mengajukan Skripsi : **10 Agustus 2006**
Tanggal menyelesaikan Skripsi : **10 Februari 2006**
Judul Skripsi :
**"Analisis Pengaturan Debit untuk mendapatkan
Daya Pembangkit Hidro Optimal pada PT. PJB
menggunakan metode Genetic Algorithm"**

Dosen Pembimbing : **Ir. I Made Wartana, MT**
Telah dievaluasi dengan nilai : **85 (A) *Iu***

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

NIP. P. 103 905 0274

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. I Made Wartana, MT

NIP. 131 991 182



Persetujuan Perbaikan Skripsi

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 18 maret 2005
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :
Nama Mahasiswa : **WIDIANTO**
NIM : 01.12.011
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Energi Listrik
Judul Skripsi :

"Analisis Pengaturan Debit untuk mendapatkan Daya Pembangkit Hidro Optimal pada PT. PJB menggunakan metode *Genetic Algorithm*"

Perbaikan Skripsi meliputi :

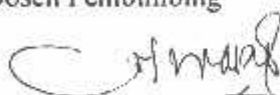
NO	Materi Perbaikan	Keterangan
1	Perlu diupayakan agar program dapat menyesuaikan, agar tidak terlalu berfluktuasi debit yang keluar	X
2	Kesimpulan disinkronkan dengan tujuan	X
3	Tambahkan Teori G.A (jelaskan parameter-parameter G.A) masukkan di bab II	X
4	Lampirkan hasil coba-coba untuk menentukan angka-angka pada parameter G.A	X

Diperiksa / Disetujui


Ir. Almizan Abdullah, MSEE
Penguji Pertama


Ir. Taufik Hidayat, MT
Penguji Kedua

Mengetahui/menyetujui
Dosen Pembimbing

 28/03/06

Ir. I Made Wartana, MT



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Widiyanto
 Nim : 01.12.011
 Masa Bimbingan : 10 Agustus 2005 ⁸/₁₀ Pebruari 2006
 Judul Skripsi : ANALISA PERAMALAN ENERGI TERHADAP PENGARUH DEBIT AIR YANG DIHASILKAN DENGAN METODE GENETIC ALGORITHM PADA PT. PJB

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	1-09-'05	Buat nglg mulet	<i>[Signature]</i>
2.	2-09-'05	Sempurnakan power point magnum. uraian masalah	<i>[Signature]</i>
3.	10-09-'05	Sempurnakan tujuan yg di tulis dari rumusan masalah	<i>[Signature]</i>
4.	24-09-'05	Rumusan masalah & tujuan magnum lebih spesifik & berturut ke notifikasi	<i>[Signature]</i>
5.	30-11-'05	Disusun rumusan masalah magnum & masalah pengoptimalan & metode	<i>[Signature]</i>
6.	2-12-'05	Prinsip magnum, logika, keakuratan & jumlah & konsep	<i>[Signature]</i>
7.	1-1-'06	Buat algoritma utama km. output? seleksi & analisis	<i>[Signature]</i>
8.	23-01-'06	Contra pembimbing, pada. Hermit, ahli ds. Suban & susan operasi magnum, Sempurnakan	<i>[Signature]</i>
9.	25-01-'06	Sempurnakan. Grafik debit, to me & sebelum & sesudah, lengkap masalah magnum	<i>[Signature]</i>
10.	7-02-'06	Sempurnakan tujuan, kesimpulan & zkm. berapa pembimbing sebelum op.? Rute perband Q! & P! _{ok}	<i>[Signature]</i>

Malang, 200
Dosen Pembimbing,

Ir. I Made Wartana, MT

Form.S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Widianto
Nim : 01.12.011
Masa Bimbingan : 10 Februari s/d 10 Agustus 2006

Judul Skripsi : ANALISA PERAMALAN ENERGI TEHADAP PENGARUH DEBIT AIR YANG DIHASILKAN DENGAN METODE GENETIC ALGORITHM

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	8-02-06	tujuan optimasi apa? dan apa. cara & perhitungan energi	
2.	11-02-06	Sejarah muncul & hasil studi hasil & judul, Energi & power	
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 200
Dosen Pembimbing,

Ir. I Made Wartana, MT

Form.S-4b

IKHTISAR LAPORAN PEMELIHARAAN
BULAN : DESEMBER 2003

Pemeliharaan rutin / mingguan / bulanan :

Pemeliharaan rutinne Mingguan & Bulanan oleh group Pemeliharaan
sudah dilaksanakan sesuai jadwal dengan hasil baik.

Pemeliharaan Periodik

Anual Inspection (A I)	:	NIHIL
General Inspection (G I)	:	NIHIL
Major Overhaul (M O)	:	NIHIL

LAPORAN PENGUSAHAAN
BULAN DESEMBER 2003

PLTA	SATUAN	UNIT	KETERANGAN
Merk generator	.	MEIDENSHA	
Daya terpasang	MVA	5,3	
Nomor pabrik	.	IH 9216R 1	
Nomor PLN	.	1031.210.1322.0012	
Jam kerja total bulan ini	Jam	743,37	
Jam kerja sesudah inspectio.. (MO)	Jam	37.065,57	
Jam kerja peak total bulan ini -)	Jam	743,37	
Jam kerja peak sesudah inspection MO -)	Jam	.	
Jumlah start total	kali		
Jumlah start sesudah inspection MO -)	kali	.	
Faktor keandalan start	%	.	
Faktor kapasitas (CF)	%	101,30	
Faktor produksi (OPF)	%	101,30	
Faktor kemampuan daya (d.mampu/d.terpas)	%	101,22	
Faktor jam kerja (SF)	%	99,92	
Faktor jam pemeliharaan (POF/SOF)	%	0,00	
Faktor jam kerusakan/gangguan (FOF)	%	0,00	
Pemakaian air *)	liter/kwh	3.909,70	
Jumlah gangguan dari dalam unit	kali	0,00	
Jumlah gangguan dari luar unit	kali	0,00	

CATATAN :

*)= Total pemal aian air = 3.909,70 LITER/KWH

-)= Diisi.bila ada data

Lamp. BA No.....BA/450/1997/SMDN
Lamp BA No.....BA/450/1997/SBRAN

TGL. 01 JANUARI TH 2004 -- PK. 10.00 WIB

TERPASANG PADA Merk / Nomor serie.	GENERATOR Mitsubishi /389374	PEMAKALAN SENDIRI Mitsubishi /388615	KETERANGAN
Keterangan meter-meter Konstanta Tegangan Arus Klas Satuan penunjukan	600 110 V 5 A — KWH	500 110 V 5 — KWH	
Dipasang pada : Trafo arus dgn. perbandingan ; Trafo tegangan dgn. perbandingan	600 / 5 A 6.600 / 110 A	500 / 5 A 380 / 110 A	
Stand meter pd.tgl 01Januari 2004 Stand meter pd.tgl 01 Desemb. 2003	115.791,00 81.904,20	15.832,00 14.015,50	
Hasil pembacaan Factor pembacaan / pengali Pemakaian	33.886,80 x 100 3.388.680	1.816,50 x 10 18.165	

PT. PLN (PERSERO)
P3B UPT KEDIRI

PETUGAS

E.I. Waijyudi
E.I. WAIJYUDI

PT PJB
UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS
PLTA LODOYO
PETUGAS

FOREMAN PRODUKSI
PETA LODOYO

Y. Susilo
Y. SUSILO

[Signature]
KATIMIN

PEMBACAAN METER-METER PUSAT TENAGA LISTRIK PLTA LODOYO

TGL. 01 JANUARI TH 2004 -- PK. 10.00 WIB

Alat pengukuran untuk	GENERATOR	20 KV LODOYO-WLINGI	20 KV WLINGHODOYO	20 KV LODOYO-BLITA.	20 KV BLITAR-LODOYO	380/220 V PEMK.SENDIRI
Keterangan meter no :	389374	388053	8788042	278308	278237	388615
Konstante	600	200	200	200	200	500
Tegangan	110	110 v	110 v	100/v3	100, v3	110 v
A r u s	5 A	5 A	5 A	5,10 A	5,10 A	5:00 AM
Dipasang pada						
Trafo arus dgn.perbandingan	600/5 A	200/5 A	200/5 A	200/5 A	200/5 A	500/5 A
Trafo tegangan dgn. perbandingan	6.600/110 V	22.000/110 V	22.000/110 V	22.000/110 V	22.000/110 V	380/110 V
Stand meter pd.tgl 01 Januari 2004	115.791,00	67.566,90	2.216,60	282,86	2.293	15.832,00
Stand meter pd.tgl 01 Desemb. 2003	81.904,20	34.900,00	2.216,60	282,86	2.293	14.015,50
Hasil pembacaan :	33.88	32.666,90	0,00	0,00	0,000	1.816,50
Factor pembacaan	x 100	x 100	x 100	x 8.000	x 8.000	x 10
Pemakaian	3.388.630	3.266.690	0	0	0	18.165
Petunjuk tertinggi dalam :						
Factor pembacaan						
Muatan tertinggi						
Pemakaian KWH bulan yanglalu	3.215.640	3.204.710	0	0	0	17.674
Muatan tertinggi						

Keterangan :

Untuk pembacaan :

01x 1 UNIT PEMBANGKITAN PLTA LODOYO

2 PT. PLN (PERSERO) PJB UPT KEDIRI

Untuk pemeriksaan : 1 JANUARI 2004

PT. PJB

KATIMAN

E. I. WAHYUDI

UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS

BOREMAN PRODUKSI PLTA LODOYO

[Signature]
 Y. SUSILO

**PENGUKURAN SEDIMENTASI KTH
PLTA LODOYO
TGL.23 Desember 2003 Pk. 09.00**

Elevasi air Kolam Tando Harian (KTH)	= 136,00 M
Elevasi Dasar Kolam Tando Harian	= 123,00 M
Kedalaman dasar KTH	= 13,00 M

Hasil - hasil pengukuran kedalaman air KTH

A 1 = 4,30 M	B 1 = 4,30 M	C 1 = 4,40 M
A 2 = 5,00 M	B 2 = 4,40 M	C 2 = 4,90 M
A 3 = 5,20 M	B 3 = 5,10 M	C 3 = 7,60 M
A 4 = 6,00 M	B 4 = 6,70 M	C 4 = 9,00 M
= 20,50 M	= 20,50 M	= 25,90 M
RA = 5,13 M	RB = 5,13 M	RC = 6,48 M
D 1 = 4,30 M	E 1 = 4,60 M	F 1 = 4,50 M
D 2 = 4,60 M	E 2 = 6,60 M	F 2 = 5,00 M
D 3 = 8,00 M	E 3 = 8,60 M	F 3 = 6,10 M
D 4 = 9,00 M	E 4 = 9,20 M	F 4 = 8,10 M
= 25,90 M	= 29,00 M	= 23,70 M
RD = 6,48 M	RE = 7,25 M	RF = 5,93 M

Kedalaman air rata² = $\frac{RA + RB + RC + RD + RE + RF}{6} = \frac{36,38}{6} = 6,06$

Ketinggian Sediment rata - rata = 13,00 - 6,06 = 6,94 M

Perkiraan Volume Sediment

Section I	= 23,00 X 22,50 X 6,94 X 1 M ³	= 3590,16 M ³
II	= (3,14 X 21,00 X 21,00) X 0,25 X 6,94 X 1 M ³	= 2401,66 M ³
III	= 31,50 X 21,00 X 6,94 X 1 M ³	= 4589,16 M ³
IV	= 8,00 X 29,50 X 6,94 X 1 M ³	= 1637,25 M ³
TOTAL ENDAPAN LUMPUR/SEDIMEN		= 12218 M³

Mengetahui :
KEPALA PLTA DISTRIK B


SUPARDI A

Lodoyo, 30 Desember 2003

Dibuat oleh :
FOREMAN PRODUKSI


Y. SUSILO



IKHTISAR LAPORAN PENGUSAHAAN

Bulan : DESEMBER 2003

UMUM :

Hasil Produksi Energi		
Unit Pembangkit No.1	=	10,438,700 KWh
Unit Pembangkit No.2	=	18,451,700 KWh
Unit Pembangkit No.3	=	14,047,300 KWh
Total Produksi Energi	=	42,937,700.0 KWh

Rencana Produksi Energi		
Target UP. Brantas	=	37,700,000 KWh
Pola Perum Jasa Tirta	=	27,115,000 KWh

Prosentase Total Produksi Energi

Terhadap Target UP. Brantas	=	113.89 %
Terhadap Pola Perum Jasa Tirta	=	158.35 %

Jam - jam Pembangkitan

Unit	Jam Op	Jam Pemel	Jam Gang	Jam St.by	Jam Periode
1	356.77	0.00	0.00	387.23	744
2	726.23	0.00	0.00	17.77	744
3	523.65	0.00	0.00	220.35	744

Kondisi Mesin Generator

Unit	Teg (KV) Max/Min	Amper (A) Max/Min	MW Max/Min	Cos Q Max/Min	MVAR Max/Min
1	10.8/10.3	2075/1090	30.5/20	1/0.81	19/0
2	10.8/10.2	2100/1070	30.5/20	1/0.76	19/0
3	10.9/10.2	2050/1020	30.5/20	1/0.81	19/0

Kondisi Tegangan Bus Max/Min

150 KV	149/137
380 KV	365/348

Beban tertinggi Puncak : 105 MW.

KV Beban tertinggi Dasar : 20 MW.

V MW Max Unit : 91.5 MW.

TEMPERATUR BEARING

	Turb Brg Max (°C)	Thrust Brg Max (°C)	Lower Brg Max (°C)	Upper Brg Max (°C)	KETERANGAN
Unit 1	57.8	56.0	60	59	Set dial Thrst brg # 1 58 °C Alarm 63 °C Trip
Unit 2	58.8	56	51	60	
Unit 3	59.2	56.8	48.2	58.9	



Bulan : DESEMBER 2003

Kondisi Air Waduk

Elevasi waduk Max / Min (meter)	=	261.04 / 259.60
Elevasi Tail Race Max / Min (meter)	=	182.85 / 182.00
Debit Air Masuk (Rata-rata)	=	95.49
Debit Air Keluar (Rata-rata)	=	94.02
Debit Air Melimpah (Rata-rata)	=	-

Gangguan Unit Pembangkit

Gangguan dari Dalam	=	-
Gangguan dari Luar	=	-

Pemadaman Unit Pembangkit & Trafo-Trafo**NIHIL**

**PJB**

PT. PJB

UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS

PLTA SUTAMI

Halaman: iii

IKHTISAR LAPORAN PEMELIHARAAN
Bulan : DESEMBER 2003

Pemeliharaan rutin / mingguan :

Pemeliharaan Rutin & Mingguan dilaksanakan sesuai jadwal.

Pemeliharaan Bulanan :

Pemeliharaan Bulanan dilaksanakan sesuai jadwal FLM,

Pemeliharaan bulanan dilaksanakan pada saat Unit Stop operasi (stand by).

Pemeliharaan Periodik

LAPORAN PENGUSAHAAN
 Bulan : DESEMBER 2003

NO	PLTA	SATUAN	UNIT			KETERANGAN
			1	2	3	
1	Merk generator	-	TOSHIBA	TOSHIBA	TOSHIBA	
2	Daya terpasang	MVA	39	39	39	
3	Nomor pabrik	-				
4	Nomor PLN	-				
5	Jam kerja total bulan ini	Jam	356.77	726.23	523.65	
6	Jam kerja sesudah inspection (MO)	Jam	36,812.64	26,940.84	26,427.63	
7	Jam kerja peak total bulan ini -)	Jam	-	-	-	
8	Jam kerja peak sesudah inspection MO -)	Jam				
9	Jumlah start total	kali	20	3	18	
10	Jumlah start sesudah inspection MO -)	kali				
	Faktor keandalan start	%	100	100	100	
2	Faktor kapasitas (CF)	%	39.64	68.88	53.22	
3	Faktor produksi (OPF)	%				
4	Faktor kemampuan daya (d.mampu/d.terpas)	%	100	100	100	
5	Faktor jam kerja (SF)	%	47.95	97.61	70.38	
6	Faktor jam pemeliharaan (POF/SOF)	%	0.00	0.00	0.00	
7	Faktor jam kerusakan/gangguan (FOF)	%	0.00	0.00	0.00	
8	- Pemakaian air *)	liter/cwh				
9	- Jumlah gangguan dari dalam unit	kali	-	-	-	
10	- Jumlah gangguan dari luar unit	kali	-	-	-	

CATATAN :

*) = Total pemakaian air = liter / KW/h

-)= Diisi bila ada data



PT PJB
UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS
PLTA SUTAMI

DATA PENGUSAHAAN PEMBANGKITAN
Bulan : DESEMBER 2003

Halaman : 2

PLTA / UNIT	DAYA TERP (MW)	DAYA TESP (MW)	DAYA MAM PU (MW)	BP UNIT MW	BP SENT. MW	PRODUKSI KWh	PEM. SEND KWh	SUSUT TRF KWh	JAM SIAP	JAM KERJA	JAM PENEL	JAM GANGG.	JAM ST. BY	BIAYA EP (Rp. *)
SUTAMI 1	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	10,438,700	15,264.90	38,442.38	387.23	356.77	0.00	0.00	387.23	149,169,013.00
SUTAMI 2	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	18,451,700	26,992.61	103,035.72	17.77	726.23	0.00	0.00	17.77	263,674,793.00
SUTAMI 3	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	14,047,300	20,541.89	78,664.38	220.35	523.65	0.00	0.00	220.35	300,713,917.00
JUMLAH	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	42,937,700.00	62,799.40	240,142.98						613,579,733.00

Keterangan:

- Realisasi terhadap ketersediaan = 113.89%

RINCIAN PEMAKAIAN SENDIRI SUSUT TRAFIK (KWh)

LAT *	KWh	.....	KWh	Jumlah KWh yang d. produksi	42,937,700.00	KWh =	100.00%
SST *	KWh	.....	KWh				
TS *	52,719 KWh	Susut TRF =	240,142.98 KWh	Jumlah pemakaian sendiri + Susut ratio sendiri =	302,992.38	KWh =	0.71%
EP *	42,937,700 KWh	Rp 14,296/KWh	..... Rp	Jumlah KWh yang disalurkan	42,634,767.62	KWh =	99.29%

PENGUS

TARGET LPBansi..... 37,700,000.0

613,579,733.00

99.29%



PRB
 UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS
 PLTA SUTAMI

DATA - DATA OPERASI (NERC - GADS)
 Bulan : DESEMBER 2003

UNIT	JAY PE RIODE PH	JAM TERSEDIA		JAM TIDAK TERSEDIA		JUNILAH (X)		JUNILAH (S)		JAM DEBATING		SERVICE		KAPASITAS		DUT PUT		KETERSEDIAAN		KELLAR PAKSA		Sedok	
		SH	RSWSBY	U.A.H	POH	L	TOT	SUK	ESE	EJUH	EFDH	ESDW	EFDH	EFDH	EFDH	EFDH	EFDH	EFDH	EFDH	EFDH	EFDH		EFDH
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	24
SUTAMI I	212	316.77	317.23	0.0	0.0	0	0	20	20	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00	47.93	46.09	10.03	83.60	83.68	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
SUTAMI II	211	226.23	17.77	0.0	0.0	0	0	3	3	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00	91.61	70.88	70.76	73.49	73.49	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
SUTAMI III	211	523.65	220.35	0.0	0.0	0	0	18	18	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00	70.36	53.95	53.87	76.64	76.64	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
JUNILAHRA-A2	2122	3,046.65	635.35	0.0	0.0	0	0	41	41	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00	71.88	34.96	34.88	77.61	77.61	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00

33200

Keterangan:

- PH = Planned Hours.
- SH = Service Hours.
- RSW = Reserve Shutdown Hours.
- FOH = Force Outage Hours.
- MCH = Maintenance Outage Hours.
- POH = Planned Outage Hours.
- ESDH = (SD+SMW derating)/NMC
- EFDH = (FDH+SMW derating)/NMC

- EJDH = (EJH+SMW derating)/NMC
- EFDH = (FDH+SMW derating)/NMC
- ESEDH = (ESEDH+SMW derating)/NMC
- EFDHRS = (EFDHRS+SMW derating)/NMC
- SF (Service Factor) = (SHPH) x 100
- GCF (Gross Capacity Factor) = (GAG/PH+GMCC) x 100
- NCF (Net Capacity Factor) = (NAG/PH+GMCC) x 100
- GDF (Gross Output Factor) = (GAG/SH+GMCC) x 100

- NCF (Net Output Factor) = (NAG/SH+GMCC) x 100
- AF (Availability Factor) = (A/PH) x 100
- EAF (Eq. Avail. Fact.) = (AH-EJUH-EPOH-EJDH)/PH x 100
- FOR (Force Outage Rate) = (FOH)/(FOH+SH) x 100
- EFOR (Eq. Force CR) = (FCH-EFDH)/(FCH+SH+EFDHRS) x 100
- SDF (Schedule Outage Factor) = (SOH/PH) x 100

GADS KLUB W.A.I



SUSUT TRAF0
 Bulan : DESEMBER 2003

FR1Q1010PC/K
 Halaman : 4

No	PLTA	FUNGSI TRAF0	DAYA (kVA)	TEGANGAN (KV)		EFF. (%)	PRODUKSI (kWh)	P. Sendiri (kWh)	RUGI TRAF0 (kWh)		KETERANGAN	
				HV	LV				MTR	UAT		TOTAL
1	SUTAMI	MTR 1	39,000	154,00	11,00	99,44	10,438,700.00		58,442.38		MIE	
		MTR 2	39,000	154,00	11,00	99,44	18,451,700.00		103,035.72			
		MTR 3	39,000	154,00	11,00	99,44	14,047,300.00	2534	78,664.88	26.37		
		PS 1	1,500	11,00	6,30	98,97		51,924.00		540.38		
		PS 2	1,500	11,00	6,30	98,97		9,624.00				
		FEEDER 1 AC LAMPU SWYD FEEDER 3						836.60 356.00				
						42,937,700.00	62,789.40	240,142.98	566.75	240,709.74	MASING-MASING	

PT. RUMAH SAKIT JAWA BARU

Karangates, 01 Januari 2004

SPV PRCD PLTA USI. A

[Signature]
 SUPARMAN

DATA MONITORING AIR WADUK HARIAN
 Bulan : DESEMBER 2003

TGL	DEBIT AIR KELUAR WADUK					DEBIT AIR MASUK	ELEVASI WADUK
	Turbine m ³ /detik	Spillway m ³ /detik	Flap Gate m ³ /detik	HJV m ³ /detik	Spw.weir m ³ /det		
1	122.25						
2	112.86					92.52	259.77
3	68.82					99.80	259.6
4	146.6					108.08	260.2
5	144.93					148.55	260.29
6	133.64					118.74	259.84
7	108.59					129.97	259.81
8	100.81					105.84	259.77
9	146.82					122.55	260,10
10	148.14					181.70	260.77
11	147.44					151.99	260.83
12	110					107.37	260.16
13	76.32					87.62	259.79
14	72.22					87.93	259.98
15	69.09					79.99	260.09
16	66.72					68.53	260.08
17	77.71					76.14	260.25
18	95.35					67.85	260.09
19	75.11					86,70	259.94
20	95.79					83.66	260.09
21	87.66					92.42	260.1
22	105.35					107.25	260.45
23	79.23					95.98	260.22
24	62.95					81.11	260.25
25	55.84					73.27	260.43
26	54.08					63.44	260.56
27	52.05					63.63	260.73
28	53.15					58.28	260.83
29	58.39					55.00	260.86
30	121.87					63.71	260.96
31	64.83					130.69	261,10
Max	148.14				0	181.7	261.94
Min	52.05				0.00	55.00	259.60
Rat.	94.02				#DIV/0!	95	260
JML	2914.61	0			0	2864.83	

Periode: 12/12/2003 (12/12/2003) - 12/31/2003

CATATAN :


 KWH METER KONVENSIONAL
 PRODUKSI ENERGI MWH & JAM OPERASI
 Bulan : DESEMBER 2003

No	PRODUKSI ENERGI MWH JAM 10.00				JAM OPERASI			
	I	II	III	JUMLAH	I	II	III	JUMLAH
1	576700	427700	682400	1,786,800	24.00	15.28	24.00	63.28
2	292600	439100	374600	1,106,300	21.13	14.95	24.00	60.08
3	497500	650600	518600	1,666,700	6.77	24.00	7.68	38.45
4	729000	732100	736800	2,197,900	24.00	24.00	24.00	72.00
5	694600	703700	704400	2,102,900	24.00	24.00	24.00	72.00
6	587800	646700	646900	1,881,400	24.00	24.00	24.00	72.00
7	176300	585100	589300	1,350,700	14.13	24.00	24.00	62.13
8	502800	689400	696100	1,888,300	7.03	24.00	24.00	55.03
9	731600	632800	741200	2,105,600	24.00	24.00	24.00	72.00
10	736500	842800	748200	2,327,500	24.00	24.00	24.00	72.00
11	696200	702700	670300	2,069,200	24.00	24.00	24.00	72.00
12	328200	564600	391100	1,283,900	24.00	24.00	15.00	63.00
13	149300	572900	429300	1,151,500	5.35	24.00	15.58	44.93
14	136700	540200	327300	1,004,200	4.85	24.00	16.50	45.35
15	158500	579100	206800	944,400	5.65	24.00	13.27	42.92
16	197700	602700	362600	1,163,000	6.50	24.00	6.87	37.37
17	156900	631900	459200	1,248,000	5.43	24.00	13.38	42.82
18	176400	573800	500100	1,250,300	6.42	24.00	24.00	54.42
19	371500	608100	461800	1,441,400	6.85	24.00	17.15	48.00
20	222700	566900	358300	1,147,900	13.87	24.00	15.98	53.85
21	361800	683500	591300	1,636,600	7.17	24.00	18.87	50.03
22	159200	607700	601000	1,367,900	10.75	24.00	24.00	58.75
23	177800	545600	214400	937,800	6.18	24.00	16.47	46.65
24	213800	549500	220400	983,700	6.28	24.00	7.90	38.18
25	100500	521600	174000	796,100	5.42	24.00	7.05	36.47
26	121300	521900	172100	815,300	4.78	24.00	6.90	35.68
27	95800	512000	173900	781,700	3.90	24.00	6.95	34.85
28	124100	525700	156200	806,000	4.93	24.00	6.17	35.10
29	416100	574400	443000	1,433,500	6.62	24.00	7.40	38.02
30	332900	602000	506300	1,441,200	4.75	24.00	24.00	52.75
31	115700	514900	189400	820,000	0.00	24.00	12.53	36.53
TOTAL	10,438,700	18,451,700	14,047,300	42,937,700	356.77	726.23	523.65	1,606.65

Keterangan.


 KWH METER ME PJB
 PRODUKSI ENERGI MWH & JAM OPERASI
 Bulan : DESEMBER 2003

TGL	PRODUKSI ENERGI MWH JAM 10.00				JAM OPERASI			
	I	II	III	JUMLAH	I	II	III	JUMLAH
1	700770	684810	684500	2,070,080	24.00	15.28	24.00	63.28
2	666540	421630	695550	1,783,720	21.13	14.95	24.00	60.08
3	288620	429710	367480	1,085,810	6.77	24.00	7.68	38.45
4	489930	635870	508150	1,633,950	24.00	24.00	24.00	72.00
5	719760	716820	723650	2,160,230	24.00	24.00	24.00	72.00
6	685620	688330	691310	2,065,260	24.00	24.00	24.00	72.00
7	580390	632770	634750	1,847,910	14.13	24.00	24.00	62.13
8	174230	572820	578360	1,325,410	7.03	24.00	24.00	55.03
9	496860	675430	783950	1,956,240	24.00	24.00	24.00	72.00
10	722180	717190	627,40	2,066,710	24.00	24.00	24.00	72.00
11	725680	725750	733460	2,184,890	24.00	24.00	24.00	72.00
12	688250	687880	658310	2,034,440	24.00	24.00	15.00	63.00
13	324360	551890	483620	1,359,970	5.35	24.00	15.58	44.93
14	147220	560300	321150	1,028,670	4.85	24.00	16.50	45.35
15	134970	528450	320800	984,220	5.65	24.00	13.27	42.92
16	156260	566300	202470	925,030	6.50	24.00	6.87	37.37
17	195230	588660	355310	1,139,200	5.43	24.00	13.38	42.82
18	154880	617560	449850	1,222,290	6.42	24.00	24.00	54.42
19	174270	561330	491190	1,226,790	6.85	24.00	17.15	48.00
20	367060	595260	452830	1,415,150	13.87	24.00	15.98	53.85
21	220220	555310	351400	1,126,930	7.17	24.00	18.87	50.03
22	357350	668340	590390	1,606,080	10.75	24.00	24.00	58.75
23	157350	594280	589620	1,341,250	6.18	24.00	16.47	46.65
24	175640	533270	210050	918,960	6.28	24.00	7.90	38.18
25	177820	537760	215940	931,520	5.42	24.00	7.05	36.47
26	133170	510630	170630	814,430	4.78	24.00	6.90	35.68
27	119950	510510	168650	799,110	3.90	24.00	6.95	34.85
28	94940	501210	170980	767,130	4.93	24.00	6.17	35.10
29	122760	513980	152250	788,990	6.62	24.00	7.40	38.02
30	411970	561750	434590	1,408,310	4.75	24.00	24.00	52.75
31	330240	589600	497290	1,417,130	0.00	24.00	12.53	36.53
TOTAL	10,894,490	18,235,500	14,305,820	43,435,810	356.77	726.23	523.65	1,606.65

Keterangan.



KWII METER ELEKTRONIK PJB
PRODUKSI ENERGI KWH ME
Bulan : DESEMBER 2003

TGL	PRODUKSI ENERGI MWH JAM 10.00				ELEVASI	IN FLOW	OUT FLOW
	I	II	III	JUMLAH	J. 24:00	RATA ² /HARI	
1	700880	687180	709650	2,097,710	259.77	92.52	122.25
2	665370	419760	670260	1,756,390	259.6	93.80	112.86
3	288730	429710	367780	1,086,220	260.2	108.08	68.82
4	490570	636800	508690	1,636,060	260.29	148.55	146.6
5	718840	716210	723000	2,158,050	259.84	118.74	144.93
6	685560	688510	691330	2,065,400	259.81	129.97	133.64
7	580390	633180	635080	1,848,650	259.77	105.84	108.59
8	174200	573500	579140	1,326,840	260.10	122.55	100.81
9	496300	674820	683330	1,854,950	260.77	181.70	146.82
10	722410	716850	726540	2,165,800	260.83	151.99	148.14
11	725060	726910	734380	2,186,950	260.16	107.37	147.44
12	687200	687260	668060	2,032,520	259.79	87.62	110
13	324850	552610	383620	1,261,080	259.98	87.93	76.32
14	147200	560700	421140	1,129,040	260.09	79.99	72.22
15	134940	528720	320830	984,490	260.08	68.53	69.09
16	156240	565980	202490	924,710	260.25	76.14	66.72
17	195200	589150	355320	1,139,670	260.09	67.85	77.71
18	154850	617780	450190	1,222,820	259.94	86.70	95.35
19	174240	561810	490900	1,226,950	260.08	83.86	75.11
20	366980	595010	452850	1,414,840	260.10	92.42	95.79
21	220180	554660	351410	1,126,250	260.45	107.25	87.66
22	357300	669180	580530	1,607,010	260.22	95.98	105.35
23	157320	594230	589500	1,341,050	260.25	81.11	79.23
24	175610	533630	210050	919,290	260.43	73.27	62.95
25	177780	537600	215920	931,300	260.58	63.44	55.84
26	133160	510870	170630	814,660	260.73	63.63	54.08
27	119940	510900	168650	799,490	260.83	58.28	52.05
28	94920	500970	170980	766,870	260.88	55	53.15
29	122740	514730	152250	789,720	260.96	63.71	58.39
30	411790	561170	434610	1,407,570	261.10	130.69	121.87
31	330280	599810	497280	1,417,370	261.04	61.22	64.83
1-01-2004	114730	503950	185700	804,380			
TOTAL	10,562,850	17,650,390	13,809,110	42,022,350	JML	2,864.8	2,914.6
PRM 1/1/03	10,306,980	18,056,970	13,782,440	42,146,390			

1-01-2004 114730 503950 185700 804380

Keterangan.



PT. PJB
UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS
PLTA SUTAMI

JAM UNIT PEMBANGKITAN DAN PRODUKSI LISTRIK
Bulan : DESEMBER 2003

FR/010PFC/K

Halaman : 8

P L T A	UNIT	JAM KERJA DAN PRODUKSI KWH				JAM BERHENTI*				KETERANGAN GANGGUAN DAN PELAKSANAAN TEKERJAAN
		JK KWH	JSM KWH	JSO KWH	JSB KWH	PEMELIHAA RAAN	GANG GUAN	STAND BY	TOTAL	
SUTAMI	1	356.77	2397.27	36812.64	185036.06	0.00	0.00	387.23	744	
		10438700	176614600	409491287	1729860387					
SUTAMI	2	726.23	2476.43	26940.84	183216.27	0.00	0.00	17.77	744	
		8431700	233363500	726141500	531834800					
SUTAMI	J	523.65	1522.17	26427.63	125497.91	0.00	0.00	200.35	544	
		14047300	136327200	442405000	747312700					

b-13

KETERANGAN : JK = Jam kerja

JSO = Jam kerja sejak Overhaul

JSB = Jam kerja sejak beroperasi



DATA PEMELIHARAAN PEMBANGKIT
Bulan : DESEMBER 2003

NO	PLTA	UNIT NO	TANGGAL		JAM MASUK	JAM LEPAS	JENIS PEMELIHARAAN	FISIK %	KETERANGAN
			LEPAS	MASUK					
1	SUTAMI	1	03-12-2003	03-12-2003	8:30	12:00	Pemks/pembers/pengukuran Brush Exciter & collector Pemeriksaan bagian dalam generator Pemeriksaan dalam turbine Pit Pemeriksaan panel ABB	-	Pelaksanaan Unit pada waktu sedang Stand By
2	SUTAMI	2	01-12-2003	01-12-2003	8:30	12:00	Pemks/pembers/pengukuran Brush Exciter & collector Pemeriksaan bagian dalam generator Pemeriksaan dalam turbine Pit Pemeriksaan panel ABB	-	Pelaksanaan Unit pada waktu sedang Stand By
3	SUTAMI	3	12-12-2003	12-12-2003	8:30	12:00	Pemks/pembers/pengukuran Brush Exciter & collector Pemeriksaan bagian dalam generator Pemeriksaan dalam turbine Pit Pemeriksaan panel ABB	-	Pelaksanaan Unit pada waktu sedang Stand By
4	SUTAMI	2	03-12-2003	03-12-2003	08:00	12:00	Pembersihan oil cooler Upper Bearing & Turbin brg	-	Pelaksanaan Unit pada waktu sedang Stand By

37

Keterangan



DATA KONDISI AIR WADUK DAN CURAH HUJAN

Bulan : DESEMBER 2003

PERIHAL	PENUNJUKAN	SATUAN	KETERANGAN
Elevasi Air Waduk			
Awal Bulan	259.77	Meter	
Akhir Bulan	260.86	Meter	
Tertinggi	261.04	Meter	29-12-2003
Terendah	259.55	Meter	2-12-2003
Debit Air Masuk (Harian)			
Maximum	181.70	M3/Detik	9-12-2003
Minimum	55.00	M3/Detik	28-12-2003
Rata-rata dalam bulan ini	95.49	M3/Detik	
Debit Air Keluar Turbin			
Maximum	148.14	M3/Detik	10-12-2003
Minimum	52.05	M3/Detik	27-12-2003
Rata-rata dalam bulan ini	94.02	M3/Detik	
Debit Air Keluar (Melimpah)			
Maximum	-	M3/Detik	
Minimum	-	M3/Detik	
Rata-rata dalam bulan ini	-	M3/Detik	
Debit Air Keluar Untuk Irigasi			
Maximum	-	M3/Detik	
Minimum	-	M3/Detik	
Rata-rata dalam bulan ini	-	M3/Detik	
Curah Hujan			
Jumlah hari hujan	21	Hari	
Maximum	371	mm	
Minimum	0	mm	
Jumlah dalam bulan ini	1307	mm	



PT PJB
UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS
PLTA SUTAMI

BEBAN TERTINGGI TRANSMISI
Bulan : DESEMBER 2003

FR/010/OFC/K

Halaman : 11

JURUSAN	PANJANG (KM)	TEG. (KV)	JENIS PENAMPANG	AMPERE NOMINAL	SETTING	BEBAN TERTINGGI			JAM OPERASI	
						TANGGAL	JAM	AMPERE		
PLTA SUTAMI - KEBONAGUNG 1	30	154	ACSR	740	560	4-12-2003	15.00	245.00	33.11	7:14
PLTA SUTAMI - KEBONAGUNG 2	30	154	ACSR	740	560	4-12-2003	15.00	245.00	33.11	7:14
PLTA SUTAMI - WLINGI TERIMA	26	154	ACSR	480	300	12-12-2003	12.00	172.00	35.83	7:14
• WLINGI KIRIM	26	154	ACSR	480	300	01-12-2003	01.00	270.00	56.25	7:14



PT PJB
UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS
PLTA SUTAMI

FR/DTO/OPCK
Halaman : 13

LAPORAN PEMAKAIAN BBM KENDARAAN OPERASIONAL
Bulan : DESEMBER 2003

Jenis Kendaraan : Sepeda Motor (Honda) & Win
Nomor Polisi : N 8619 MO 21 N 46963 PV
Luar BBM / KM : 20 KM

TGL	URAIAN KEPERLUAN	TUJUAN	JARAK TEMPUH KM	PREMIUM Ltr	KET
1	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
2	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
3	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
4	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
5	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
6					
7					
8	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
9	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
10	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
11	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
12	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
13					
14					
15	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
16	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
17	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
18	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
19	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
20					
21					
22	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
23	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
24	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
25					
26	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
27					
28					
29	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
30	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
31	Operasional PLTA	PLTA Sutami - Kantor UP BRANT	5	4	KAM & STAFF
	TOTAL			76	

Karangates, 1 JANUARI 2004

Mengetahui
KEPALA PLTA STM & SGR
(Signature)

Dibuat oleh
SPV. PROD PLTA DIST. A
(Signature)
SUPARMAN

No	Stand meter			Stand meter			Stand meter			Murni
	Akhir	Awal	Hasil	Akhir	Awal	Hasil	Akhir	Awal	Hasil	
31	18430,5	87613,2	11022000	96580,1	885,5	1871,8	43867	0	43867	
1	8408,5	50867,1	6646100	92193,4	885,5	1871,8	0	0	0	
Hasil	11022000	6646100	17068100	43.867	0	0	43867	0	43867	

Bulan : November

Unit	JSO	JK	JSB
1	29624,30	117054,05	266086500
2	16157,58	108703,95	5875641100
Jumlah	165849500	117054,05	266086500

Bulan : Desember

Unit	JSO	JK	JSB
1	664,38	29288,68	117718,43
2	457,90	18615,48	109161,85
Jumlah	8646100	172494900	5882287200

Formulir Jam & KWh

Unit	September			Okt.		
	JK	JS	JSB	JK	JS	JSB
1	664,38	79,62	116904,03	150,02	744,00	744,00
2	457,90	206,10	108438,5	267,45	744,00	744,00
Jumlah	1122,28	365,72	225342,53	417,47	1488,00	1488,00

Formulir Dekade Air

Dekade	Turbine	Spillway	Pier gate	Ingesi	Tt.O flow	In flow
I	151,25	55,22	2,51	14,68	223,66	223,03
II	117,02	0,00	0,39	15,04	132,45	133,62
III	98,88	0,55	0,80	16,01	117,24	117,87
Jumlah	368,15	55,78	3,71	45,73	473,36	474,53
Rata-rata	121,98	19,94	1,22	15,27	162,02	158,88
PUAT	121,98	24	3600	31	18,491344	
0,0003	21933,5	6,55	17068100			

Formulir Susut Trafo

PGT	Tegangan (KV)	Ampere (A)		MW	Mvar	Cos Q	Tegangan 154 KV		Tegangan 6,3 KV	
		MAX	MIN				MAX	MIN	MAX	MIN
1	10,9	1575	570	27	14	1,00	146	128	5,9	5,3
2	10,9	1550	550	25	14	1,00	0,70			

JK = Jam Kerja JSO = Jam Kerja sejak Overhaul JSB = Jam Kerja sejak beroperasi
 UPBRAN = 12.300.000
 PJT = 7.158.230

ANALOG JAM 10.00 BULAN : Desember 2003

KWh Generator Unit 1				KWh Generator Unit 2				Total		KWh Local Service Unit 1			KWh Local Service Unit 2			KWh Station Service				
X 1000	Hasil	Kumulatif	X 10	Hasil	Kumulatif	X 10	Hasil	Kumulatif	1 + 2	Kumulatif	X 20	Hasil	Kumulatif	X 20	Hasil	Kumulatif	X 10	Hasil	Kumulatif	
8498,5			80967,1								20005,9						80513,8			
8783,2	354700	354700	81248,7	281600	281600	81248,7	281600	636300	636300	636300		0	0	80594,0	1404	1404	92334,3	1409	1409	
9126,6	363400	718100	81530,4	281700	563300	81530,4	563300	645100	1281400	1281400		0	0	80658,4	1488	2882	92484	1497	2506	
9417,8	291000	1009100	81838	3076...	870900	81838	870900	598800	1880000	1880000		0	0	80732,2	1476	4358	92632,1	1481	4387	
9927,3	309700	1518800	82212,7	374700	1245600	82212,7	1245600	884400	2764400	2764400		0	0	80810,6	1568	5936	92789,6	1575	5962	
10289,1	361900	1880600	82517,1	304400	1550000	82517,1	1550000	3400600	3400600	3400600		0	0	80881,1	1410	7346	92846,6	1419	7361	
10624,0	304300	2215900	82756,2	239100	1789100	82756,2	1789100	574000	4004600	4004600		832	832	80906,5	508	7854	93006,5	1352	8731	
11010,4	366400	2601900	83075,0	318800	2107900	83075,0	2107900	705200	4709800	4709800		1548	3378		0	7854	93222	1555	10266	
11351,3	340900	2942900	83360,5	286500	2393400	83360,5	2393400	626400	5336200	5336200		1548	3926		0	7854	93377,8	1558	11844	
11937,5	586200	3529000	83711,0	350500	2743900	83711,0	2743900	936100	6272900	6272900		1672	5598		0	7854	93548	1582	13525	
12485,8	548300	4077300	83987,0	266000	3023900	83987,0	3023900	834300	7107200	7107200		1502	7100		0	7854	93597,0	1510	15036	
12980,5	494700	4572000	84207,5	300500	3330400	84207,5	3330400	795200	7902400	7902400		1432	8532		0	7854	93940,6	1436	15472	
13307,2	326700	4898700	84570,1	272600	3603000	84570,1	3603000	599300	8501700	8501700		1470	9952		0	7854	93963,6	1432	17902	
13648,1	340900	5239600	84828,5	258400	3961400	84828,5	3961400	599300	9101000	9101000		1388	11340		0	7854	94123,2	1396	18298	
14007,3	353200	5592800	84958,6	130100	3991500	84958,6	3991500	483300	9584300	9584300		1364	12704		0	7854	94260,3	1371	20669	
14296,1	294800	5887600	85089	80400	4071900	85089	4071900	375200	9959500	9959500		1412	14116		0	7854	94402,2	1419	22086	
14650,6	384700	6272300	85087,1	48100	4120000	85087,1	4120000	432800	10392300	10392300		1304	15420		0	7854	94533,3	1414	23399	
14951,6	272500	6543100	85252,9	165800	4285800	85252,9	4285800	436800	10828900	10828900		1406	16826		0	7854	94674,7	1414	24813	
15312,1	360500	6903600	85490,7	237800	4523600	85490,7	4523600	598300	11427200	11427200		1414	18240		0	7854	94816,8	1421	26234	
15621,0	308300	7212900	85749,3	256800	4782200	85749,3	4782200	567500	11994700	11994700		1362	19602		0	7854	94954	1372	27608	
16071,5	450500	7663000	86013,3	264000	5046200	86013,3	5046200	714500	12709200	12709200		1425	21028		0	7854	95097	1430	29035	
16558,7	488200	8151200	86356,2	342800	5389100	86356,2	5389100	831100	13540300	13540300		1485	22516		0	7854	95246,3	1493	30529	
16898,0	338300	8489500	86653,1	298800	5686000	86653,1	5686000	635200	14175500	14175500		1424	23940		0	7854	95389,7	1434	31963	
17282,1	384100	8873600	86753	99900	5785900	86753	5785900	484000	14659500	14659500		1388	25328		0	7854	95529,1	1394	33357	
17589,7	307600	9181200	86836,2	83200	5889100	86836,2	5889100	390800	15050300	15050300		1372	26700		0	7854	95668,8	1377	34734	
17928,0	336300	9519500	86879,7	43500	5912600	86879,7	5912600	381800	15432100	15432100		1274	27974		0	7854	95794,6	1278	36012	
18289,3	311300	9830800	86925,3	45600	5958200	86925,3	5958200	355900	15788000	15788000		1269	29242		0	7854	95922,1	1275	37287	
18476,1	236800	10067600	86967,3	42000	6000200	86967,3	6000200	276800	16067800	16067800		1258	30470		0	7854	96045,2	1231	38518	
18752,5	278400	10344000	87028,1	58800	6059000	87028,1	6059000	335200	16403000	16403000		1265	31736		0	7854	96171,8	1266	39784	
19095,7	341200	10685200	87072,7	46600	6105600	87072,7	6105600	398800	16792800	16792800		1304	33340		0	7854	96302,9	1311	41095	
19390,4	294700	10981900	87335,5	262800	6388400	87335,5	6388400	587500	17350300	17350300		956	33956		0	7854	96446,2	1433	42525	
19430,5	40100	11022000	87613,2	277700	6646100	87613,2	6646100	317800	17668100	17668100		0	33998		0	7854	96580,1	1330	43867	
	Jumlah 1	11022000		Jumlah 2	6646100		6646100	Total 1+2	17668100				Pemakaian lokal unit 1	33995		Pemakaian lokal unit 2			Pemakaian Sendiri	9662
	Jumlah 1	11022000		Jumlah 2	6646100		6646100	Total 1+2	17668100				Pemakaian lokal unit 1	33995		Pemakaian lokal unit 2			Pemakaian Sendiri	9662

WALOG JAM 24.00 BULAN Desember 2003

KWh Generator Unit 1			KWh Generator Unit 2			Total			KWh Local Service Unit 1			KWh Local Service Unit 2			KWh Station Service		
X 1000	Hasil	Kumulatif	X 1000	Hasil	Kumulatif	1 + 2	Kumulatif	X 20	Hasil	Kumulatif	X 20	Hasil	Kumulatif	X '0	Hasil	Kumulatif	
8225,0			80832,5					20005,9			80480,5			52132,5			
8606,1	381100	381100	81140,8	308100	308100	689200	689200	20005,9	0	0	80554,1	1412	1412	92274,2	1417	1417	
8891,5	385400	766500	81464,2	323600	631700	708000	1398200	20005,9	0	0	80628,3	1484	2896	92423,7	1485	2912	
9327,8	336300	1102800	81548,0	163800	815500	520100	1918300	20005,9	0	0	80701,2	1456	4354	92569,9	1462	4374	
9740,9	413100	1515900	82023,1	375100	1190600	788200	2706500	20005,9	0	0	80778,0	1536	5890	92724,4	1545	5819	
10171,3	430400	1946300	82420,7	397600	1588200	828000	3534500	20005,9	0	0	80850,7	1494	7344	92870,3	1489	7378	
10512,6	341300	2287600	82869,0	248300	1836500	589600	4124100	20019,0	262	262	80906,5	1116	8460	93009,2	1369	8767	
10889,9	377300	2664900	82961,9	282800	2129300	670100	4794200	20092,8	1476	1738		0	8460	93157,6	1465	10253	
11260,9	371300	3036200	83262,9	301100	2430400	672100	5466300	20172,2	1588	3326		0	8460	93317,5	1567	11850	
11685,1	424200	3460400	83683,7	320800	2751200	745000	6211300	20253,5	1026	4352		0	8460	93480,8	1533	13483	
12255,6	570500	4030900	83900,5	316800	3068000	887300	7098600	20330,2	1534	6486		0	8460	93635,3	1546	15028	
12772,9	377300	4547900	84194,8	294300	3362300	811600	7910200	20404,2	1160	7366		0	8460	93784,0	1487	16515	
13164,4	391500	4939400	84439,7	244900	3607200	638400	8546800	20475,0	1416	9382		0	8460	93926,5	1425	17940	
13517,0	352500	5292000	84702,9	263200	3870400	615800	9162400	20544,7	1394	10776		0	8460	94066,4	1399	19339	
13802,4	285400	5577400	84956,3	253400	4123800	538800	9701200	20612,1	1348	12124		0	8460	94201,9	1355	20694	
14147,7	345300	5922700	85037,3	81000	4204800	426300	10121500	20684,9	1456	13580		0	8460	94348,2	1463	22157	
14459,0	311300	6234000	85087,1	49800	4254600	361100	10489600	20749,4	1290	14870		0	8460	94477,9	1297	23454	
14838,3	379300	6613300	85170,3	89200	4337800	462500	10951100	20818,6	1384	16254		0	8460	94617,1	1392	24846	
15175,4	337100	6950400	85395,4	226100	4563900	563200	11514300	20889,7	1422	17676		0	8460	94750,1	1430	26276	
15442,4	297000	7217400	85590,2	193800	4757700	460800	11975100	20958,5	1336	19012		0	8460	94894,3	1342	27618	
15827,1	384700	7602100	85849,4	258200	5015900	642900	12618000	21026,2	1374	20386		0	8460	95032,3	1360	28993	
16352,5	526400	8127500	86332,2	383800	5399700	909200	13527200	21101,1	1518	21904		0	8460	95184,9	1526	30524	
16748,2	393700	8521200	86540,8	308600	5708300	702300	14229500	21174,2	1462	23356		0	8460	95332,0	1471	31965	
17089,5	343300	8864500	86750,9	210100	5918400	553400	14782900	21244,0	1396	24752		0	8460	95472,4	1404	33300	
17424,3	334800	9199300	86833,9	83000	6001400	417800	15200700	21314,8	1416	26178		0	8460	95614,5	1421	34620	
17746,4	321100	9520400	86879,7	45800	6047200	366900	15667600	21377,5	1254	27432		0	8460	95740,4	1259	36079	
18073,3	327900	9848300	86925,3	45600	6092800	379500	15941100	21441,9	1288	28720		0	8460	95889,5	1291	37470	
18335,8	262500	10110800	86967,3	42000	6134800	304500	16245600	21503,5	1232	29952		0	8460	95993,2	1237	38607	
18611,1	275300	10386100	87023,1	58900	6193600	334100	16579700	21566,0	1250	31202		0	8460	96116,5	1253	39860	
18864,5	253400	10639500	87072,7	46600	6240200	300000	16970700	21630,7	1294	32496		0	8460	96248,1	1295	41156	
19247,6	523100	11162600	87178,2	105500	6345700	628600	17508300	21701,9	1424	33920		0	8460	96390,0	1429	42565	
19420,5	402200	11205500	87480,3	302100	6547800	345000	17953300	21709,7	76	33996		1270	9730	96526,0	1050	43935	
Jumlah 1			Jumlah 2			Total 1+2		Pemakaian lokal unit 1			Pemakaian lokal unit 2			Remakanan			
		11205500			8647800		17853300	30990			9730				39903	43935	
																41253	
																49771	

SI	Unit 1			Unit 2			Unit 3			Unit 4			Unit 5		
	Max	Min	Jam	Max	Min	Jam	Max	Min	Jam	Max	Min	Jam	Max	Min	Jam
	1	10,9	10,0	10,9	10	10,9	10,9	1525	18,30	670	10,30	1500	18,30	650	22,30
2	10,6	10,1	10,6	10,2	1280	23,30	860	7,00	1220	19,00	600	1,00	1,00		
3	10,5	10	10,4	10	1475	18,00	610	15,00	1450	16,30	650	14,30	14,30		
4	10,6	9,7	10,6	10	1525	18,30	600	6,30	1350	18,00	700	21,30	21,30		
5	10,7	9,8	10,7	10	1525	19,00	625	10,00	1410	14,30	725	16,30	16,30		
6	10,6	9,9	10,6	10	1475	17,00	570	8,30	1180	17,00	575	22,00	22,00		
7	10,6	10,1	10,6	10,2	1380	19,00	590	8,30	1370	18,30	550	6,00	6,00		
8	10,6	10	10,5	10	1400	18,00	600	5,30	1425	19,00	650	9,30	9,30		
9	10,7	10	10,8	10	1550	19,00	600	7,00	1550	18,00	590	4,30	4,30		
10	10,7	10	10,7	10,1	1500	18,00	1220	12,30	1350	18,30	650	7,00	7,00		
11	10,6	10	10,6	10	1400	0,30	1125	7,30	1150	18,00	550	7,00	7,00		
12	10,6	10	10,6	10	1210	4,30	675	14,00	1150	9,30	600	6,00	6,00		
13	10,4	10	10,4	10	1350	11,00	650	14,30	1170	8,30	600	6,30	6,30		
14	10,4	10,2	10,4	10,2	1275	18,30	600	6,30	1250	18,30	600	6,30	6,30		
15	10,4	10	10,2	10	1460	4,30	600	12,30	1200	19,30	700	22,30	22,30		
16	10,4	10	10,2	10	1120	18,30	625	12,30	1100	18,30	740	17,30	17,30		
17	10,3	10	10,2	10	1510	5,00	600	12,30	1075	19,00	700	17,30	17,30		
18	10,6	10	10,6	10	1450	12,00	600	7,00	1200	19,00	600	7,00	7,00		
19	10,4	10	10,4	10	1120	19,00	625	5,30	1120	19,00	635	6,30	6,30		
20	10,5	10	10,5	10,1	1180	9,30	575	11,00	1150	5,30	700	17,30	17,30		
21	10,7	10,1	10,7	10,1	1500	3,30	625	15,00	1475	21,00	675	8,00	8,00		
22	10,6	10,1	10,6	10,2	1200	5,00	620	14,30	1200	18,3	620	14,30	14,30		
23	10,6	10,1	10,4	10,2	1200	9,00	600	13,30	1250	18,30	600	17,00	17,00		
24	10,4	10	10,3	10	1500	1,00	620	12,00	1170	18,30	675	23,00	23,00		
25	10,4	10,1	10,2	10,2	1230	0,30	620	13,30	1100	18,30	800	21,00	21,00		
26	10,4	10	10,2	10,1	1500	2,30	635	12,30	1130	19,00	750	18,00	18,00		
27	10,3	10	10,2	10	1270	5,00	625	7,30	1010	8,30	730	7,30	7,30		
28	10,4	10	10,4	10	1010	5,00	600	9,00	950	19,00	650	17,30	17,30		
29	10,3	10	10	10	1000	5,30	640	7,00	975	19,30	750	18,00	18,00		
30	10,4	10	10,4	10,1	1575	7,00	900	1,00	1160	19,00	930	23,30	23,30		
31	10,4	10,1	10,4	10,2	1020	19,00	620	17,20	1130	21,00	600	14,00	14,00		
	10,9	9,7	10,9	10,0	1575		570		1550		550				

SI	MW Generator Unit 1						MW Generator Unit 2						Cog Generator					
	MW		Mvar		MW		Mvar		MW		Mvar		Unit 1		Unit 2			
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min		
1	25	10	12	0	24	10	12	0	1,00	0,84	1	0,76	0,98	0,88	0,95	0,70		
2	20	10	12	0	20	10	14	0	1,00	0,82	1	0,73	0,98	0,88	0,95	0,70		
3	25	10	14	2	25	10	12	3	0,98	0,88	1	0,75	0,98	0,88	0,95	0,70		
4	25	10	12	2	20	10	14	0	1	0,87	1	0,75	0,98	0,88	0,95	0,70		
5	25	10	12	0	25	10	14	0	1	0,87	1	0,75	0,98	0,88	0,95	0,70		
6	25	10	12	0	20	10	10	0	1	0,72	1	0,70	0,98	0,88	0,95	0,70		
7	20	10	12	0	20	10	14	0	1	0,87	1	0,80	0,98	0,88	0,95	0,70		
8	20	10	13	0	20	10	13	2	1	0,79	0,98	0,81	0,98	0,88	0,95	0,70		
9	25	10	8	0	25	10	12	0	1	0,88	0,99	0,78	0,98	0,88	0,95	0,70		
10	25	22	9	0	20	10	13	0	1	0,94	1	0,73	0,98	0,88	0,95	0,70		
11	25	17	12	0	20	10	13	0	1	0,83	1,00	0,71	0,98	0,88	0,95	0,70		
12	20	10	12	0	20	10	13	0	1	0,78	1,00	0,74	0,98	0,88	0,95	0,70		
13	23	10	12	0	14	10	12	0	1	0,72	1	0,70	0,98	0,88	0,95	0,70		
14	18	10	13	0	17	10	13	0	1	0,79	1	0,75	0,98	0,88	0,95	0,70		
15	25	10	13	1	15	10	13	5	0,95	0,74	0,88	0,72	0,98	0,88	0,95	0,70		
16	20	10	13	0	13	10	13	6	1	0,75	0,85	0,72	0,98	0,88	0,95	0,70		
17	25	10	12	0	12	10	12	2	1	0,74	0,98	0,70	0,98	0,88	0,95	0,70		
18	25	10	13	0	15	10	13	0	1	0,78	1	0,76	0,98	0,88	0,95	0,70		
19	15	10	11	2	15	10	11	1	0,99	0,83	0,99	0,80	0,98	0,88	0,95	0,70		
20	20	10	11	0	20	10	11	0	1	0,78	1	0,72	0,98	0,88	0,95	0,70		
21	26	10	12	0	25	12	10	0	1	0,88	1	0,88	0,98	0,88	0,95	0,70		
22	20	10	12	0	20	10	14	0	1	0,79	1	0,74	0,98	0,88	0,95	0,70		
23	20	10	14	0	15	10	14	0	1	0,77	1,00	0,72	0,98	0,88	0,95	0,70		
24	25	10	12	0	15	10	12	5	1	0,79	0,90	0,77	0,98	0,88	0,95	0,70		
25	20	10	10	0	15	10	11	6	1	0,77	1	0,8	0,98	0,88	0,95	0,70		
26	25	10	12	0	15	10	11	7	1	0,78	0,82	0,73	0,98	0,88	0,95	0,70		
27	20	10	11	0	13	10	11	6	1	0,79	0,88	0,77	0,98	0,88	0,95	0,70		
28	15	10	10	0	12	10	10	4	1	0,79	0,94	0,78	0,98	0,88	0,95	0,70		
29	15	10	10	0	12	10	10	6	1	0,73	0,87	0,71	0,98	0,88	0,95	0,70		
30	27	15	12	0	15	15	12	6	1	0,8	0,93	0,77	0,98	0,88	0,95	0,70		
31	12	10	12	3	15	10	12	1	0,97	0,74	1	0,72	0,98	0,88	0,95	0,70		
	27	10	14	0	25	10	14	0	1,00	0,68	1,00	0,70	0,98	0,88	0,95	0,70		

No	Peak				Off Peak				MW				Peak				Off Peak				Tegangan			
	MW		Cos Q		MW		Cos Q		L		Unit 1		Unit 2		Unit 1		Unit 2		154 KV		5,3 KV			
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
1	25,4	0,97	27,95	1	15,21	12,63	16,96	12,80	15,59	12,84	14,6	132	5,9	5,3										
2	28	0,9	28,95	1	15,33	13,42	15,10	14,24	16,31	13,28	14,5	132	5,8	5,5										
3	34,8	0,96	16,74	0,96	13,21	7,29	20,88	16,58	12,21	5,31	141	132	5,6	5,4										
4	40,4	0,98	29,79	1	16,54	15,46	24,50	17,22	15,27	15,21	145	130	5,8	5,5										
5	36,4	0,97	33,63	1	17,70	16,50	24,38	14,34	16,23	17,15	145	128	5,8	5,4										
6	20,8	0,97	24,58	1	13,75	10,04	13,06	8,72	14,52	10,77	145	130	5,8	5,4										
7	37	0,92	25,25	1	15,50	12,20	20,36	17,66	14,50	10,76	145	132	5,8	5,5										
8	33	0,89	26,26	1	14,79	12,87	19,68	15,92	14,35	11,66	143	131	5,8	5,4										
9	42,8	0,99	28,10	1	17,79	13,38	24,52	16,90	15,87	12,44	146	131	5,8	5,4										
10	41,6	0,99	35,68	1	23,50	13,37	24,92	14,80	23,47	12,78	146	132	5,8	5,4										
11	32	0,98	33,21	1	20,96	12,00	19,54	13,84	22,08	11,85	145	130	5,8	5,4										
12	26	0,96	24,79	1	15,63	9,42	13,34	11,02	17,09	9,99	145	131	5,8	5,5										
13	23,6	0,93	25,10	1	14,08	10,71	13,66	10,08	14,96	11,20	143	131	5,7	5,4										
14	26	0,95	20,10	1	11,33	10,00	14,10	11,06	11,31	10,43	143	133	5,7	5,5										
15	22,8	0,9	15,53	0,99	13,63	3,42	12,30	9,18	14,94	1,85	142	129	5,6	5,4										
16	19,6	0,9	12,63	1	12,04	2,04	10,08	9,22	13,73	0,19	141	130	5,6	5,4										
17	19,2	0,9	18,26	1	14,95	3,50	10,20	9,12	17,28	1,97	141	129	5,6	5,4										
18	24,8	0,9	20,79	1	13,00	8,63	14,44	11,44	13,94	8,89	143	130	5,8	5,4										
19	25	0,99	15,47	0,99	10,45	7,79	12,72	10,46	10,70	7,45	141	130	5,7	5,4										
20	24	0,91	26,05	1	14,83	10,79	14,02	12,30	16,56	10,35	144	132	5,7	5,4										
21	37	0,94	37,42	1	21,33	16,00	20,32	14,88	22,31	16,28	146	132	5,8	5,5										
22	26	0,92	28,47	1	15,21	12,75	14,82	12,10	16,82	13,06	145	132	5,8	5,5										
23	28	0,99	20,00	1	13,13	8,54	14,50	13,02	14,25	7,63	143	131	5,7	5,5										
24	23,8	0,96	15,26	1	13,54	2,25	12,46	9,72	14,34	1,81	141	131	5,7	5,5										
25	18,0	0,9	11,90	1	11,50	1,70	11,14	8,50	13,97	0,17	143	132	5,6	5,4										
26	20	0,94	13,68	1	12,92	2,08	10,58	8,96	14,47	0,04	141	132	5,6	5,4										
27	17,6	0,92	10,00	1	9,96	1,63	10,10	8,40	11,16		141	132	5,6	5,4										
28	18,4	0,95	11,26	1	10,33	2,42	9,78	9,06	11,92	0,71	143	132	5,7	5,4										
29	17,6	0,86	9,47	1	9,33	1,83	9,54	8,08	10,83	0,33	141	130	5,6	5,4										
30	28	0,99	25,16	1	21,37	4,37	17,28	11,88	22,98	2,43	142	132	5,6	5,5										
31	16,6	0,97	12,63	0,99	1,42	12,04	8,02	9,66	13,36		141	132	5,6	5,5										
											146	128	5,9	5,3										

Unit	Tegangan		Ampere		MW		Mvar		Cos Q	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	10,9	9,7	1575	570	27	10	12	5	1	0,99
2	10,5	10,0	1550	550	25	10	12	5	1	0,99

Tegangan	
154 KV	6,3 KV
Max	Min
146	128
5,9	5,3

TEMPERATURE MESIN BULAN

Desember 2003

Tgl.	UNIT 1				UNIT 2				STT WD		MTR WD		MTR OIL		TEMP. R TURBINE
	THB	GBR	TGB	TOIL	THB	GBR	TGB	TOIL	1	2	1	2	1	2	
1	61	48	24	40	63	47	27	43	82	77	60	58	50	50	29
2	62	51	26	41	62	46	28	43	73	72	54	54	48	48	29
3	62	50	25	41	62	46	26	43	82	78	56	54	47	48	29
4	62	50	25	41	62	47	27	44	86	79	63	63	55	50	29
5	64	51	25	42	63	47	27	44	87	85	62	62	52	50	29
6	63	53	25	43	64	48	26	44	76	66	58	52	50	48	29
7	64	52	26	43	64	48	26	44	78	79	59	62	51	50	29
8	63	53	26	41	67	51	26	49	78	82	56	58	51	50	29
9	63	52	25	42	67	53	26	51	88	86	65	64	54	52	29
10	63	51	25	42	62	47	26	44	89	79	65	64	56	52	29
11	62	50	25	42	63	47	27	44	81	68	58	55	46	47	29
12	62	50	26	41	63	47	27	43	70	67	56	56	48	49	29
13	62	50	25	40	62	46	27	42	70	67	54	53	48	49	29
14	62	50	25	40	62	45	26	42	70	72	56	58	49	50	29
15	62	50	26	40	61	45	27	42	81	68	54	55	50	48	29
16	61	49	25	40	61	45	26	41	63	64	52	54	47	46	29
17	62	50	25	40	61	44	25	41	82	61	61	51	52	47	29
18	62	49	25	39	61	44	26	40	74	67	54	56	48	47	29
19	61	49	25	40	61	44	25	41	63	65	52	52	48	46	29
20	62	50	25	40	61	44	25	41	64	67	52	56	46	47	29
21	63	51	25	46	62	46	26	43	84	82	58	65	55	50	29
22	63	51	25	42	63	48	26	45	70	70	53	57	48	49	29
23	62	50	24	40	62	46	26	42	68	69	54	58	48	49	29
24	62	49	25	40	61	44	26	41	85	66	58	55	51	46	29
25	61	49	25	40	61	44	25	41	69	64	53	54	49	46	29
26	62	50	26	40	62	45	25	42	84	65	56	56	52	48	29
27	62	50	26	40	61	45	26	42	71	62	50	52	47	42	29
28	62	50	26	40	61	45	26	42	60	60	53	52	49	47	29
29	62	50	26	40	61	45	26	41	59	60	52	52	50	46	29
30	62	50	25	40	62	44	26	42	89	69	71	57	59	49	29
31	61	49	25	40	62	45	27	42	61	63	52	53	49	48	29
max	64	53	26	46	67	53	28	51	89	86	71	65	59	52	29

STATION SERVICE BULAN : Desember 2003

Tg	J A M					KWH			KETERANGAN
	MENIT		DESIMAL			LEPAS	PARALEL	HASIL	
	LEPAS	PARALEL	LEPAS	PARALEL	HASIL				
1	20,1	21,35	20,17	21,59	1,42	92259,0	92259,3	0,3	Pembersihan sampah
2					0,00				
3	13,1	14,28	13,17	14,47	1,30	92506,2	92508,3	2,1	Pembersihan sampah
4					0,00				
5					0,00				
6	18,08	19,29	18,13	19,48	1,35	92980,7	92982,6	1,9	Pembersihan sampah
7					0,00				
8					0,00				
9					0,00				
10					0,00				
11					0,00			0,0	
12	14,2	16,32	14,33	16,53	2,20	93869,3	93878,5	9,2	Pembersihan sampah
13					0,00				
14	13,35	16,13	13,6	16,22	2,62	94141	94152,3	11,3	Menampung air
15	13,35	16,35	13,58	16,58	3,00	94284,3	94300	15,7	- sda -
16	15,1	17,10	15,17	17,17	2,00	94428	94437,1	9,1	- sda -
17	15,18	17,03	15,3	17,05	1,75	94566,8	94574	7,2	- sda -
18					0,00				
19	12,32	16,32	12,53	16,53	4,00	94825	94847,7	22,7	Menampung air
20					0,00				
21					0,00				
22					0,00				
23	15,04	16,06	15,07	16,1	1,03	95417,1	95423,5	6,4	Menampung air
24	14,06	16,36	14,1	16,6	2,50	95555,9	95568,1	12,2	- sda -
25	14,32	17,06	14,53	17,1	2,57	95689	95699,8	10,8	- sda -
26	14,03	17,05	14,05	17,08	3,03	95814,5	95826,1	11,6	- sda -
27	11,03	17,02	11,05	17,03	5,98	95928,2	95950,2	22,0	- sda -
28	13,44	17,02	13,73	17,03	3,30	96063,9	96075,6	11,7	- sda -
29	12,36	17,05	12,6	17,08	4,48	96185,7	96205,6	19,9	- sda -
30					0,00				
31	14,1	17,03	14,17	17,05	2,88	96468,4	96482,8	13,4	Menampung air

Kondisi Air : Desember 2003

TGL	Elevasi						IN FLOW			Curah Hujan mm/det
	Waduk			Tail Race			DARI JASA TIRTA			
	Max	Min	Rata ²	Max	Min	Rata ²	Max	Min	Rata ²	
1	163,50	162,55	163,07	141,20	139,15	140,65	413,51	119,59	226,62	52
2	163,37	162,72	163,13	140,80	140,50	140,75	312,09	130,80	199,42	4
3	163,40	162,63	163,09	141,10	139,15	140,41	356,28	62,57	165,07	13
4	163,45	163,05	163,32	141,20	140,50	140,84	302,62	163,70	228,61	3
5	163,50	163,21	163,44	141,20	140,40	140,87	266,64	172,09	234,13	49
6	163,50	163,15	163,36	140,80	140,00	140,56	497,33	154,78	272,67	7
7	163,50	162,65	163,21	141,10	140,00	140,71	335,02	124,93	243,64	27
8	163,50	162,65	163,30	141,10	140,10	140,70	346,24	111,12	218,07	13
9	163,47	162,93	163,30	141,20	140,00	140,78	316,41	188,13	243,54	
10	163,38	162,68	163,11	141,20	140,20	140,91	283,67	162,10	198,55	
11	163,05	162,62	162,71	141,20	140,60	140,95	239,04	141,29	198,14	
12	163,38	162,50	162,87	141,10	139,15	140,58	215,80	92,47	154,97	
13	163,44	162,77	163,04	141,00	140,00	140,55	200,27	69,50	152,03	
14	163,50	162,65	163,11	140,90	139,15	140,41	191,66	54,40	125,23	25
15	163,50	162,60	163,14	140,70	139,15	140,19	183,68	59,12	106,13	
16	163,50	162,55	163,21	140,70	139,15	140,13	184,41	31,10	94,56	2
17	163,50	162,72	163,23	140,60	139,15	140,29	177,47	40,20	105,51	25
18	163,50	162,87	163,13	140,80	140,00	140,50	181,41	94,55	132,68	4
19	163,50	162,38	162,96	140,80	139,15	140,23	202,27	49,75	115,66	29
20	163,36	162,70	163,11	141,00	140,00	140,57	265,50	43,76	151,32	57
21	163,50	162,80	163,25	141,20	140,00	140,98	281,65	137,87	214,77	8
22	163,47	162,87	163,13	141,05	140,20	140,72	230,10	80,60	167,43	8
23	163,50	162,50	162,93	140,80	139,15	140,45	180,17	40,24	137,00	2
24	163,50	162,64	163,09	140,80	139,15	140,23	197,41	40,46	101,33	1
25	163,50	162,65	163,19	140,75	139,15	140,06	205,97	54,03	99,04	
26	163,50	162,64	163,14	140,75	139,15	140,13	185,06	50,45	93,27	
27	163,50	162,65	163,01	140,60	139,15	139,92	147,80	45,45	85,71	
28	163,50	162,70	163,19	140,60	139,15	140,04	166,31	38,80	82,32	
29	163,50	162,74	163,14	140,50	139,15	140,00	164,12	31,21	82,04	
30	163,50	162,74	163,33	140,80	140,20	140,54	157,80	116,62	140,60	2
31	163,43	162,64	163,13	140,50	139,15	140,08	153,78	30,86	93,07	
	163,50	162,38	163,14	141,20	139,15	140,48	497,33	30,86	156,88	331
MAX			163,50			141,20			497,33	57,00
MIN			162,38			139,15			30,86	1,00

TOL	OUT FLOW												TOTAL OUTFLOW m ³ /det
	TURBINE			SPILL WAY			FLAP GATE			IRRIGATION			
	MAX	MIN	RATA	MAX	MIN	RATA	MAX	MIN	RATA	MAX	MIN	RATA	
1	240,16	12,00	148,06	350,44	82,71	60,79	15,52	9,94	1,06	10,00	10,00	10,00	219,91
2	198,04	87,45	150,57	136,59	36,80	37,35	17,57	8,78	3,08	15,20	15,20	15,20	206,20
3	270,46	9,08	109,43	190,90	82,61	33,08	12,67	3,50	2,98	15,20	15,20	15,20	160,69
4	236,00	98,25	167,71	131,62	24,28	42,00	14,47	6,35	2,16	15,20	15,20	15,20	227,07
5	216,00	96,33	172,84	191,74	18,46	41,54	19,42	4,32	4,34	15,20	15,20	15,20	233,92
6	192,33	66,26	124,76	447,32	48,79	131,25	18,28	7,37	2,14	15,20	15,20	15,20	273,35
7	210,00	63,60	145,71	239,58	11,71	80,23	9,10	6,08	0,63	15,20	15,20	15,20	241,77
8	207,74	56,16	141,98	186,86	4,57	55,92	19,42	6,08	4,74	15,20	15,20	15,20	217,84
9	237,18	53,00	159,88	220,06	27,80	70,08	18,28	5,53	3,23	15,20	15,20	15,20	248,39
10	236,00	98,75	191,51				18,70	18,70	0,76	15,20	15,20	15,20	207,47
11	220,96	115,89	178,16						0,00	15,20	15,20	15,20	193,36
12	213,50	18,16	137,47				12,62	2,19	0,62	15,20	15,20	15,20	153,29
13	210,00	53,00	129,53				8,61	8,61	0,38	15,00	15,00	15,00	144,89
14	185,00	41,36	113,26				1,26	1,26	0,05	15,00	15,00	15,00	128,31
15	162,76	31,35	89,45				11,44	10,65	0,92	15,00	15,00	15,00	105,37
16	142,50	12,83	78,92				8,85	8,85	0,37	15,00	15,00	15,00	94,29
17	130,00	15,90	95,40				4,22	4,22	0,17	15,00	15,00	15,00	110,57
18	160,00	53,00	115,76				8,65	8,65	0,36	15,00	15,00	15,00	131,12
19	165,50	24,73	96,95				7,77	7,77	0,32	15,00	15,00	15,00	112,27
20	213,50	53,75	135,30				11,68	6,82	0,77	15,00	15,00	15,00	151,07
21	228,99	59,08	192,27	78,10	30,60	6,10	19,42	7,63	6,25	16,01	16,01	16,01	220,63
22	185,76	53,00	148,83				13,69	13,69	0,57	16,01	16,01	16,01	165,41
23	162,76	3,58	117,93				8,71	2,72	0,47	16,01	16,01	16,01	134,41
24	162,76	5,37	88,38						0,00	16,01	16,01	16,01	104,39
25	160,00	26,87	76,14				8,30	8,30	0,34	16,01	16,01	16,01	92,49
26	128,75	2,68	77,36						0,00	16,01	16,01	16,01	93,37
27	142,00	2,78	63,13				4,47	4,47	0,18	16,01	16,01	16,01	79,32
28	132,26	40,31	69,19				5,22	5,22	0,22	16,01	16,01	16,01	85,42
29	132,26	32,70	60,35				9,04	9,04	0,37	16,01	16,01	16,01	76,73
30	162,76	68,18	132,28						0,00	16,01	16,01	16,01	148,29
31	132,26	8,96	72,82				9,60	9,60	0,40	16,01	16,01	16,01	89,23
	270,46	2,68	121,98	447,32	4,57	19,94	19,42	1,26	1,22	16,01	10,00	15,27	162,02
MAX			270,46			447,32						16,01	
MIN			2,68			4,57						10,00	

SOP - 4

KETENTUAN MENGENAI DEDUKSI AKIBAT LOSSES ENERGY

- 1) Losses energy akibat sampah maupun sedimen diperhitungkan apabila terjadi spillout (limpasan lewat spillway), dengan perhitungan sebagai berikut :
 apabila $Q_{inflow} > Q_{tb\ max}$:

$$Q_{Losses} = Q_{in} - Q_{out}$$

namun apabila $Q_{inflow} < Q_{tb\ max}$:

$$Q_{Losses} = Q_{tb\ max} - Q_{out}$$

dengan : Q_{in} = Debit inflow
 Q_{out} = Debit outflow turbin nyata
 $Q_{tb\ max}$ = Debit outflow turbin pada beban maksimum

- 2) Besarnya losses energy dihitung berdasar rumus :

$$L.E = Q_{losses} \xi g H t$$

dengan : $L.E$ = Losses Energy (kWh) Q_{losses} = debit losses (m^3/dt)
 ξ = efisiensi PLTA H = tinggi jatuh /head (m)
 g = gravitasi ($9,807\ m/dt^2$) t = waktu (jam)

atau disederhanakan dengan menggunakan Q equivalent sebagai berikut :

- Sengguruh	: 1 MW = 5,24 m^3/dt	- Lodayo	: 1 MW = 10,80 m^3/dt
- Sutami	: 1 MW = 1,43 m^3/dt	- Selorejo	: 1 MW = 3,22 m^3/dt
- Wlingi	: 1 MW = 5,07 m^3/dt	- Tulungagung	: 1 MW = 1,72 m^3/dt

- 3) Energy losses equivalent dihitung sebagai berikut :

$$\frac{Q_{Losses\ rata-rata}}{Q_{equivalent\ PLTA}} \times waktu \times 1000\ (kWh)$$

$Q_{equivalent\ PLTA}$


- 4) Besarnya Losses energy dituangkan kedalam Berita Acara bulanan dan diperhitungkan sebagai deduksi pembayaran iuran Pembiayaan Eksploitasi dan Pemeliharaan Prasarana Air PIHAK KEDUA kepada PIHAK KESATU dengan harga satuan sebesar Rp. 12,96 per kWh untuk tahun 1999.

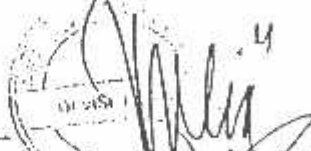
Malang, 9 Juli 1999

WAKIL PIHAK KEDUA


 Ir. Iwan Darusman
 Manajer PT PLN PJB-II
 Unit Pembangkit Brantas

WAKIL PIHAK KESATU


 Ir. Edhie Subagio, Dipl.IIE
 Kepala Divisi Jasa ASA I
 Perum Jasa Tirta


 Ir. Widyono Hadi S., Dipl.IIE
 Kepala Divisi Jasa ASA II
 Perum Jasa Tirta



PT PJB
UP BRANTAS
PLTA DISTRIK A

TABEL KONVERSI MW TERHADAP OUTFLOW PLTA SUTAMI

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

*(Daya (MW) x 24)/Ratio

lihat pada tabel dengan memperhatikan ketinggian elevasi

Karangates, 02 Januari 2004

Dibuat oleh

Supervisor Produksi PLTA Distrik A

Wisrawan Wahyu Wibowo, ST

ATA DASARIAN
 JASI LODAGUNG TAHUN 1996-2000

Satuan : m3/dt

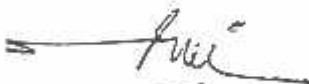
Tahun												
1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		2001	2002	2003	2004
13.55	13.00	9.52	8.00	9.50	9.45	7.60	4.48	7.00	11.19	12.27	12.00	
13.50	13.00	9.20	9.17	9.21	9.13	8.10	7.00	0.80	11.12	12.13	12.00	
6.25	13.00	8.24	8.23	8.03	7.36	6.20	10.91	8.80	11.12	12.00	12.00	
13.29	13.00	8.18	7.84	7.70	7.63	5.79	9.00	10.59	11.47	10.71	12.80	
13.50	13.00	7.80	7.80	7.77	7.80	7.34	8.42	11.32	13.85	9.06	12.80	
13.50	13.00	7.60	7.21	7.28	7.22	9.00	8.40	11.26	11.50	11.20	12.80	
13.50	11.84	7.13	7.10	7.01	7.10	9.00	8.40	11.20	11.15	12.60	11.20	
13.50	10.50	7.12	7.80	7.00	7.00	9.00	8.00	10.78	11.33	11.50	12.50	
13.50	10.50	9.23	8.10	7.35	7.49	9.00	8.00	10.52	12.50	10.40	12.60	
11.36	9.50	9.50	8.99	8.86	9.00	9.00	7.00	9.32	12.38	13.10	13.20	
12.00	9.50	9.50	8.61	8.63	8.61	9.00	8.62	8.71	12.89	14.50	13.80	
12.00	9.50	8.83	8.60	8.60	8.60	9.00	7.00	8.05	11.83	14.40	13.70	
12.00	9.84	7.06	8.01	7.05	8.47	8.89	8.00	10.42	10.28	14.20	13.90	
12.00	10.38	8.63	8.60	7.00	7.79	7.81	9.30	12.44	10.24	14.00	13.70	
12.00	9.50	9.00	8.50	8.47	7.00	7.42	8.30	11.04	10.23	13.70	12.20	
9.50	9.50	9.00	9.95	9.00	8.78	10.90	12.88	9.90	12.08	14.20	15.00	
9.50	9.50	9.00	10.00	9.00	8.0	11.43	12.04	10.90	11.69	12.10	13.80	
9.50	9.50	9.00	10.00	9.00	5.52	10.46	9.90	10.40	11.03	13.80	13.80	
9.58	9.50	9.00	8.91	9.50	4.65	9.33	9.40	11.80	11.38	13.70	13.90	
9.50	9.50	9.00	7.92	9.50	5.50	9.30	9.22	10.90	11.08	11.90	12.68	
9.50	7.75	9.00	6.05	9.50	5.50	8.84	9.00	9.00	10.12	9.60	10.70	
7.90	7.00	8.51	8.00	9.50	5.50	9.18	9.00	8.88	8.39	10.20	10.70	
7.50	7.00	8.09	8.00	9.50	5.50	9.20	9.00	8.82	5.72	3.89	9.60	
7.50	7.00	8.54	8.00	7.08	5.50	9.20	9.00	8.75	2.70	4.42	8.80	
5.10	5.09	8.00	8.00	8.00	5.50	7.76	7.80	8.63	3.92	4.07	8.00	
5.00	5.00	8.00	8.00	8.00	5.50	7.02	7.00	8.37	4.87	4.08	7.06	
5.00	7.05	6.00	8.00	8.00	5.50	6.51	6.70	6.42	4.70	4.08	6.70	
6.00	7.75	5.51	8.00	8.00	5.50	6.60	6.20	5.51	5.10	4.08	7.00	
5.00	7.75	5.50	8.00	8.00	5.50	6.88	6.20	5.51	5.18	4.08	7.00	
7.50	7.13	5.83	8.00	8.00	5.50	7.11	7.20	7.83	7.08	6.38	7.20	
8.92	4.44	5.97	8.00	8.00	6.50	7.18	7.50	8.35	7.83	10.10	6.60	
10.00	4.00	8.00	8.00	8.00	5.50	8.78	8.20	9.13	9.10	11.70	7.70	
10.18	4.32	8.00	8.00	8.00	5.50	9.17	9.90	11.28	11.76	15.02	10.00	
13.00	7.70	8.33	9.51	8.93	8.31	9.30	12.27	13.27	12.94	14.40	15.20	
13.00	8.00	8.70	8.62	8.70	6.50	9.30	12.41	13.73	13.31	14.22	15.00	
12.38	10.38	8.06	7.72	7.72	6.50	5.25	12.43	11.80	13.02	15.20	16.01	
16.24	9.00	7.92	7.61	7.78	6.64	8.30	8.67	9.73	9.68	10.77	11.68	-

As : c:\tbl\ekab\bidangmg\sta(hr)

VOLUME WADUK WLINGI PADA BERBAGAI ELEVASI
PENGUKURAN TAHUN 2001
 Berlaku sejak :

ELEVASI/ h (m)	VOLUME (m ³)	ELEVASI/ h (m)	VOLUME (m ³)	ELEVASI/ h (m)	VOLUME (m ³)	ELEVASI/ h (m)	VOLUME (m ³)
155,40	4.981,46	158,30	89.298,15	161,20	1.141.056,56	164,10	5.157.992,30
155,50	11.023,24	158,40	98.888,99	161,30	1.217.809,23	164,20	5.376.514,03
155,60	16.245,16	158,50	109.674,82	161,40	1.298.144,25	164,30	5.601.391,66
155,70	20.710,64	158,60	121.731,67	161,50	1.382.150,75	164,40	5.832.727,89
155,80	24.483,54	158,70	135.136,03	161,60	1.469.918,31	164,50	6.070.625,87
155,90	27.628,12	158,80	149.964,83	161,70	1.561.537,00	164,60	6.315.189,26
156,00	30.209,11	158,90	166.295,45	161,80	1.657.097,32	164,70	6.566.522,19
156,10	32.291,64	159,00	184.205,70	161,90	1.756.690,25	164,80	6.824.729,24
156,20	33.941,27	159,10	203.773,85	162,00	1.860.407,23	164,90	7.089.915,31
156,30	35.224,01	159,20	225.078,62	162,10	1.968.340,15	165,00	7.362.186,54
156,40	36.206,28	159,30	248.199,17	162,20	2.080.581,38		
156,50	36.954,94	159,40	273.215,10	162,30	2.197.223,74		
156,60	37.537,28	159,50	300.206,46	162,40	2.318.360,53		
156,70	38.021,02	159,60	329.253,76	162,50	2.444.085,51		
156,80	38.474,33	159,70	360.437,96	162,60	2.574.492,38		
156,90	38.963,78	159,80	393.840,45	162,70	2.709.677,34		
157,00	39.564,41	159,90	429.543,09	162,80	2.849.734,04		
157,10	40.339,66	160,00	467.628,17	162,90	2.994.758,61		
157,20	41.261,44	160,10	508.178,47	163,00	3.144.847,12		
157,30	42.300,08	160,20	551.275,17	163,10	3.300.096,14		
157,40	44.426,32	160,30	597.007,95	163,20	3.460.602,69		
157,50	46.611,29	160,40	645.454,91	163,30	3.626.464,26		
157,60	49.326,92	160,50	696.702,62	163,40	3.797.778,82		
157,70	52.644,87	160,60	750.836,09	163,50	3.974.644,80		
157,80	56.638,88	160,70	807.940,31	163,60	4.157.161,11		
157,90	61.379,19	160,80	868.102,70	163,70	4.345.427,13		
158,00	66.941,70	160,90	931.408,15	163,80	4.539.542,70		
158,10	73.399,44	161,00	997.944,00	163,90	4.739.608,14		
158,20	80.826,68	161,10	1.067.797,55	164,00	4.945.724,25		

Menyetujui :
 Kepala Perenc. & Pengend.



Edhie Subagio, Dipl. HE

Diperiksa :
 Ka. Bag. Perenc. & Pengend. Teknik



Ir. Adi Santoso, Dipl. HE

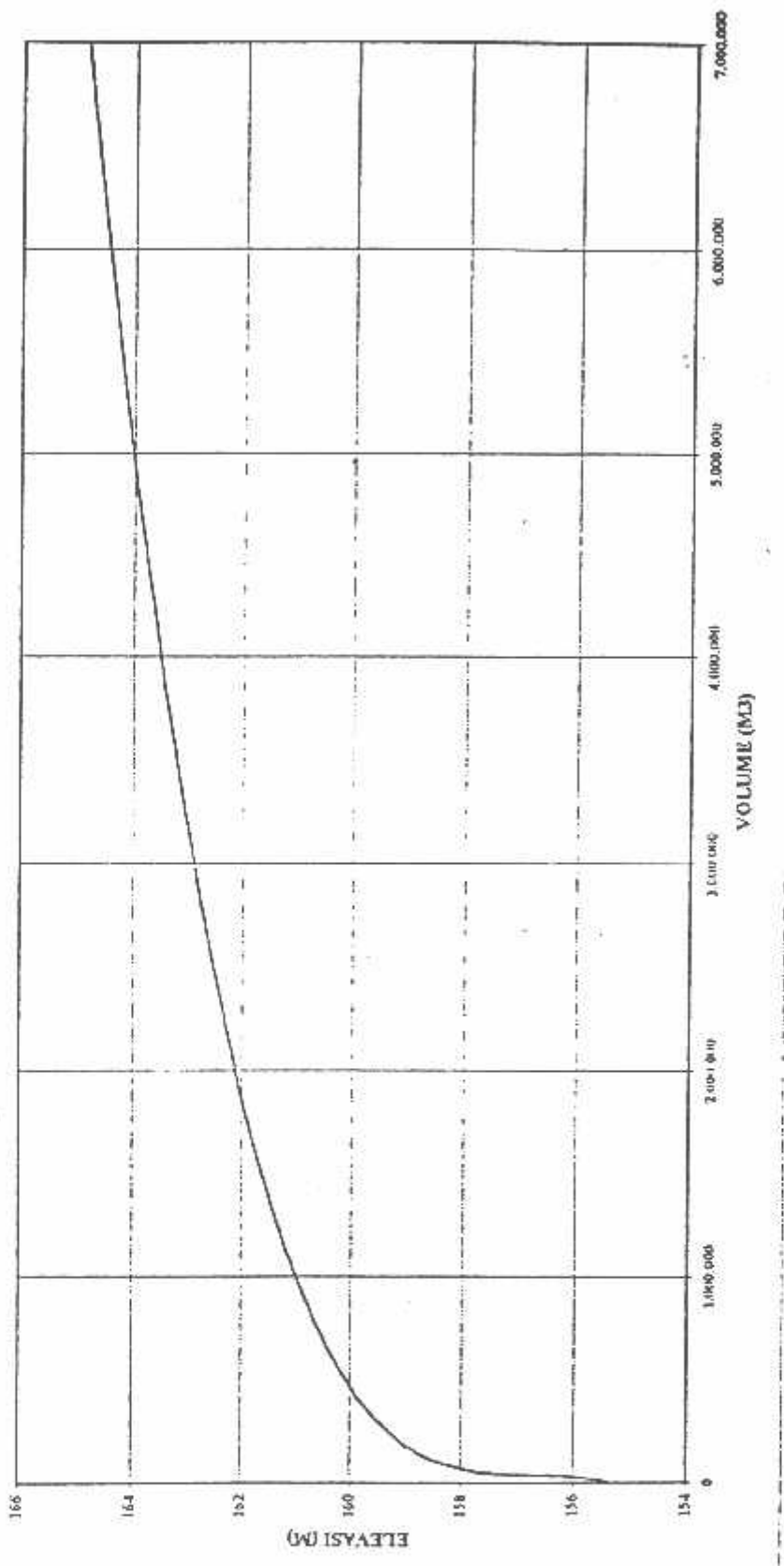
Malang, 5 Nopember 2001

Dibuat Oleh :



Supardi

H-V CURVE WADUK WLINGI TAHUN 2001



Menyetujui :
 Karo Perenc. & Pengand.
 Ir. Edhia Subagio, Dipl. IIE

Diperiksa :
 Ku Hag. Perenc. & Pengand. Teknik
 Ir. Adi Sutrisno, Dipl. III

Malem, 5 Nopember 2001
 Dibuat oleh :
 Supriati

VOLUME WADUK SUTAMI PADA BERBAGAI ELEVASI
PENGUKURAN TAHUN 2003

NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)
1	274,00	191.377.083,40	76	268,50	121.504.327,81	161	259,00	76.700.129,24
2	273,90	190.203.338,68	77	268,40	120.777.057,77	162	258,90	76.416.614,52
3	273,80	189.037.414,76	78	268,30	120.054.116,75	163	258,80	75.935.462,82
4	273,70	187.879.253,15	79	268,20	119.335.469,48	164	258,70	75.456.656,26
5	273,60	186.728.795,73	80	268,10	118.621.080,92	165	258,60	74.980.177,15
6	273,50	185.585.984,68	81	268,00	117.910.916,34	166	258,50	74.508.008,03
7	273,40	184.450.762,59	82	267,90	117.204.941,26	167	258,40	74.034.131,58
8	273,30	183.323.072,33	83	267,80	116.503.121,41	168	258,30	73.564.530,71
9	273,20	182.202.857,17	84	267,70	115.805.423,02	169	258,20	73.097.188,49
10	273,10	181.090.060,68	85	267,60	115.111.812,23	170	258,10	72.632.088,20
11	273,00	179.984.626,80	86	267,50	114.422.255,69	171	258,00	72.169.213,30
12	272,90	178.886.499,78	87	267,40	113.736.720,24	172	257,90	71.708.547,42
13	272,80	177.795.624,25	88	267,30	113.055.172,99	173	257,80	71.250.074,40
14	272,70	176.711.945,13	89	267,20	112.377.581,32	174	257,70	70.793.778,24
15	272,60	175.635.407,72	90	267,10	111.703.912,85	175	257,60	70.339.643,15
16	272,50	174.565.957,64	91	267,00	111.034.135,47	176	257,50	69.887.653,51
17	272,40	173.503.540,82	92	266,90	110.368.217,32	177	257,40	69.437.793,86
18	272,30	172.448.103,57	93	266,80	109.706.126,82	178	257,30	68.990.048,94
19	272,20	171.399.592,50	94	266,70	109.047.832,62	179	257,20	68.544.403,69
20	272,10	170.357.954,56	95	266,60	108.393.303,63	180	257,10	68.100.843,17
21	272,00	169.323.137,03	96	266,50	107.742.509,03	181	257,00	67.659.352,68
22	271,90	168.295.087,53	97	266,40	107.095.418,23	182	256,90	67.219.917,64
23	271,80	167.273.754,00	98	266,30	106.452.000,90	183	256,80	66.782.523,70
24	271,70	166.259.084,71	99	266,20	105.812.226,97	184	256,70	66.347.156,63
25	271,60	165.251.028,25	100	266,10	105.176.066,62	185	256,60	65.913.802,40
26	271,50	164.249.533,55	101	266,00	104.543.490,26	186	256,50	65.482.447,16
27	271,40	163.254.549,84	102	265,90	103.914.468,59	187	256,40	65.053.077,22
28	271,30	162.266.026,70	103	265,80	103.288.972,44	188	256,30	64.625.679,04
29	271,20	161.283.914,02	104	265,70	102.666.973,05	189	256,20	64.200.239,29
30	271,10	160.308.162,02	105	265,60	102.048.441,82	190	256,10	63.776.744,76
31	271,00	159.338.721,23	106	265,50	101.433.350,37	191	256,00	63.355.182,45
32	270,90	158.375.542,5	107	265,40	100.821.670,61	192	255,90	62.935.539,51
33	270,80	157.419.577,07	108	265,30	100.213.374,67	193	255,80	62.517.803,23
34	270,70	156.467.776,26	109	265,20	99.608.434,92	194	255,70	62.101.961,09
35	270,60	155.523.092,04	110	265,10	99.006.823,97	195	255,60	61.688.000,73
36	270,50	154.584.476,47	111	265,00	98.408.514,69	196	255,50	61.275.909,96
37	270,40	153.651.881,99	112	264,90	97.813.480,13	197	255,40	60.865.676,71
38	270,30	152.725.261,36	113	264,80	97.221.653,05	198	255,30	60.457.209,12
39	270,20	151.804.567,63	114	264,70	96.633.126,69	199	255,20	60.050.735,45
40	270,10	150.889.754,18	115	264,60	96.047.759,17	200	255,10	59.646.004,14
41	270,00	149.980.774,10	116	264,50	95.465.559,39	201	255,00	59.243.083,77
42	269,90	149.077.583,17	117	264,40	94.886.503,12	202	254,90	58.841.963,10
43	269,80	148.180.133,90	118	264,30	94.310.565,06	203	254,80	58.442.631,00
44	269,70	147.288.361,49	119	264,20	93.737.719,91	204	254,70	58.045.076,55
45	269,60	146.402.280,87	120	264,10	93.167.942,64	205	254,60	57.649.268,93
46	269,50	145.521.787,25	121	264,00	92.601.206,41	206	254,50	57.255.257,50
47	269,40	144.646.856,15	122	263,90	92.037.492,64	207	254,40	56.862.971,77
48	269,30	143.777.443,41	123	263,80	91.476.770,96	208	254,30	56.472.421,38
49	269,20	142.913.505,15	124	263,70	90.919.019,21	209	254,20	56.083.596,14
50	269,10	142.054.997,80	125	263,60	90.364.213,49	210	254,10	55.696.485,95
51	269,00	141.201.878,10	126	263,50	89.812.330,09	211	254,00	55.311.081,03
52	268,90	140.354.103,07	127	263,40	89.263.345,54	212	253,90	54.927.371,49
53	268,80	139.511.630,04	128	263,30	88.717.236,59	213	253,80	54.545.347,75
54	268,70	138.674.416,64	129	263,20	88.173.980,20	214	253,70	54.165.000,34
55	268,60	137.842.420,78	130	263,10	87.633.553,56	215	253,60	53.786.319,92
56	268,50	137.015.600,69	131	263,00	87.095.934,06	216	253,50	53.409.297,29
57	268,40	136.193.914,86	132	262,90	86.561.099,33	217	253,40	53.033.923,42
58	268,30	135.377.322,11	133	262,80	86.029.027,20	218	253,30	52.660.189,37
59	268,20	134.565.781,53	134	262,70	85.499.695,72	219	253,20	52.288.086,37
60	268,10	133.759.252,49	135	262,60	84.973.080,15	220	253,10	51.917.605,78
61	268,00	132.957.604,68	136	262,50	84.449.167,99	221	253,00	51.548.739,09
62	267,90	132.161.063,07	137	262,40	83.927.928,86	222	252,90	51.181.477,94
63	267,80	131.369.432,88	138	262,30	83.409.344,75	223	252,80	50.815.814,08
64	267,70	130.582.449,67	139	262,20	82.893.394,70	224	252,70	50.451.739,41
65	267,60	129.800.379,27	140	262,10	82.380.058,06	225	252,60	50.089.245,95
66	267,50	129.023.082,77	141	262,00	81.869.314,33	226	252,50	49.728.325,86
67	267,40	128.250.521,57	142	261,90	81.361.143,26	227	252,40	49.368.971,44
68	267,30	127.482.657,34	143	261,80	80.855.524,77	228	252,30	49.011.175,08
69	267,20	126.719.452,04	144	261,70	80.352.439,01	229	252,20	48.654.929,33
70	267,10	125.960.867,90	145	261,60	79.851.866,32	230	252,10	48.300.220,87
71	267,00	125.206.867,44	146	261,50	79.353.787,25	231	252,00	47.947.060,47
72	266,90	124.457.413,46	147	261,40	78.858.182,54	232	251,90	47.595.423,07
73	266,80	123.712.469,02	148	261,30	78.365.033,14	233	251,80	47.245.307,77
74	266,70	122.971.997,47	149	261,20	77.874.320,19	234	251,70	46.896.707,52
75	266,60	122.235.502,43	150	261,10	77.386.025,05	235	251,60	46.549.618,82

**VOLUME WADUK SUTANI PADA BERBAGAI ELEVASI
PENGUKURAN TAHUN 2003**

NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)
226	251,50	46.204.025,99	301	244,00	24.230.813,06	376	236,50	9.530.878,70
227	251,40	45.859.831,58	302	243,90	23.987.659,38	377	236,40	9.383.510,80
228	251,30	45.517.328,21	303	243,80	23.745.779,11	378	236,30	9.237.427,26
229	251,20	45.179.203,64	304	243,70	23.505.171,84	379	236,20	9.092.625,75
230	251,10	44.836.557,74	305	243,60	23.265.837,21	380	236,10	8.949.105,89
231	251,00	44.498.382,52	306	243,50	23.027.774,92	381	236,00	8.806.867,27
232	250,90	44.161.672,06	307	243,40	22.790.904,67	382	235,90	8.665.909,46
233	250,80	43.826.420,58	308	243,30	22.555.466,23	383	235,80	8.526.231,97
234	250,70	43.492.722,42	309	243,20	22.321.219,38	384	235,70	8.387.834,25
235	250,60	43.160.772,02	310	243,10	22.088.243,96	385	235,60	8.250.715,74
236	250,50	42.829.363,91	311	243,00	21.856.539,80	386	235,50	8.114.875,83
237	250,40	42.499.892,75	312	242,90	21.626.106,81	387	235,40	7.980.313,83
238	250,30	42.171.853,33	313	242,80	21.396.944,90	388	235,30	7.847.029,06
239	250,20	41.845.240,49	314	242,70	21.169.054,02	389	235,20	7.715.020,73
240	250,10	41.520.046,23	315	242,60	20.942.434,14	390	235,10	7.584.288,06
241	250,00	41.196.274,62	316	242,50	20.717.085,28	391	235,00	7.454.830,19
242	249,90	40.873.911,85	317	242,40	20.493.007,46	392	234,90	7.326.646,20
243	249,80	40.552.956,20	318	242,30	20.270.200,73	393	234,80	7.199.735,14
244	249,70	40.233.403,08	319	242,20	20.048.665,19	394	234,70	7.074.096,00
245	249,60	39.915.247,97	320	242,10	19.828.400,94	395	234,60	6.949.727,72
246	249,50	39.598.486,45	321	242,00	19.609.408,09	396	234,50	6.826.629,17
247	249,40	39.283.114,23	322	241,90	19.391.686,81	397	234,40	6.704.799,18
248	249,30	38.969.127,00	323	241,80	19.175.237,25	398	234,30	6.584.236,53
249	249,20	38.656.520,89	324	241,70	18.960.059,62	399	234,20	6.464.939,91
250	249,10	38.345.291,63	325	241,60	18.746.154,11	400	234,10	6.346.907,99
251	249,00	38.035.435,38	326	241,50	18.533.520,95	401	234,00	6.230.139,36
252	248,90	37.726.948,31	327	241,40	18.322.160,38	402	233,90	6.114.632,54
253	248,80	37.419.826,68	328	241,30	18.112.072,65	403	233,80	6.000.386,01
254	248,70	37.114.066,82	329	241,20	17.903.258,03	404	233,70	5.887.398,18
255	248,60	36.809.665,19	330	241,10	17.695.716,82	405	233,60	5.775.667,38
256	248,50	36.506.618,31	331	241,00	17.489.449,30	406	233,50	5.665.191,89
257	248,40	36.204.922,80	332	240,90	17.284.455,77	407	233,40	5.555.969,94
258	248,30	35.904.575,37	333	240,80	17.080.736,57	408	233,30	5.447.999,65
259	248,20	35.605.572,60	334	240,70	16.878.292,00	409	233,20	5.341.279,12
260	248,10	35.307.911,98	335	240,60	16.677.122,41	410	233,10	5.235.806,34
261	248,00	35.011.589,60	336	240,50	16.477.228,13	411	233,00	5.131.579,26
262	247,90	34.716.603,49	337	240,40	16.278.609,51	412	232,90	5.028.595,74
263	247,80	34.422.949,89	338	240,30	16.081.266,91	413	232,80	4.926.853,57
264	247,70	34.130.626,56	339	240,20	15.885.200,68	414	232,70	4.826.350,49
265	247,60	33.839.630,10	340	240,10	15.690.411,17	415	232,60	4.727.084,13
266	247,50	33.549.958,17	341	240,00	15.496.898,75	416	232,50	4.629.052,07
267	247,40	33.261.610,02	342	239,90	15.304.663,78	417	232,40	4.532.251,80
268	247,30	32.974.580,56	343	239,80	15.113.706,62	418	232,30	4.436.680,74
269	247,20	32.688.868,39	344	239,70	14.924.027,63	419	232,20	4.342.339,24
270	247,10	32.404.471,19	345	239,60	14.735.627,17	420	232,10	4.249.215,56
271	247,00	32.121.386,69	346	239,50	14.548.506,59	421	232,00	4.157.315,85
272	246,90	31.839.612,72	347	239,40	14.362.663,24	422	231,90	4.066.634,25
273	246,80	31.559.147,17	348	239,30	14.178.100,46	423	231,80	3.977.167,76
274	246,70	31.279.987,99	349	239,20	13.994.817,61	424	231,70	3.888.913,31
275	246,60	31.002.133,21	350	239,10	13.812.814,99	425	231,60	3.801.867,76
276	246,50	30.725.580,94	351	239,00	13.632.092,95	426	231,50	3.716.027,86
277	246,40	30.450.329,35	352	238,90	13.452.651,79	427	231,40	3.631.390,29
278	246,30	30.176.376,66	353	238,80	13.274.491,81	428	231,30	3.547.951,65
279	246,20	29.903.721,17	354	238,70	13.097.613,31	429	231,20	3.465.708,42
280	246,10	29.632.361,26	355	238,60	12.922.016,57	430	231,10	3.384.657,04
281	246,00	29.362.295,33	356	238,50	12.747.701,84	431	231,00	3.304.793,81
282	245,90	29.093.521,90	357	238,40	12.574.669,39	432	230,90	3.226.114,96
283	245,80	28.826.039,50	358	238,30	12.402.919,44	433	230,80	3.148.616,63
284	245,70	28.559.846,74	359	238,20	12.232.452,22	434	230,70	3.072.294,87
285	245,60	28.294.942,31	360	238,10	12.063.267,92	435	230,60	2.997.145,61
286	245,50	28.031.324,93	361	238,00	11.895.366,73	436	230,50	2.923.164,72
287	245,40	27.768.993,38	362	237,90	11.728.748,81	437	230,40	2.850.347,95
288	245,30	27.507.946,51	363	237,80	11.563.414,31	438	230,30	2.778.690,95
289	245,20	27.248.183,22	364	237,70	11.399.363,33	439	230,20	2.708.189,28
290	245,10	26.989.702,46	365	237,60	11.236.695,99	440	230,10	2.638.838,40
291	245,00	26.732.503,24	366	237,50	11.075.112,35	441	230,00	2.570.633,68
292	244,90	26.476.584,61	367	237,40	10.914.912,46	442	229,90	2.503.570,35
293	244,80	26.221.945,69	368	237,30	10.755.998,34	443	229,80	2.437.643,59
294	244,70	25.968.585,64	369	237,20	10.598.364,00	444	229,70	2.372.848,44
295	244,60	25.716.503,67	370	237,10	10.442.015,39	445	229,60	2.309.179,83
296	244,50	25.465.699,02	371	237,00	10.286.950,47	446	229,50	2.246.632,61
297	244,40	25.216.171,02	372	236,90	10.133.169,13	447	229,40	2.185.201,51
298	244,30	24.967.919,00	373	236,80	9.980.671,25	448	229,30	2.124.881,15
299	244,20	24.720.942,37	374	236,70	9.829.476,68	449	229,20	2.065.666,05
300	244,10	24.475.240,56	375	236,60	9.677.525,24	450	229,10	2.007.550,60

**VOLUME WADUK SUTAMI PADA BERBAGAI ELEVASI
PENGUKURAN TAHUN 2003**

NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)
451	229,00	1.950.529,10	471	227,00	1.030.009,71	491	225,00	486.339,67
452	228,90	1.894.595,73	472	226,90	994.434,73	492	224,90	467.743,61
453	228,80	1.839.744,56	473	226,80	959.797,90	493	224,80	449.887,72
454	228,70	1.785.969,53	474	226,70	926.090,69	494	224,70	432.760,57
455	228,60	1.733.264,49	475	226,60	893.304,40	495	224,60	416.350,51
456	228,50	1.681.623,15	476	226,50	861.430,21	496	224,50	400.845,78
457	228,40	1.631.039,12	477	226,40	830.459,16	497	224,40	385.634,45
458	228,30	1.581.505,89	478	226,30	800.382,16	498	224,30	371.304,41
459	228,20	1.533.016,81	479	226,20	771.189,96	499	224,20	357.643,42
460	228,10	1.485.565,13	480	226,10	742.873,18	500	224,10	344.639,05
461	228,00	1.439.143,98	481	226,00	715.422,31	501	224,00	332.276,74
462	227,90	1.393.746,36	482	225,90	688.827,67	502	223,90	320.549,73
463	227,80	1.349.365,15	483	225,80	663.079,45	503	223,80	309.439,12
464	227,70	1.305.993,09	484	225,70	638.167,71	504	223,70	298.933,84
465	227,60	1.263.622,82	485	225,60	614.082,35	505	223,60	289.020,65
466	227,50	1.222.246,83	486	225,50	590.813,11	506	223,50	279.686,14
467	227,40	1.181.857,50	487	225,40	568.349,60	507	223,40	270.916,73
468	227,30	1.142.447,08	488	225,30	546.681,27	508	223,30	262.698,69
469	227,20	1.104.007,67	489	225,20	525.797,43	509	223,20	255.018,09
470	227,10	1.066.531,26	490	225,10	505.687,23	510	223,10	247.860,64

Menyetujui :
Kepala Biro Perenc. & Pengendalian

Ir. Edhie Subagio, Dipl. HE

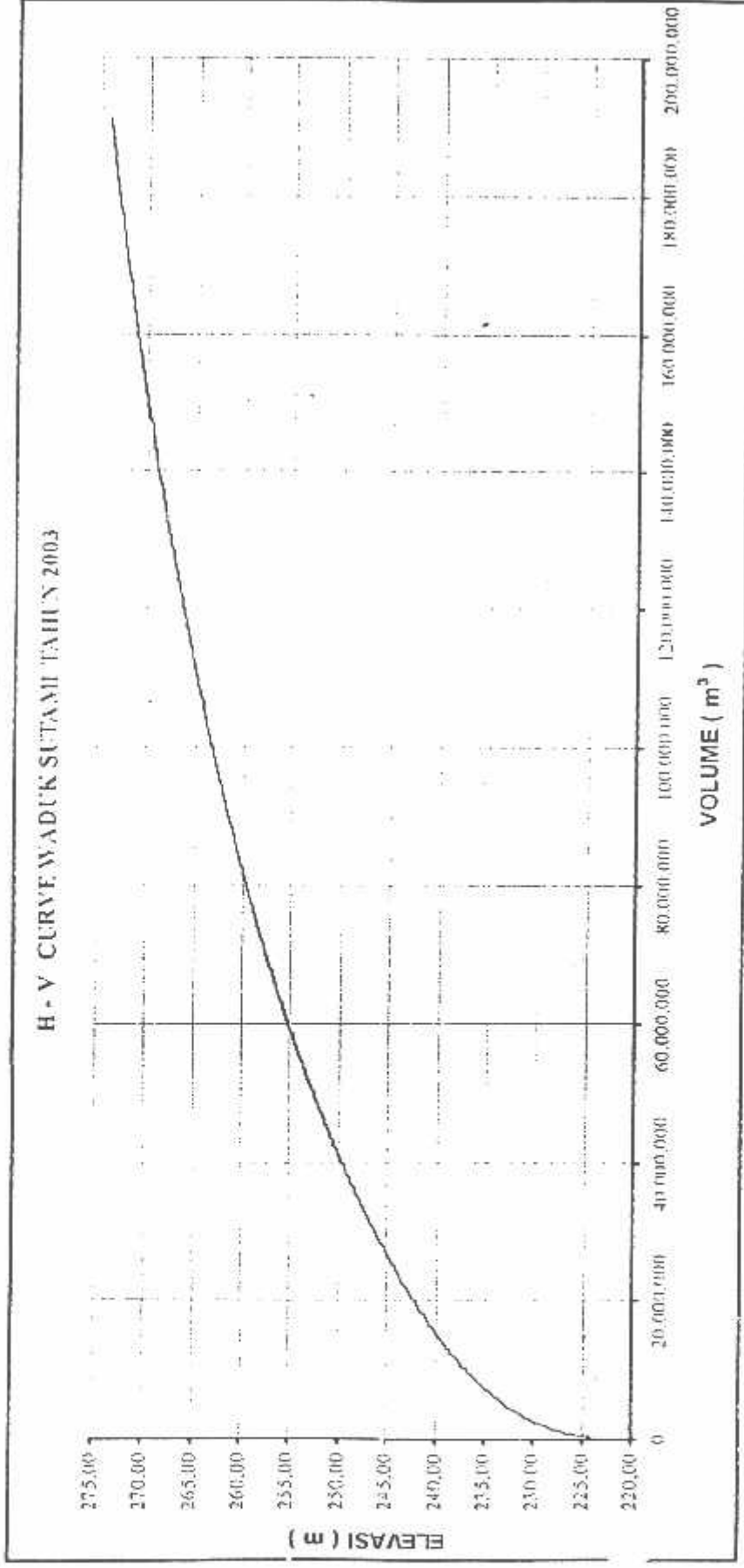
Dieriksa :
Ka. Bag. Perenc. & Teknik

Ir. Adi Santoso, Dipl. HE

Malang, Agustus 2003
Dibuat Oleh :

Suparli

Rumus : $V = -678.344,110.063,284 + 14.176.751.340,5044 h - 118.350.570,37768 h^2 + 493.480.9147173 h^3 - 1.028.14188541 h^4 + 0,85672749569 h^5$



Menyetujui :
Kepala Biro Perenc. & Pengendalian

[Signature]
Ir. Edhie Subagio, Dipl. HE

Diperiksa :
Ka. Bag. Perencanaan Teknik

[Signature]
Ir. Adi Santoso, Dipl. HE

Malang, Agustus 2003
Dibuat Oleh :

[Signature]
Suparli

**VOLUME WADUK LODOYO PADA BERBAGAI ELEVASI
PENGUKURAN TAHUN 1999**

NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)	NO	ELEVASI (m)	VOLUME (m ³)
1	138,00	2.029.265,75	62	129,90	52.331,23
2	135,90	1.973.593,90	63	129,80	46.013,24
3	135,80	918.351,02	64	129,70	40.308,88
4	135,70	1.863.589,18	65	129,60	35.187,20
5	135,60	1.809.279,40	66	129,50	30.628,44
6	135,50	1.755.511,70	67	129,40	26.603,97
7	135,40	1.702.295,06	68	129,30	23.086,37
8	135,30	1.649.657,42	69	129,20	20.047,40
9	135,20	1.537.625,71	70	129,10	17.457,98
10	135,10	1.546.225,85	71	129,00	15.288,22
11	135,00	1.495.482,74	72	128,90	13.507,44
12	134,90	1.445.420,25	73	128,80	12.084,14
13	134,80	1.396.061,28	74	128,70	10.986,00
14	134,70	1.347.427,68	75	128,60	10.179,91
15	134,60	1.299.540,33	76	128,50	9.631,98
16	134,50	1.252.419,11	77	128,40	9.307,50
17	134,40	1.206.082,89	78	128,30	9.170,98
18	134,30	1.160.549,56	79	128,20	9.188,15
19	134,20	1.115.836,01	80	128,10	9.315,93
20	134,10	1.071.958,17	81	128,00	9.522,49
21	134,00	1.028.930,95			
22	133,90	986.766,33			
23	133,80	945.483,27			
24	133,70	905.087,78			
25	133,60	865.592,91			
26	133,50	827.008,72			
27	133,40	789.344,34			
28	133,30	752.607,91			
29	133,20	716.806,64			
30	133,10	681.946,77			
31	133,00	648.033,62			
32	132,90	615.071,52			
33	132,80	583.063,91			
34	132,70	552.013,25			
35	132,60	521.921,09			
36	132,50	492.788,03			
37	132,40	464.613,77			
38	132,30	437.397,05			
39	132,20	411.135,72			
40	132,10	385.826,70			
41	132,00	361.465,98			
42	131,90	338.048,67			
43	131,80	315.568,93			
44	131,70	294.020,07			
45	131,60	273.394,45			
46	131,50	253.683,55			
47	131,40	234.877,97			
48	131,30	216.967,39			
49	131,20	199.940,62			
50	131,10	183.785,58			
51	131,00	168.489,33			
52	130,90	154.038,01			
53	130,80	140.416,91			
54	130,70	127.610,48			
55	130,60	115.602,21			
56	130,50	104.374,83			
57	130,40	93.910,15			
58	130,30	84.189,14			
59	130,20	75.191,91			
60	130,10	66.897,71			
61	130,00	59.284,96			

Menyetujui :
Karo Perenc. & Pengend.

Echie Subagio
r. Echie Subagio, Dipl. HE

Diperiksa :
Ka. Bag. Perenc. & Pengend. Teknik

Ir. Adi Santoso
Ir. Adi Santoso, Dipl. HE

Malang, 30 September 1999
Dibuat Oleh :

Windarto
Windarto, BE

Brantas		Lesti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas			
Gadang		Tawangrejeni		Sengguruh Dam		Sutami Dam		Wingi Dam		Ledovo Dam		Jeli			
W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.		
03/12	07:00	387.08	62	314.50	34	292.03	0	259.68	40	162.89	71	135.68	117	74.91	127
	08:00	387.08	62	314.50	34	292.12	0	259.69	41	162.94	76	135.68	105	74.83	116
	09:00	387.08	62	314.50	34	292.21	0	259.67	41	162.96	82	135.61	111	74.84	117
	10:00	387.08	62	314.50	34	292.29	0	259.67	40	162.98	82	135.57	103	74.72	100
	11:00	387.07	62	314.50	34	292.37	0	259.67	38	163.02	82	135.53	103	74.54	78
	12:00	387.07	62	314.50	34	292.45	0	259.67	32	163.02	76	135.48	103	74.41	64
	13:00	387.07	62	314.50	34	292.53	0	259.67	32	163.03	76	135.38	103	74.40	63
	14:00	387.07	62	314.50	34	292.55	0	259.67	32	163.17	24	135.15	105	74.45	68
	15:00	387.07	62	314.57	37	292.53	21	259.68	33	163.15	71	134.96	104	74.45	68
	16:00	387.06	62	314.48	33	292.42	44	259.70	33	162.91	205	135.23	131	74.43	66
	17:00	389.43	219	314.46	33	292.33	72	259.74	33	162.89	256	135.29	208	74.43	66
	18:00	389.78	259	314.48	33	292.30	84	259.74	33	163.17	223	135.08	209	74.44	67
	19:00	389.35	212	314.56	36	292.55	84	259.73	117	163.47	218	135.11	247	74.51	75
	20:00	388.55	149	314.58	36	292.81	84	259.76	139	163.40	275	135.45	261	74.44	67
	21:00	388.01	113	314.49	34	297.80	143	259.86	139	163.46	263	135.61	297	74.89	124
	22:00	387.72	95	314.49	34	292.61	257	259.91	134	163.45	286	135.64	344	75.21	176
	23:00	387.44	80	314.49	34	292.61	321	260.11	143	163.43	270	135.64	344	75.30	192
04/12	00:00	387.27	71	314.49	34	292.79	321	260.25	142	163.39	281	135.65	344	75.30	192
	01:00	387.24	70	314.49	34	292.83	113	260.25	142	163.37	282	135.57	344	75.21	176
	02:00	387.24	70	314.49	34	292.77	85	260.25	142	163.37	243	135.62	344	75.23	179
	03:00	387.23	69	314.49	34	292.82	153	260.29	142	163.36	243	135.63	317	75.35	201
	04:00	387.23	69	314.49	34	292.91	32	260.28	142	163.35	243	135.75	290	75.44	218
	05:00	387.23	69	314.49	34	292.60	77	260.28	142	163.42	192	135.76	278	75.29	190
	06:00	387.23	69	314.49	34	292.77	89	260.27	146	163.38	213	135.81	277	75.31	194

Brantas		Iesti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas			
Gadang		Tawangrejeni		Sengguruh Dam		Sufami Dam		Wlingi Dam		Lodovo Dam		Jelli			
W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.		
04/12	07:00	387.22	69	314.49	34	292.75	83	260.26	143	163.33	217	135.81	290	75.43	216
	08:00	387.22	69	314.49	34	292.71	83	260.23	143	163.32	225	135.83	294	75.29	190
	09:00	387.22	69	314.49	34	292.66	83	260.24	143	163.48	165	135.63	276	75.23	179
	10:00	387.22	69	314.49	34	292.60	83	260.23	143	163.56	186	135.52	274	75.13	162
	11:00	387.22	69	314.49	34	292.54	89	260.22	143	163.35	218	135.60	275	75.10	157
	12:00	387.22	69	314.49	34	292.48	83	260.21	143	163.21	216	135.60	281	75.12	160
	13:00	387.22	69	314.49	34	292.35	84	260.20	145	163.09	221	135.61	276	75.17	169
	14:00	387.22	69	314.49	34	292.30	84	260.18	145	163.37	140	135.24	290	75.13	162
	15:00	387.46	81	314.49	34	292.19	84	260.17	143	163.15	224	135.12	287	75.07	152
	16:00	387.23	69	314.49	34	292.09	84	260.17	143	163.14	258	135.27	286	75.03	146
	17:00	387.23	69	314.49	34	292.00	84	260.14	145	163.21	247	135.40	301	75.10	157
	18:00	387.23	69	314.49	34	292.03	84	260.15	143	163.33	244	135.49	315	75.19	171
	19:00	387.23	69	314.49	34	292.04	84	260.20	143	163.48	226	135.55	316	75.14	164
	20:00	387.23	69	314.49	34	292.02	79	260.24	145	163.42	257	135.65	317	75.14	164
	21:00	387.23	69	314.49	34	292.02	79	260.27	146	163.41	258	135.65	344	75.18	171
	22:00	387.23	69	314.49	34	292.01	79	260.28	141	163.48	220	135.61	344	75.24	181
	23:00	387.22	69	314.49	34	291.97	79	260.29	145	163.37	253	135.64	344	75.28	188
05/12	00:00	387.22	69	314.49	34	291.91	86	260.29	145	163.34	256	135.66	344	75.25	193
	01:00	387.22	69	314.49	34	291.86	86	260.29	145	163.54	175	135.55	303	75.28	188
	02:00	387.22	69	314.49	34	291.77	74	260.28	145	163.54	198	135.61	263	75.34	199
	03:00	387.22	69	314.49	34	291.88	74	260.27	145	163.53	198	135.70	263	75.40	211
	04:00	387.22	69	314.49	34	291.95	74	260.24	145	163.51	216	135.70	263	75.36	203
	05:00	387.22	69	314.49	34	291.99	74	260.20	143	163.48	215	135.70	291	75.32	196
	06:00	387.22	69	314.49	34	292.03	83	260.17	140	163.45	212	135.72	265	75.33	197

Brantas

Levi

Brantas

Brantas

Brantas

Brantas

Brantas

Gadang

Tawangrejo:

Sengguruh Dam

Sulani Dam

Wlingi Dam

Lodoyo Dam

Jeli

W.L. Disch.

W.L. Disch.

W.L. Outflow

W.L. Outflow

W.L. Outflow

W.L. Outflow

W.L. Disch.

06/12

07:00	387.22+	69 316.55+	160 292.33+	84+ 259.82+	147+ 163.34+	209+ 135.55+	317+	75.52+	234
08:00	387.22+	69 316.55+	160 292.25+	85+ 259.82+	147+ 163.42+	183+ 135.47+	315+	75.36+	203
09:00	387.22+	69 316.55+	160 292.16+	85+ 259.83+	147+ 163.45+	203+ 135.45+	302+	75.49+	228
10:00	387.22+	69 316.55+	160 292.05+	85+ 259.83+	121+ 163.43+	180+ 135.36+	287+	75.41+	212
11:00	387.22+	69 316.55+	160 291.93+	79+ 259.84+	121+ 163.41+	180+ 135.37+	287+	75.27+	186
12:00	387.22+	69 316.55+	160 291.98+	80+ 259.84+	124+ 163.44+	169+ 135.30+	247+	75.29+	190

13:00

13:00	387.22+	69 316.55+	160 292.10+	46+ 259.82+	124+ 163.37+	195+ 135.37+	234+	75.24+	181
14:00	387.21+	68 316.53+	159 292.22+	13+ 259.79+	122+ 163.29+	196+ 135.38+	248+	75.18+	171
15:00	387.21+	68 316.53+	159 292.32+	0+ 259.79+	108+ 163.20+	196+ 135.34+	260+	75.10+	157
16:00	387.21+	68 316.53+	159 292.41+	0+ 259.71+	95+ 163.16+	200+ 125.31+	260+	75.22+	178
17:00	387.22+	69 316.53+	159 292.32+	0+ 259.69+	99+ 163.21+	209+ 135.29+	299+	75.25+	183
18:00	387.22+	69 316.53+	159 292.21+	55+ 259.65+	84+ 163.16+	326+ 135.41+	367+	75.19+	172

19:00

19:00	387.22+	68 316.53+	159 292.12+	57+ 259.64+	104+ 163.39+	472+ 135.49+	501+	75.16+	167
20:00	387.22+	69 316.53+	159 292.14+	55+ 259.68+	113+ 163.56+	456+ 135.49+	555+	75.19+	172
21:00	387.22+	69 316.53+	159 292.16+	85+ 259.74+	142+ 163.32+	530+ 135.65+	584+	75.25+	183
22:00	387.22+	69 316.53+	159 292.15+	85+ 259.78+	145+ 163.40+	431+ 135.57+	583+	75.46+	222
23:00	387.22+	69 316.53+	159 292.14+	82+ 259.79+	141+ 163.47+	398+ 135.48+	555+	75.59+	249
00:00	387.22+	69 316.53+	159 292.09+	79+ 259.90+	141+ 163.33+	396+ 135.56+	488+	75.81+	296

07/12

01:00	387.22+	69 316.53+	159 292.03+	65+ 259.81+	141+ 163.26+	333+ 135.55+	482+	75.89+	315
02:00	387.22+	69 316.53+	159 291.96+	85+ 259.81+	141+ 163.17+	333+ 135.54+	468+	76.02+	346
03:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	85+ 259.81+	141+ 162.99+	333+ 135.55+	447+	76.03+	349
04:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	65+ 259.81+	141+ 163.13+	223+ 135.49+	595+	75.84+	303
05:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	85+ 259.81+	143+ 163.24+	223+ 135.48+	315+	75.88+	313
06:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	86+ 259.89+	145+ 163.30+	223+ 135.49+	315+	75.86+	308

Brantas

Leti

Brantas

Brantas

Brantas

Brantas

Brantas

Gadani

Tawangrejeni

Sempuruh Dam

Wadani Dam

Klingi Dam

Lodovo Dam

Jeli

W.L. Disch. W.L. Disch. W.L. Disch. W.L. Outflow W.L. Outflow W.L. Outflow W.L. Disch. W.L. Disch.

Date	Time	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.
07/12	07:00	387.22+	68 316.53+	159 291.89+	34 259.79+	177 163.29+	223+	135.48+	315+	75.80+	294		
	08:00	387.22+	68 316.53+	159 291.89+	40 259.79+	183 163.42+	223+	135.48+	299+	75.72+	276		
	09:00	387.22+	68 316.53+	159 291.89+	42 259.99+	184 163.40+	200+	135.55+	289+	75.61+	253		
	10:00	387.22+	68 316.53+	159 291.89+	41 259.79+	183 163.40+	200+	135.44+	315+	75.46+	222		
	11:00	387.22+	68 316.53+	159 291.89+	41 259.77+	183 163.30+	223+	135.51+	289+	75.37+	205		
	12:00	387.22+	68 316.53+	159 291.89+	41 259.79+	183 163.22+	196+	135.49+	289+	75.23+	179		
	13:00	387.22+	68 316.53+	159 292.31+	41 259.79+	183 163.10+	196+	135.49+	289+	75.16+	167		
	14:00	387.21+	68 316.09+	124 292.45+	41 259.79+	182 162.92+	206+	135.49+	289+	75.23+	179		
	15:00	387.21+	68 316.09+	123 292.45+	41 259.71+	182 162.70+	212+	135.38+	287+	75.27+	196		
	16:00	387.21+	68 316.09+	124 292.49+	36 259.79+	182 162.73+	178+	135.18+	288+	75.20+	174		
	17:00	387.21+	68 316.15+	126 292.26+	41 259.74+	181 162.97+	178+	134.96+	285+	75.24+	181		
	18:00	387.21+	68 316.11+	125 292.25+	37 259.74+	181 163.07+	225+	135.00+	285+	75.33+	197		
08/12	19:00	387.21+	68 316.09+	124 292.19+	37 259.74+	181 163.31+	218+	135.08+	286+	75.36+	203		
	20:00	387.21+	68 316.09+	124 292.02+	32 259.75+	188+	163.57+	211+	135.28+	211			
	21:00	387.21+	68 316.09+	124 291.99+	35 259.76+	190+	163.43+	263+	135.38+	354+			
	22:00	387.21+	68 316.19+	125 291.75+	36 259.79+	121+	163.57+	240+	135.46+	315+			
	23:00	387.21+	68 316.19+	127 291.79+	36 259.78+	120+	163.53+	281+	135.59+	343+			
	00:00	387.21+	68 316.16+	129 291.80+	39 259.77+	50+	163.46+	279+	135.64+	344+			
	01:00	387.21+	68 316.22+	135 291.80+	46 259.79+	50+	163.57+	235+	135.52+	331+			
	02:00	387.21+	68 316.21+	141 291.80+	45 259.79+	50+	163.53+	281+	135.59+	317+			
	03:00	387.21+	68 316.27+	138 291.81+	46 259.79+	50+	163.35+	281+	135.72+	317+			
	04:00	387.21+	68 316.25+	136 291.82+	46 259.80+	50+	163.30+	244+	135.64+	345+			
	05:00	387.21+	68 316.23+	135 291.84+	45 259.80+	50+	163.32+	205+	135.56+	303+			
	06:00	387.21+	68 316.22+	134 291.85+	45 259.80+	81+	163.46+	140+	135.50+	223+			

Brantas		Lesti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		
Gadang		Tawangrejeni		Sengguruh Dam		Sutawati Dam		Wilingi Dam		Lodovo Dam		Jelli		
W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.	
1/12	07:00	387.21	68	316.21	133	291.86	45	259.81	21	163.52	140	135.50	209	75.34
	08:00	387.21	68	316.20	132	291.87	45	259.81	83	163.51	155	135.50	222	75.50
	09:00	387.21	68	316.18	131	291.90	45	259.81	83	163.51	146	135.52	210	75.36
	10:00	387.21	68	316.18	131	291.91	45	259.81	83	163.40	161	135.58	210	75.31
	11:00	387.21	68	316.17	130	292.08	49	259.81	82	163.51	123	135.61	197	75.12
	12:00	387.21	68	316.16	129	292.21	0	259.79	82	163.28	211	135.72	198	74.9F
	13:00	387.21	68	316.14	128	292.32	0	259.77	63	163.12	196	135.77	235	75.00
	14:00	387.21	68	316.16	129	292.43	0	259.75	80	162.95	206	135.79	236	74.94
	15:00	387.21	68	316.77	180	292.45	0	259.72	80	162.83	196	135.49	250	74.96
	16:00	387.21	68	316.79	191	292.50	33	259.72	80	162.70	187	135.38	274	74.93
	17:00	387.21	68	316.75	176	292.55	41	259.74	80	162.98	178	135.21	288	75.10
	18:00	387.21	68	317.14	214	292.62	71	259.76	80	163.28	212	135.24	288	75.03
	19:00	387.21	68	317.51	252	292.70	83	259.73	117	163.53	216	135.31	287	76.25
	20:00	387.21	68	317.60	261	292.72	88	259.70	110	163.36	315	135.45	380	76.09
	21:00	387.21	68	317.41	241	292.73	88	259.69	143	163.52	274	135.42	394	75.94
	22:00	387.21	68	317.18	218	292.71	235	267.30	144	163.50	313	135.51	395	75.74
	23:00	387.21	68	316.95	196	292.66	229	266.04	142	163.50	318	135.60	397	75.65
	00:00	387.21	68	316.93	185	292.73	234	260.13	144	163.18	317	135.65	398	75.70
1/12	01:00	387.21	68	316.72	175	292.75	158	260.29	144	163.42	316	135.66	411	75.72
	02:00	387.21	68	316.53	167	292.67	152	260.28	144	163.33	314	135.65	411	75.74
	03:00	387.21	68	316.56	161	292.53	191	266.14	144	163.48	249	135.65	365	75.75
	04:00	387.21	68	316.51	157	292.60	190	260.36	144	163.47	270	135.70	318	75.75
	05:00	387.21	68	316.46	153	292.64	96	260.49	144	163.43	293	135.71	372	75.84
	06:00	387.21	68	316.43	150	292.68	75	260.39	144	163.42	281	135.68	372	75.65

DKD	1978	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Jan 1	88.82	52.45	150.14	144.24	79.44	62.71	71.35	109.41	151.15	82.60	07.31	107.10	145.24	66.32	138.34	55.85	65.40	50.77	112.92	34.52	104.25	90.39
2	121.97	83.99	69.11	92.35	107.72	119.73	109.76	104.13	88.90	96.94	75.07	77.99	136.73	91.35	137.42	113.26	64.80	109.38	110.48	29.37	148.49	75.34
3	141.50	81.99	56.35	76.02	57.95	53.01	84.71	103.56	119.66	195.29	72.92	93.83	114.76	106.29	137.28	135.46	86.04	75.17	102.65	35.10	121.46	88.59
Feb 1	121.37	65.98	88.46	110.93	107.09	181.61	119.04	116.76	113.70	158.03	64.73	92.84	89.79	116.41	119.90	148.85	116.61	108.39	107.56	83.78	100.73	100.78
2	110.67	56.46	80.32	104.18	80.37	133.90	106.58	102.58	132.60	97.55	92.00	77.72	84.67	122.47	95.44	124.75	112.46	97.45	124.16	76.22	95.64	93.59
3	95.13	78.23	83.93	89.63	68.98	108.23	83.52	79.19	99.01	88.83	114.33	106.54	90.37	73.15	88.49	107.78	132.80	94.01	116.79	81.74	112.83	109.06
Mar 1	92.03	61.03	65.90	111.47	95.91	193.08	221.25	129.93	114.64	97.15	150.30	126.63	105.36	70.79	83.62	183.91	121.56	58.59	69.19	113.98	109.57	36.99
2	91.48	62.08	59.20	110.42	75.31	130.09	107.30	117.11	98.29	121.06	91.56	107.69	89.94	178.89	93.07	134.89	114.51	51.10	105.50	135.24	147.83	106.55
3	112.39	59.56	59.85	69.41	74.74	131.36	114.80	131.17	84.25	134.30	84.70	82.18	63.88	107.20	102.10	188.32	125.02	44.82	109.72	111.99	131.50	128.21
Apr 1	86.38	51.39	58.83	93.66	87.21	145.62	72.12	150.30	61.13	73.53	121.84	72.91	95.60	125.62	125.14	107.97	114.48	53.48	69.04	98.03	132.60	119.90
2	98.11	64.99	42.57	80.16	70.50	172.76	86.25	129.50	62.00	87.20	73.46	80.72	91.59	128.50	116.53	117.71	97.18	66.20	159.95	114.77	199.09	149.09
3	90.72	85.63	65.56	80.75	105.31	113.85	91.89	94.52	58.75	65.14	37.66	70.04	95.14	92.09	88.74	118.89	86.76	62.38	83.73	82.94	129.61	123.67
May 1	121.61	53.38	58.52	48.81	122.82	94.19	59.43	68.37	65.62	83.09	90.26	55.33	66.95	67.40	77.38	81.48	74.42	46.89	59.29	90.93	111.85	117.78
2	81.53	37.22	93.10	43.15	98.29	105.71	49.53	57.17	47.94	83.11	62.99	52.48	56.30	62.63	58.44	70.21	63.11	42.94	61.99	64.30	96.64	91.04
3	119.44	39.11	48.71	41.62	103.14	75.76	67.52	66.63	47.71	62.24	72.17	90.87	53.36	76.22	56.02	54.59	47.57	35.84	52.10	50.84	65.92	90.16
Jun 1	121.18	32.42	45.51	39.41	72.21	62.82	84.05	74.35	56.48	64.14	99.06	48.95	41.75	63.08	60.27	51.84	54.88	34.71	48.28	53.71	58.44	80.03
2	65.89	30.79	50.87	35.81	61.59	82.14	97.01	82.32	41.14	49.62	107.07	43.39	43.16	48.20	73.98	45.41	75.39	35.91	45.79	73.44	53.14	71.06
3	58.93	29.58	57.81	35.78	46.02	50.81	49.33	113.52	41.24	41.75	62.49	41.67	35.82	41.51	52.48	41.32	57.92	32.42	42.32	86.05	54.33	60.10
Jul 1	51.88	27.77	29.81	31.84	45.67	53.13	44.46	70.37	35.47	38.43	64.34	46.41	36.62	55.73	42.21	38.96	46.30	31.60	41.73	72.31	53.35	50.16
2	48.26	25.97	29.74	33.51	38.68	41.98	37.20	57.86	36.61	37.65	63.25	35.53	35.06	42.26	43.50	41.40	48.19	31.82	44.08	55.76	50.87	47.55
3	42.87	24.34	27.77	31.19	35.98	39.59	43.08	59.88	30.68	34.16	68.31	36.22	33.86	37.43	42.15	41.05	55.14	33.59	46.98	73.10	52.80	46.75
Aug 1	42.69	25.57	36.37	25.50	33.07	36.66	37.64	43.32	33.69	38.28	69.69	31.15	32.04	42.03	38.47	38.04	39.70	31.18	37.78	55.07	47.68	41.28
2	37.35	25.39	36.10	27.35	30.31	37.57	36.38	37.42	27.71	33.92	42.86	33.59	31.16	34.62	37.94	34.26	35.02	30.56	66.12	45.40	44.66	39.05
3	35.25	23.69	39.77	26.06	29.07	37.29	32.22	60.15	30.11	27.70	42.60	44.05	30.40	44.15	37.01	34.48	30.68	32.77	39.64	50.17	41.43	40.59
Sep 1	32.70	18.86	26.98	26.20	26.16	47.90	30.11	37.14	27.32	26.58	37.25	39.88	29.71	54.60	36.10	34.42	28.06	27.79	33.51	46.14	47.66	38.33
2	30.95	20.04	26.00	24.70	23.30	87.36	29.90	34.16	23.02	26.81	39.90	30.71	25.92	36.43	34.38	32.88	28.85	29.03	31.66	42.72	44.68	40.72
3	32.42	17.95	53.02	19.19	22.90	49.96	24.56	37.17	25.63	23.40	30.95	30.71	30.45	56.53	32.90	36.57	25.13	30.41	31.77	88.11	41.43	47.63
Okt 1	26.14	16.98	48.60	19.63	20.89	66.43	25.48	42.47	21.73	15.02	31.04	31.24	27.00	120.33	32.60	30.40	26.95	33.29	43.49	68.86	32.53	38.57
2	25.45	22.82	34.32	17.92	53.95	49.40	23.52	51.84	22.96	37.59	29.39	27.39	25.20	78.57	29.14	29.67	33.61	32.62	43.93	66.80	51.98	84.89
3	33.24	29.85	37.88	20.22	67.72	30.61	54.32	45.13	19.97	28.67	60.11	34.60	24.49	96.38	27.87	28.40	41.28	29.58	69.60	82.43	54.50	69.70
Nov 1	41.45	25.06	30.43	17.40	56.68	28.92	49.26	95.94	17.41	33.32	86.72	28.75	25.50	69.66	28.61	28.94	48.44	26.29	65.49	145.64	66.73	84.01
2	36.05	37.14	63.86	20.53	62.17	38.35	55.10	80.93	23.08	80.67	48.60	28.61	43.91	64.50	36.36	33.31	100.64	29.37	74.61	100.00	98.85	119.13
3	47.11	90.80	127.82	18.14	77.04	57.08	60.20	74.57	103.95	60.96	33.37	31.87	57.35	114.95	59.79	32.62	123.96	31.98	51.25	65.38	104.88	106.15
Des 1	70.89	82.27	97.09	38.21	65.12	93.37	85.40	42.26	136.95	58.87	77.96	55.11	115.70	152.38	74.82	63.47	244.79	40.03	84.27	74.39	80.22	56.30
2	50.52	47.46	109.19	65.48	54.58	69.39	60.84	55.10	50.50	58.92	54.60	55.54	48.13	128.19	50.11	51.15	131.79	83.11	89.51	100.86	78.97	86.32
3																				85.85	131.88	89.04

M	M/(N+1) %	Jan			Feb			Mar			Apr			May			Jun		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	4.36	151.15	148.49	195.29	181.61	133.90	132.50	221.25	176.89	168.32	150.30	199.09	129.61	122.82	105.71	119.44	121.18	107.07	113.52
2	8.70	150.14	138.73	153.01	158.03	132.60	116.79	193.08	147.83	134.30	145.62	172.76	123.67	121.61	98.29	103.14	99.06	97.01	86.05
3	13.04	145.24	137.42	141.50	148.85	124.75	114.33	163.91	135.24	131.50	132.60	159.55	118.89	117.78	96.54	90.87	84.05	82.32	62.49
4	17.39	144.24	121.97	137.28	121.37	124.16	112.83	150.30	134.69	131.36	125.62	149.09	113.85	111.85	93.10	90.16	85.36	75.39	60.10
5	21.74	138.34	119.73	135.46	119.90	122.47	109.06	129.93	130.09	131.17	125.14	129.50	105.31	94.19	91.04	76.22	80.03	73.98	58.93
6	26.09	112.92	113.26	121.46	119.04	112.46	108.23	126.63	121.05	128.21	119.90	117.71	94.52	90.26	81.53	72.17	72.21	71.00	57.81
7	30.43	109.41	110.48	119.66	116.75	110.67	107.78	121.56	117.11	125.02	114.49	116.53	92.09	83.89	70.21	67.52	64.14	65.09	53.14
8	34.78	107.10	109.38	114.76	116.61	106.58	106.54	114.64	114.51	114.60	107.97	114.77	91.89	81.48	64.30	66.63	63.08	62.14	52.46
9	39.13	104.25	107.72	106.29	116.41	104.18	99.01	113.98	110.42	112.39	98.03	98.11	90.72	77.38	63.11	65.92	62.82	61.59	50.81
10	43.48	90.39	104.13	103.56	113.70	102.58	95.13	111.47	107.68	111.99	98.03	98.11	90.72	77.38	63.11	65.92	62.82	61.59	50.81
11	47.83	88.82	100.76	102.65	110.93	97.55	94.01	109.57	107.30	109.72	95.60	97.18	88.74	74.42	62.63	62.24	60.27	58.44	49.33
12	52.17	87.31	95.94	93.83	108.39	97.45	90.37	105.36	106.55	107.20	93.66	91.59	86.76	68.37	58.44	56.02	56.48	50.67	46.02
13	56.52	82.68	92.35	88.59	107.56	95.64	89.63	102.79	105.50	102.10	87.21	87.20	85.63	67.40	57.17	54.59	54.88	49.62	42.32
14	60.87	79.44	91.35	86.04	107.09	95.44	88.98	97.15	98.29	84.70	86.38	86.25	83.73	66.95	56.30	53.35	53.71	48.20	1.79
15	65.22	71.35	88.90	84.71	100.78	93.59	88.83	95.91	93.07	84.26	73.53	80.72	82.94	65.62	52.99	52.10	51.84	45.79	41.67
16	69.57	68.32	83.99	81.98	100.73	92.00	88.49	92.03	91.56	82.18	72.91	80.16	80.75	59.43	52.48	50.84	49.28	45.41	41.51
17	73.91	65.40	77.99	76.02	92.84	84.67	83.93	86.99	91.48	74.74	72.12	73.46	70.04	59.29	51.99	48.71	48.95	43.39	41.32
18	78.26	62.71	75.34	75.17	89.79	80.37	83.52	83.82	89.94	69.41	69.04	70.50	65.66	58.52	49.53	47.71	45.51	43.16	41.24
19	82.61	55.85	75.07	72.92	88.46	80.32	81.74	69.19	75.31	63.88	61.13	66.20	65.14	55.33	47.94	47.57	41.75	41.14	38.82
20	86.96	52.45	69.11	57.95	83.78	77.72	79.19	65.90	62.08	59.65	58.83	64.99	62.38	53.38	43.15	41.62	39.41	35.91	35.73
21	91.30	50.77	64.80	56.36	65.98	76.22	78.23	61.03	59.20	59.56	53.48	62.00	58.75	48.81	42.94	39.11	34.71	35.81	32.42
22	95.65	34.52	29.37	35.10	64.73	56.46	73.15	58.59	51.10	44.82	51.39	42.57	37.56	46.89	37.22	35.84	32.42	30.79	29.58
Prob->	20%	140.70	120.63	136.19	120.49	123.15	110.57	138.08	131.93	131.25	125.33	137.34	108.73	101.25	91.86	81.80	82.56	74.54	59.42
	35%	106.96	109.30	114.34	116.60	106.46	106.16	114.61	114.31	114.49	114.16	116.44	92.08	83.77	69.91	67.48	64.09	65.51	53.11
	50%	88.07	96.85	98.24	109.66	97.50	92.19	107.47	106.93	108.46	94.63	94.39	87.75	71.40	60.54	59.13	58.38	54.66	47.62
	65%	71.75	89.02	84.78	101.10	93.68	88.84	95.97	93.93	84.28	74.17	81.00	82.98	65.69	53.16	52.16	51.93	45.91	41.62
	80%	59.97	75.23	74.27	89.26	80.35	82.81	77.97	84.09	67.20	65.88	68.78	65.39	57.24	48.89	47.65	44.01	42.35	40.27

Int. c. (p. 20) (total) (rate) (5m. 2c.)

2. Tingkat Sedimentasi di waduk

NO	NAMA WADUK	HWL (m)	LWL (m)	KAPASITAS ORIGINAL		KAPASITAS SAAT INI		% *) TERHDP ORIGINAL	Rate sedimentasi (m ³ /th)				
				EFEKTIF (juta m ³)	TOTAL (juta m ³)	TAHUN	EFEKTIF (juta m ³)		TOTAL (juta m ³)	TAHUN	rencana (juta m ³)	Aktual (juta m ³)	Ratio
1	Sengguruh	292.5	291.4	2.5	21.5	1988	1.1	2.3	2003	11	1.80	1.28	
2	Sutami	272.5	246.0	253.0	343.0	1972	145.2	174.6	2003	51	1.80	5.43	3.73
3	Lahor	272.7	253.0	29.4	36.1	1977	25.8	31.3	2002	87	0.13	0.19	1.44
4	Wlingi	163.5	162.0	5.2	24.0	1977	2.1	4.0	2001	17	0.38	1.32	3.52
5	Lodoyo	136.0	130.5	4.2	5.8	1980	1.9	2.0	1999	35			
6	Selorejo	622.0	598.0	50.1	62.3	1970	41.5	44.0	2003	71	0.24	0.55	2.27
7	Bening	108.6	96.4	28.4	32.9	1981	22.3	24.2	1999	73	0.09	0.49	5.40
8	Wonorejo	183.0	141.0	105.8	121.5	2001	105.8	121.5	2001	100	0.31	-	

Cat: *) prosentase kapasitas tampungan efektif

LUKUPATI RUMAH

FLIA GEBUNGURUT

FLIA SUHAWI

JAM	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	SEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00	-	-	-	-	-	-	-	292.16	20	33.16	35.14	259.81	90	175.64	149.55
1:00	-	-	-	-	-	-	-	292.07	20	33.20	35.20	259.82	90	161.12	145.92
2:00	-	-	-	-	-	-	-	291.96	20	33.44	35.22	259.82	90	147.02	147.02
3:00	-	-	-	-	-	-	-	291.89	20	33.33	35.16	259.77	90	147.99	147.99
4:00	-	-	-	-	-	-	-	291.820	20	33.94	35.23	259.81	90	132.56	142.84
5:00	-	-	-	-	-	-	-	291.780	20	33.21	35.16	259.81	90	147.21	147.21
6:00	0	-	-	-	-	-	-	291.790	10	33.23	35.19	259.76	90	132.27	147.57
7:00	-	-	-	-	-	-	-	291.710	10	33.83	39.21	259.29	90	103.32	125.19
8:00	-	-	-	-	-	-	-	291.690	10	36.23	24.42	259.79	40	25.95	85.95
9:00	-	-	-	-	-	-	-	291.330	-	62.19	-	259.78	40	54.13	66.00
10:00	-	-	-	-	-	-	-	" 990	-	44.95	-	219.78	50	79.47	79.67
11:00	-	-	-	-	-	-	-	292.20	-	38.14	-	259.77	40	67.28	79.17
12:00	-	-	-	-	-	-	-	" 240	-	36.48	-	259.76	40	57.55	63.42
13:00	-	-	-	-	-	-	-	1.350	-	34.11	-	259.75	40	55.45	67.32
14:00	0	-	-	-	-	-	-	292.470	-	32.27	-	259.75	40	40.17	63.91
15:00	-	-	-	-	-	-	-	292.440	10	32.85	40.56	259.71	40	44.24	67.98
16:00	-	-	-	-	-	-	-	292.480	10	38.35	41.76	259.72	40	76.94	65.07
17:00	-	-	-	-	-	-	-	292.350	20	31.40	37.13	259.73	40	77.58	65.71
18:00	-	-	-	-	-	-	-	292.280	20	50.13	87.52	259.74	90	117.00	105.13
19:00	4	-	-	-	-	-	-	292.130	20	45.50	82.06	259.74	87	141.74	141.14
20:00	Z	0	0	0	0	6	0	292.080	20	83.03	85.90	259.95	37	153.17	141.30
21:00	2	-	-	-	-	-	-	291.980	20	51.14	81.84	259.76	75	136.13	124.26
22:00	-	-	-	-	-	-	-	291.980	20	47.81	26.18	259.78	75	146.04	122.30
23:00	-	-	-	-	-	-	-	291.890	10	56.70	48.66	259.78	75	123.10	125.10
24:00	-	-	-	-	-	-	-	291.790	10	45.10	45.52	259.77	75	109.44	121.31

DRAN HARIAN

G PANEL SISTEM PEMBANTU

Hari

Tanggal : **7 DES 03**

0211201

BENTUK LH5

KONTROL ALIR										KONDISI AIR							
A. C.					D. C.					Temperatur ruang °C	Humiditas (%)	Elevasi Air Waduk (M)	EL. Tail Race (M)	Debit masuk (M3/dt)	Debit keluar (M3/dt)	Debit Pelimpah (M3/dt)	Debit anak pintu (M3/dt)
Stat. Serv.	Disel Gon	Arus (A)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Arus (A)	Teg (V)	Ruang Telepon									
								Arus (A)	Teg (V)								
160			11	114				28	80	163.32	34	140.60	342.56	95.36	285.06	-	
160			11	115				28	80	163.20	24	140.60	330.61	122.50	239.58		
160			11	115				28	80	163.20	22	140.60	323.98	-	195.43		
160			11	115				28	80	163.20	108	140.60	272.40	124.50	193.92		
160			11	115				28	80	163.07	09	140.60	256.62	120.75	115.87		
160			11	115				28	80	163.15	21	140.60	276.18	117.50	90.42		
160			11	115				28	80	163.20	27	140.60	251.48	-	90.72		
160			11	115				28	80	163.20	27	140.60	223.42	117.50	90.72		
160			11	115				28	80	163.20	27	140.60	243.99	87.71	89.10		
160			11	115				28	80	163.25	42	140.60	237	93.53	101.90		
160			11	115				28	80	163.27	38	140.60	-	63.60	49.10		
160			11	115				28	80	163.21	29	140.60	179.25	87.98	119.25		
160			11	115				28	80	163.18	22	140.60	163.41	169	11.71		
160			11	115				28	80	163.13	16	140.60	146.31	120	-		
160			11	115				28	80	162.80	92	140.60	107.29	-	-	6.08	
170			11	115				28	80	162.67	70	140.60	144.97	188.13	-	9.10	
170			11	115				28	80	162.65	62	140.60	147.46	162.76	-		
170			11	115				28	80	162.87	92	140.60	200.76	109.06	-		
170			11	115				28	80	162.98	87	140.60	271.31	210	-		
160			11	115				28	80	163.19	24	140.60	210.86	202.33	-		
120			11	115				28	80	163.43	50	140.60	325.02	195.33	-		
170			11	115				28	80	163.27	39	140.60	259.39	188.26	109.62		
170			11	115				28	80	163.50	50	140.60	293.26	163.75	60.96		
170			11	115				28	80	163.20	50	140.60	282.15	154.75	112.24		
170			11	115				28	80	163.42	46	140.60	259.16	153.50	110.18		
170			11	115				28	80	163.20		140.60	335.02	210	-	239.58	9.10
			11	115				28	80	162.65		140.60	124.93	63.60	11.71	6.08	
			10	115						163.21		140.71	243.64	145.71	80.23	0.63	

15.20

15.20

15.20

15.20

15.20

24.17

Catatan shift pagi	Catatan shift siang	Catatan shift malam
Lem pompa 103 kerja 1 grease pompa 2 kerja 101 pompa kerja 111 cooling fan 112 grease pompa 11 113 grease pompa 11 114 grease pompa 11	15.25 UTR Cooling fan 11 → stop 15.29 B.U. grease pompa 12 → kerja 15.32 MTR Cooling fan 12 → stop 17.07 " " " " → kerja 17.09 Drainage pompa 101 → " " 17.23 MTR Cooling fan 11 → " " 19.50 Under 11 Fan → " " 20.20 B.U. grease pompa 11 → " "	

Tabel 4-7
Optimasi Daya Pada Unit Hidro
Selama Bulan Juni sampai November 2003
1 semester (18 periode)

Periode	Sutami	Inflow Wlingi	Wlingi	Inflow Lodoyo	Lodoyo
1	91926.95	17436	116728.09	18763.2	8915.99
2	82806.22	16284	100949.35	17652	10088.34
3	82002.92	15357.6	75473.39	15652.8	10800
4	82002.92	14940	24575.37	14764.8	10800
5	78655.86	13183.2	21682.89	14119.2	10800
6	71961.75	11875.2	19531.58	13540.8	10800
7	70288.22	11760	19342.11	70970.4	9738.9
8	63594.1	11760	19342.11	69453.6	10743.1
9	60274.04	11280	18552.63	30616.8	8902.88
10	57552.66	10320	16973.68	14940	10414.72
11	55243.19	10080	16578.95	13183.2	8471.57
12	56732.63	9120	15000	19070.4	9397.65
13	52046.75	8640	14210.53	4564.8	9060.48
14	59393.54	8253.6	13575	11760	9656.14
15	70823.75	7922.4	13030.26	11280	10124.25
16	67677.51	8136	13381.58	17515.2	9202.88
17	70572.72	7464	12276.32	2884.8	9889.02
18	75442.69	8517.6	14009.21	16315.2	10561.73

Tabel 4-6
Daya Pada Unit Hidro
Selama Bulan Juni sampai November 2003
1 semester (18 periode)

Periode	Sutami	Inflow Wlingi	Wlingi	Inflow Lodoyo	Lodoyo
1	21600	267.24	7200	349.29	1080
2	21600	253.32	7200	336.52	1080
3	21600	224.05	6960	313.9	1080
4	21600	223.6	6960	312.19	1080
5	21600	236.35	6960	275.11	1080
6	21600	204.73	6960	287.25	1080
7	21600	192.36	6960	290.1	1080
8	21600	201.22	7200	296.83	1080
9	21600	246.54	4560	263.22	1080
10	21600	185.59	3600	254.81	1080
11	21600	173.3	8400	285.48	1080
12	21600	160.82	9120	252.43	1080
13	21600	163.7	9120	282.54	1080
14	21600	258.15	3600	241.58	1080
15	21600	181.91	10800	263.58	1080
16	21600	245.39	10800	307.62	1080
17	21600	282.81	10800	318.38	1080
18	21600	289.6	10320	330.12	1080

K O N D I S I A I R

	TINGGI PERMUKAAN AIR WADUK (R W L)	TINGGI PERMUKAAN AIR PEMBUANGAN (T W L)	JUMLAH PEMASUKAN AIR WADUK (M ³ /det)	PEMBUANGAN AIR TURBINE (M ³ /det)	PEMBUANGAN AIR PINTU KONTROL (M ³ /det)	J U M L A H PEMBUANGAN AIR (M ³ /det)
0	135.53	123.63	494.42	49.71	438.76	488.47
1	135.51	123.63	493.58	49.71	439.46	489.11
2	135.51	123.63	465.64	49.71	418.92	468.63
3	135.55	123.63	446.87	49.71	398.66	448.57
4	135.48	123.63	387.47	49.71	345.20	394.91
5	135.48	123.63	315.19	49.71	265.48	315.19
6	135.48	123.63	315.19	49.71	265.48	315.19
7	135.48	123.63	315.19	49.71	265.48	315.19
8	135.49	123.63	296.18	49.71	247.95	297.66
9	135.53	123.63	298.02	49.71	239.40	289.11
10	135.46	123.63	304.53	49.71	265.22	314.93
11	135.50	123.63	294.66	49.71	237.64	288.75
12	135.49	123.63	287.16	49.71	238.94	288.65
13	135.50	123.63	290.23	49.71	239.04	288.75
14	135.49	123.63	287.16	49.71	238.94	288.65
15	135.33	123.63	272.68	49.71	237.74	287.45
16	135.20	123.65	257.47	52.08	235.13	287.58
17	134.96	123.65	257.77	52.08	232.03	284.72
18	135.00	123.67	240.71	52.08	233.12	285.20
19	135.08	123.67	247.44	52.08	234.11	286.18
20	135.26	123.67	285.33	49.71	209.55	259.26
21	135.38	123.65	371.02	49.71	303.84	353.55
22	135.46	123.65	326.74	49.71	265.24	314.95
23	135.59	123.65	362.81	49.71	293.76	343.47
24	135.64	123.65	351.74	49.71	294.50	344.21
GAX	135.64	123.67	493.58	52.08	439.42	489.11
MIN	134.96	123.63	250.77	49.71	209.85	259.26
MAX	135.41	123.64	327.24	50.10	276.97	327.07

JURNAL HARIAN
LOG PANEL SISTEM PEMBANTU

NAMA :

Tanggal : 14 DES 2003

WILAYAH :

BENTUK LHS

KONTROL ARUS										KONDISI AIR							
A. C.					D. C.					Temperatur ruang °C	Humidity (%)	Elevasi Air Waduk (M)	EL. Tail Race (M)	Debit masuk (M ³ /dt)	Debit keluar (M ³ /dt)	Debit Pelimpah (M ³ /dt)	Debit anak pintu (M ³ /dt)
Stat. Serv.	Disel Gon		Ruang Telepon		Tegangan (V)		Arus (A)		Teg (V)								
Teg. (V)	Arus (A)	Daya (KW)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)
265	130				11	115				27	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
270	145				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
275	125				11	115				29	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
280	145				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
285	120				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
290	140				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
295	150				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
300	130				11	115				27	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
305	120				11	115				26	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	8.17
310	120				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	9.35
315	110				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	0
320	130				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
325	130				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
330	120				11	115				28	80	162.35	146.87	217.47	105.11	161.05	
335	135				10	115				28	84	165.30	149.25	218.15	112.03		12.97
340	125				11	115				28	75	162.15	149.15	181.91	194.15		14.47
345	120				11	115				28	77	163.25	149.25	184.29	196.25		6.97
350	110				11	115				27	77	163.13	149.20	183.25	193.15		
355	115				11	115				27	77	163.27	149.25	184.60	193.15		
360	110				11	115				27	77	163.37	149.25	184.67	193.15		
365	120				11	115				27	77	163.37	149.25	184.67	193.15		
370	120				11	115				27	77	163.40	149.25	184.82	193.53	38.09	
375	120				11	115				27	77	163.35	149.25	184.49	178.25	63.60	
380	110				11	115				27	77	163.44	149.60	184.61	184.56	58.24	
385	110				11	115				27	77	163.40	149.60	184.65	185.99	131.62	
390	110				11	115				27	77	163.25	149.80	184.46	180.84	90.19	
395					11	115				28	80	163.45	149.20	184.62	193.00	131.62	14.47
400					11	115				28	80	163.05	146.50	183.70	179.25	24.35	6.35
405												162.52	140.84	228.61	167.71	42.00	2.16

Catatan shift pagi	Catatan shift siang	Catatan shift malam
1. Uraian air p... - 100... 2. HTR cooling fan... 3. Drain pump... 4. GV... 5. Drainage pump... 6. Drain pump... 7. GV... 8. HTR cooling fan... 9. Drain pump... 10. GV... 11. HTR cooling fan...	13.25 Drain pump... 14.26 HTR cooling fan... 16.23 Drain pump... 17.42 dan... 19.02 Drain pump...	21.17... 22.12 Drainage pump...

CURAH HUJAN										PLTA SENGKURUH				PLTA SUTAMI			
JAM	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW		
0:00										77.38				77.38			
1:00								860	10	110.12	8.14			217.21	142.22		
2:00								700	20	96.19	77.12			157.50	143.69		
3:00								820	20	125.46	82.78			164.25	150.50		
4:00								810	20	73.17	76.80			156.06	142.19		
5:00								800	20	85.11	88.74			147.28	142.29		
6:00	15	27	68	38	0	21	4	770	10	72.46	82.78			133.41	147.31		
7:00								770	20	77.38	82.78			132.34	146.20		
8:00								770	20	77.38	82.78			129.47	143.30		
9:00								680	20	72.46	82.78			152.20	146.24		
10:00								610	20	65.33	74.43			141.42	147.33		
11:00								570	20	63.20	83.84			131.21	144.30		
12:00								490	20	53.72	83.28			133.28	147.32		
13:00								410	20	57.96	84.12			133.81	147.87		
14:00	0							340	20	52.57	84.46			118.17	147.77		
15:00								190	20	36.97	90.94			132.58	146.78		
16:00								090	20	55.11	85.16			143.77	148.73		
17:00								000	20	54.13	85.43			151.55	145.34		
18:00								320	20	74.26	85.48			146.49	146.89		
19:00								040	19	62.82	79.10			148.22	146.82		
20:00	6	9	12	53	0	14	8	520	18	73.46	79.30			140.67	147.77		
21:00								020	18	79.30	79.30			201.89	146.12		
22:00								010	20	74.38	79.30			174.97	149.21		
23:00								970	20	74.38	80.84			161.18	149.31		
24:00								930	20	74.46	80.84			146.96	146.90		

148.14

K O N D I S I A I R

	TINGGI PERMUKAAN AIR WADUK (R W L)	TINGGI PERMUKAAN AIR PEMBUANGAN (T W L)	JUMLAH PEMASUKAN AIR WADUK (M ³ /det)	PEMBUANGAN AIR TURBINE (M ³ /det)	PEMBUANGAN AIR PINTU KONTROL (M ³ /det)	J U M L A H PEMBUANGAN AIR (M ³ /det)
	135.65	123.65	345.84	49.71	294.62	344.93
	135.68	123.65	349.29	49.71	295.06	344.77
	135.63	123.65	336.52	49.71	294.39	341.05
	135.61	123.65	313.90	49.71	267.20	316.91
	135.76	123.65	312.14	47.34	242.16	389.50
	135.74	123.66	275.11	49.71	228.44	278.15
	135.81	123.66	287.23	47.34	229.22	276.50
	135.81	123.66	290.10	47.34	242.76	290.10
	135.83	123.66	296.83	47.34	246.92	293.76
	135.65	123.66	263.22	49.71	240.58	290.59
	135.52	123.66	254.81	49.71	224.55	274.29
	135.59	123.66	285.48	49.71	225.33	275.14
	135.60	123.66	252.43	49.71	231.21	280.92
	135.61	123.66	282.51	49.71	231.32	281.63
	135.28	123.66	241.58	49.71	240.61	290.32
	135.12	123.66	263.68	52.08	234.58	286.66
	135.27	123.66	307.62	49.71	236.38	286.69
	135.39	123.66	318.38	49.71	257.18	300.89
	135.49	123.66	330.12	49.71	265.64	315.75
	135.54	123.66	323.56	49.71	266.30	316.57
	135.64	123.66	332.32	49.71	267.62	317.53
	135.65	123.66	345.86	49.71	294.64	344.85
	135.62	123.66	341.29	49.71	294.34	344.05
	135.63	123.66	344.08	49.71	294.34	344.05
	135.66	123.66	349.03	49.71	294.28	344.51
x	135.83	123.66	344.29	52.08	295.06	344.77
n	135.12	123.66	291.58	47.34	224.58	274.29
20	135.59	123.66	305.28	49.41	255.81	305.22

PLTA SENGKURUH

PLTA SUTAMI

No	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	PLTA SENGKURUH				PLTA SUTAMI			
								ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
01	-	-	-	-	-	-	-	297.610	20	86.89	83.44	259.84	90	162.80	147.53
02	-	-	-	-	-	-	-	297.540	20	80.28	83.71	259.81	90	140.52	149.13
03	-	-	-	-	-	-	-	297.550	20	80.02	87.74	259.84	90	157.11	153.11
04	-	-	-	-	-	-	-	297.150	20	77.36	83.44	259.83	90	171.37	173.65
05	-	-	-	-	-	-	-	297.170	20	70.74	83.78	259.87	90	147.58	145.65
06	-	-	-	-	-	-	-	297.150	20	61.67	83.78	259.87	90	173.75	175.95
07	-	-	-	-	-	-	-	297.150	20	61.69	78.01	259.83	90	147.58	149.72
08	-	-	-	-	-	-	-	297.220	20	63.12	84.46	259.82	90	132.37	147.64
09	-	-	-	-	-	-	-	297.250	20	59.72	84.46	259.82	75	132.31	132.81
10	-	-	-	-	-	-	-	297.250	20	57.77	84.80	259.83	75	133.76	134.29
11	-	-	-	-	-	-	-	297.250	20	49.20	78.95	259.74	75	133.27	123.01
12	-	-	-	-	-	-	-	297.250	20	42.48	79.46	259.74	75	125.41	125.41
13	-	-	-	-	-	-	-	297.250	20	57.22	45.84	259.83	75	107.04	123.31
14	-	-	-	-	-	-	-	297.160	-	53.87	13.61	259.72	75	116.49	125.76
15	-	-	-	-	-	-	-	" 220	-	33.29	-	259.70	60	78.67	103.60
16	-	-	-	-	-	-	-	" 320	-	31.14	-	" 277	60	81.69	97.30
17	-	-	-	-	-	-	-	" 420	-	28.71	-	" 273	60	51.04	49.01
18	-	-	-	-	-	-	-	" 330	20	27.27	54.82	" 69	60	67.66	96.70
19	-	-	-	-	-	-	-	" 210	20	47.31	84.73	" 66	90	135.51	154.22
20	-	-	-	-	-	-	-	" 126	20	57.95	85.14	" 64	90	135.53	145.24
21	-	-	-	-	-	-	-	" 140	20	91.16	85.44	" 66	90	172.78	145.83
22	-	-	-	-	-	-	-	" 160	20	90.82	84.80	259.75	90	140.53	152.18
23	-	-	-	-	-	-	-	" 160	20	81.73	81.73	259.75	90	141.21	144.44
24	-	-	-	-	-	-	-	" 140	20	92.91	78.98	259.74	90	157.69	160.22
25	-	-	-	-	-	-	-	297.160	20	73.10	85.14	259.81	90	175.54	140.15

K O N D I S I A I R

No	TINGGI PERMUKAAN AIR WADUK (R W L)	TINGGI PERMUKAAN AIR PEMBUANGAN (T W L)	JUMLAH PEMASUKAN AIR WADUK (M ³ /det)	PEMBUANGAN AIR TURBINE (M ³ /det)	PEMBUANGAN AIR PINTU KONTROL (M ³ /det)	JUMLAH PEMBUANGAN AIR (M ³ /det)
0	135.61	123.65	426.16	49.71	275.44	423.15
1	135.57	123.61	364.10	49.71	320.26	369.97
2	135.58	123.65	394.84	49.71	275.64	345.35
3	135.58	123.61	395.35	49.71	293.64	343.31
4	135.58	123.61	390.06	49.71	293.64	343.35
5	135.56	123.65	311.52	49.71	293.39	373.01
6	135.58	123.65	319.53	49.71	256.84	316.51
7	135.58	123.65	316.55	49.71	266.86	316.51
8	135.46	123.68	297.08	49.71	265.22	319.97
9	135.47	123.67	303.20	49.71	252.02	301.73
10	135.35	123.67	269.33	49.71	237.28	286.99
11	135.37	123.68	290.15	49.71	237.52	287.23
12	135.30	123.68	236.52	49.71	197.04	246.75
13	135.26	123.68	242.85	49.71	184.38	234.09
14	135.38	123.68	250.18	49.71	197.83	247.54
15	135.34	123.68	254.52	49.71	210.66	263.37
16	135.31	123.65	255.66	49.71	210.34	263.35
17	135.31	123.65	260.05	49.71	210.34	260.05
18	135.40	123.68	374.85	49.71	316.99	366.70
19	135.48	123.68	512.50	22.08	478.60	500.68
20	135.52	123.69	556.71	49.71	504.04	553.75
21	135.63	123.63	603.86	49.71	534.70	584.41
22	135.59	123.63	579.30	49.71	533.62	588.33
23	135.49	123.63	539.25	49.71	504.45	554.14
24	135.53	123.63	494.42	49.71	438.76	488.47
MAX	135.63	123.63	603.86	49.71	534.70	584.41
MIN	135.31	123.68	236.52	22.08	184.38	234.09
ATA	135.47	123.66	362.71	48.51	313.86	362.41

CURAH HUJAN

PLTA SENGKURUH

PLTA SUTAMI

CURAH HUJAN										PLTA SENGKURUH				PLTA SUTAMI			
DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW			
1	-	-	-	-	-	-	292.610	10	167.61	41.14	266.77	90	269.24	145.59			
2	-	-	-	-	-	-	290	19	137.84	34.68	260	90	177.70	133.30			
3	-	-	-	-	-	-	290	19	146.01	77.20	260	90	174.26	145.69			
4	-	-	-	-	-	-	260	19	154.89	75.73	260	91.5	178.51	149.35			
5	-	-	-	-	-	-	260	19	91.85	76.09	260	91.5	175.42	140.88			
6	-	-	-	-	-	-	260	19	50.40	34.19	260	91.5	176.63	143.07			
7	8	17	64	0	20	14	260	19	90.43	77.12	260	91.5	174.51	145.94			
8	-	-	-	-	-	-	260	20	98.45	101.90	260	91.5	177.98	148.75			
9	-	-	-	-	-	-	260	20	96.54	83.44	260	91.5	174.72	142.98			
10	-	-	-	-	-	-	260	20	73.09	83.44	260	91.5	150.48	150.48			
11	-	-	-	-	-	-	260	20	77.07	83.78	260	91.5	130.69	145.06			
12	-	-	-	-	-	-	260	20	66.99	83.78	260	91.5	134.62	148.91			
13	-	-	-	-	-	-	260	20	70.77	84.12	260	91.5	150.85	150.85			
14	-	-	-	-	-	-	260	20	61.23	64.12	260	91.5	133.88	147.50			
15	0	0	0	0	1	0	260	20	64.25	81.12	260	91.5	135	149.28			
16	-	-	-	-	-	-	260	20	62.20	86.46	260	91.5	145.45	145.45			
17	-	-	-	-	-	-	260	20	60.91	85.69	260	91.5	134.34	148.68			
18	-	-	-	-	-	-	260	20	67.95	85.69	260	91.5	132.51	146.77			
19	-	-	-	-	-	-	260	16	55.71	64.76	260	91.5	121.92	152.44			
20	-	-	-	-	-	-	260	16	49.63	61.39	260	91.5	132.60	146.88			
21	0	0	0	0	0	0	260	19	63.99	72.71	260	91.5	147.60	147.60			
22	-	-	-	-	-	-	260	20	59.44	79.30	260	91.5	153.13	153.13			
23	-	-	-	-	-	-	260	20	49.03	85.88	260	91.5	163.59	149.30			
24	-	-	-	-	-	-	260	10	61.95	64.71	260	91.5	162.91	148.63			
25	-	-	-	-	-	-	260	10	56.25	42.43	260	91.5	134.46	148.54			

CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

RAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA
Turbin Unit 1		4965	4835	4971	4840	4793	4811	4937	4736	5000	4737	4921	4731	4874	4725	4947	4955	4937	4940	4920	4955	4936	4915	4912	4935	
Turbin Unit 2		4949	4831	4981	4900	4841	4811	4953	4800	5016	4809	4985	4835	4944	4844	4944	4926	4906	4861	4916	4917	4915	4911	4905	4953	
Turbin Unit 3		5076	4990	5072	4941	4917	4967	4985	4924	5032	4949	4985	4938	4978	4930	4985	4953	4951	4920	4911	4971	4964	4959	4953	4907	
Spill Way Gate KK		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Spill Way Weir KK		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jumlah K.K		14980	14559	14994	14881	14867	14894	14935	14959	15048	14506	14891	14835	14950	14928	14949	14868	14679	14815	14938	14925	14933	14936	14912	14912	14874
E.L.V.L.L		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Spill Way Weir K.Labor		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jumlah K.Bantias & L.II		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
< Labor		2663	2620	2660	2660	2657	2657	2652	2663	2623	2621	2633	2623	2639	2621	2636	2611	2635	2662	2662	2662	2657	2651	2645	2645	2610
< Bantias		1628	1635	1651	1651	1671	1676	1694	1648	1660	1660	1682	1682	1698	1654	1654	1651	1659	1658	1658	1658	1658	1658	1658	1658	1658
2000 Tunnel		613	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
ml. Bantias & Tun		12458	12480	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485	12485
w. Return		146	146	145	144	143	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	
Isiang		69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	
pengaruh		127	114	104	91	90	90	98	76	73	77	66	70	61	64	62	60	57	55	54	63	63	61	61	61	
jumlah K.K KONS		19766	17426	17871	17541	17604	17441	17822	17249	1750	1730	1734	1734	1733	1735	1734	17239	17251	1721	1722	1735	1731	1731	1731	1731	1731
																										151.99

by: B. Bantias & L.II

CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA'
D	Turbin Unit 1	4824	4849	4805	4835	4789	4792	4813	45	39	80	47	51	42	4252	42	42	4348	44	48	4167	4032	4785	4839	4801	
E	Turbin Unit 2	4905	4957	4948	4867	4806	4873	4824	45	39	91	-	-	-	-	-	-	-	892	8866	4940	4667	4808	4866	4806	
E	Turbin Unit 3	4421	4457	4467	4383	4418	4424	4424	44	40	41	40	41	40	41	41	42	4137	4540	4915	4903	4948	4941	4941	4971	
T	Spill Way Gate KK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	Spill Way Weir KK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
L	Jumlah K.K	146	147	143	145	145	145	145	135	120	80	85	80	85	84	84	84	84	98	99	144	147	146	148	145	122.25
G	HLV L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
W	Spill Way Weir K.Labor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Jumlah K.Benteng & L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
I	K. Labor	77	74	70	63	55	52	57	61	60	37	34	34	36	37	36	36	34	41	40	64	64	61	61	61	650
N	K. Benteng	23	24	20	19	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	73.15
N	Comp Tunnel	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14.33
P	Jml Benteng-tun	83	82	87	83	70	73	75	75	75	52	52	54	54	54	54	54	54	104	117	126	126	126	126	126	94.48
L	TW Benteng	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
G	Gadang	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	90	105	105	105	105	105	105	
W	Sengguh	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	38	44	44	44	44	44	44	
	Jumlah K.K KONS	403	412	412	405	413	413	413	413	413	350	377	377	377	377	377	377	377	967	1047	1047	1047	1047	1047	1047	92.5

Waduk Karangkates, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah

CURAH HUJAN

PLTA SENGKURUH

PLTA SUTAMI

JAM	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	PLTA SENGKURUH				PLTA SUTAMI			
								ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00	-	-	-	-	-	-	-	291690	10	37.30	42.59	260.28	90	104.43	146.10
1:00	-	-	-	-	-	-	-	696	9	76.65	76.65	260.24	90	91.03	146.50
2:00	-	-	-	-	-	-	-	600	9	34.57	39.57	260.20	90	92.61	147.59
3:00	-	-	-	-	-	-	-	620	9	36.91	39.57	260.16	90	88.52	148.13
4:00	-	-	-	-	-	-	-	580	9	39.57	39.57	266.10	90	90.65	148.85
5:00	-	-	-	-	-	-	-	670	9	35.91	34.61	260.07	90	77.13	145.93
6:00	-	-	-	-	-	-	-	810	-	40.70	3.03	260.03	90	40.61	145.54
7:00	-	-	-	-	-	-	-	930	-	33.41	-	260.97	90	84.70	146.91
8:00	-	-	-	-	-	-	-	292046	-	31.62	-	259.92	75	67.24	135.59
9:00	-	-	-	-	-	-	-	140	-	29.61	-	207.88	75	62.48	120.59
10:00	-	-	-	-	-	-	-	220	-	27.26	-	219.95	75	59.20	85.00
11:00	-	-	-	-	-	-	-	324	-	27.04	-	209.82	75	37.47	85.27
12:00	-	-	-	-	-	-	-	410	-	29.73	-	259.80	75	55.27	85.80
13:00	-	-	-	-	-	-	-	490	-	26.16	-	209.77	75	48.59	84.00
14:00	0	0	0	0	0	0	0	570	-	36.78	-	209.55	75	50.65	84.24
15:00	-	-	-	-	-	-	-	570	10	32.39	32.39	209.52	75	50.65	84.11
16:00	-	-	-	-	-	-	-	440	20	34.40	20.04	219.77	50	84.37	84.37
17:00	-	-	-	-	-	-	-	330	20	45.40	84.46	259.73	50	90.73	84.86
18:00	-	-	-	-	-	-	-	240	20	47.30	84.80	259.76	90	134.57	98.97
19:00	-	-	-	-	-	-	-	110	20	44.94	85.14	259.74	90	122.26	148.99
20:00	5	9	12	69	0	6	10	291020	20	50.06	51.43	259.74	90	141.44	148.94
21:00	-	-	-	-	-	-	-	670	20	55.60	55.48	259.71	90	130.70	148.97
22:00	-	-	-	-	-	-	-	120	20	11.55	86.14	259.71	90	130.70	148.97
23:00	-	-	-	-	-	-	-	160	20	96.84	84.80	259.71	90	130.70	148.97
24:00	-	-	-	-	-	-	-	160	20	84.80	84.80	259.71	90	130.70	148.97

CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA'	
Turbin Unit 1		4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	
Turbin Unit 2		4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	
Turbin Unit 3		4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	4866	
Spill Way Gate KK																											
Spill Way Weir KK																											
Jumlah K.K		1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	
H.V.L.H																											
Spill Way Weir K.Larson																											
Jumlah K.Bramas & L.H																											
K. Labor		1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	1079	21.53
K. Bramas		1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	1247	25.47
Conn. Tunnel		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15.34
Jml. Bramasayan Tam		3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	3530	100.81
Pw. Ranjan		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
Godang		63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
Sengauruh		7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	7.89	
Jumlah K.K KONS		1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	1465	88.88

400 Mod. 25/10/2007/001/OPC/KK

CURAH HUJAN

PLTA SENGURUH

PLTA SUTAMI

JAM	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	PLTA SENGURUH			PLTA SUTAMI				
								ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00	-	-	-	-	-	-	-	292.60	20	84.80	84.80	259.77	90	145.98	145.98
1:00	-	-	-	-	-	-	-	" 116	20	80.04	85.14	259.77	90	146.95	146.95
2:00	-	-	-	-	-	-	-	" 060	20	70.42	85.14	259.77	90	146.95	146.95
3:00	-	-	-	-	-	-	-	261.980	20	62.23	85.48	259.77	90	147.93	147.93
4:00	-	-	-	-	-	-	-	" 890	20	60.32	85.84	259.77	90	147.93	147.93
5:00	-	-	-	-	-	-	-	" 760	20	53.26	86.18	259.77	90	146.66	146.66
6:00	0	0	0	0	0	0	0	" 840	10	65.32	52.22	259.77	90	135.08	146.95
7:00	-	-	-	-	-	-	-	251.820	10	52.62	52.72	259.77	90	111.69	147.28
8:00	-	-	-	-	-	-	-	" 810	10	55.85	51.20	259.77	90	97.10	132.71
9:00	-	-	-	-	-	-	-	" 810	10	50.87	50.22	259.77	90	87.95	87.95
10:00	-	-	-	-	-	-	-	" 840	10	42.40	61.22	259.77	90	62.64	82.4
11:00	-	-	-	-	-	-	-	" 750	10	37.85	-	259.77	90	71.41	84.88
12:00	-	-	-	-	-	-	-	" 810	10	30.50	-	259.77	90	70.12	83.79
13:00	-	-	-	-	-	-	-	" 810	10	25.88	-	259.77	90	68.85	81.82
14:00	-	-	-	-	-	-	-	" 840	10	25.21	-	259.77	90	46.10	83.13
15:00	-	-	-	-	-	-	-	" 920	10	26.34	-	259.77	90	41.28	81.69
16:00	-	-	-	-	-	-	-	" 900	10	31.62	38.32	259.77	90	45.33	85.62
17:00	-	-	-	-	-	-	-	" 410	20	85.85	65.28	259.77	90	67.86	81.27
18:00	-	-	-	-	-	-	-	" 290	20	46.26	84.46	259.77	90	112.25	125.56
19:00	-	-	-	-	-	-	-	" 150	20	41.87	84.80	259.77	90	143.56	143.56
20:00	-	-	-	-	-	-	-	" 010	20	44.08	85.88	259.77	90	128.85	142.26
21:00	-	-	-	-	-	-	-	291.820	20	84.40	72.60	259.77	90	122.11	122.11
22:00	-	-	-	-	-	-	-	" 760	10	48.16	72.72	259.77	90	102.92	82.7
23:00	-	-	-	-	-	-	-	" 740	10	87.22	42.53	259.77	90	81.15	86.33
24:00	-	-	-	-	-	-	-	" 700	10	31.85	42.09	259.77	90	111.83	85-

ALT	GENERATOR NO. 3										GENERATOR NO. 1										TOTALS				ELEVATION WADK (M)		
	A	A	A	KV	MVA	MV	cos φ	A	A	A	KV	MVA	MV	cos φ	A	A	A	KV	MVA	MV	cos φ	NVAR	KC	LH		TABRACE	
100	1700	1610	1560	10.5	11	25	0.91	1780	1600	1570	10.5	11	25	0.91	-	-	-	-	-	-	-	11	25	287	60	32.46	182
100	-	-	-	-	-	-	-	1725	1600	1500	10.5	12.5	25	0.89	-	-	-	-	-	-	-	12.5	25	289	60	32.47	181.35
100	-	-	-	-	-	-	-	1700	1550	1500	10.5	12.5	25	0.89	-	-	-	-	-	-	-	12.5	25	289	62	32	181.35
100	-	-	-	-	-	-	-	1550	1600	1600	10.5	13.5	25	0.89	-	-	-	-	-	-	-	13.5	25	289	64	32	181.35
100	-	-	-	-	-	-	-	1525	1650	1550	10.5	13.5	25	0.89	-	-	-	-	-	-	-	13.5	25	289	66	32	181.35
100	-	-	-	-	-	-	-	1600	1500	1450	10.5	14.5	25	0.86	-	-	-	-	-	-	-	14.5	25	289	68	32	181.35
100	-	-	-	-	-	-	-	1470	1550	1500	10.5	8	25	0.85	-	-	-	-	-	-	-	8	25	289	69	32	181.35
200	-	-	-	-	-	-	-	1750	1525	1510	10.5	7	25	0.91	-	-	-	-	-	-	-	7	25	289	69	32	181.35
1000	-	-	-	-	-	-	-	1550	1550	1500	10.5	9	25	0.94	-	-	-	-	-	-	-	9	25	289	72	32	181.35
200	-	-	-	-	-	-	-	1460	1600	1550	10.5	11	25	0.91	-	-	-	-	-	-	-	11	25	289	77	32	181.35
300	-	-	-	-	-	-	-	1500	1550	1525	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
1000	-	-	-	-	-	-	-	1460	1500	1475	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
200	-	-	-	-	-	-	-	1460	1500	1475	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
300	-	-	-	-	-	-	-	1460	1500	1475	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
500	-	-	-	-	-	-	-	1460	1500	1475	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
500	-	-	-	-	-	-	-	1460	1500	1475	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
600	-	-	-	-	-	-	-	1460	1500	1475	10.5	11.5	25	0.87	-	-	-	-	-	-	-	11.5	25	289	77	32	181.35
200	1460	1570	1570	10.5	12	25	0.91	1550	1610	1560	10.5	12	25	0.91	-	-	-	-	-	-	-	12	25	289	74	32	181.35
300	1350	1420	1470	10.5	18	29	0.85	1870	1950	1900	10.5	18	29	0.85	1880	1950	1920	10.4	18	29	0.85	74	27	362	53	182.00	
300	1350	1470	1520	10.5	18	29	0.85	1900	2000	1950	10.5	18	29	0.85	1880	1950	1920	10.4	18	29	0.85	74	27	362	53	182.80	
300	1360	1450	1500	10.5	17	29	0.85	1900	2000	1950	10.5	18	29	0.85	1870	1950	1920	10.4	18	29	0.85	74	27	362	53	182.80	
300	1360	1450	1500	10.5	17	29	0.85	1900	2000	1950	10.5	18	29	0.85	1870	1950	1920	10.4	18	29	0.85	74	27	362	53	182.80	
300	1360	1450	1500	10.5	17	29	0.85	1900	2000	1950	10.5	18	29	0.85	1870	1950	1920	10.4	18	29	0.85	74	27	362	53	182.80	
200	1750	1820	1820	10.5	11	29	0.93	1770	1830	1800	10.4	11	29	0.93	1750	1800	1800	10.4	11	29	0.93	33	27	262	55	182.80	
300	1700	1800	1720	10.5	8	29	0.93	1700	1825	1770	10.4	8	29	0.93	1700	1770	1750	10.4	8	29	0.93	24	27	262	55	182.80	
300	1690	1750	1750	10.5	6	29	0.93	1700	1800	1770	10.4	6	29	0.93	1700	1770	1750	10.4	6	29	0.93	18	27	262	55	182.80	
400	1900	1970	1950	10.6	13	29	0.90	1920	2000	1970	10.4	13	29	0.90	1880	2000	1970	10.4	13	29	0.90	37	27	262	55	182.80	
400	1730	1850	1800	10.5	11	29	0.98	1770	1890	1830	10.5	11.5	29	0.98	1770	1820	1800	10.4	11	29	0.98	33	27	262	55	182.80	

182.80

CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA'
Turbin Unit 1																										
Turbin Unit 2		65	92	27	25	54	38	45	40	38	38	32	32	33	33	32	32	32	32	32	47	49	49	49	49	47,29
Turbin Unit 3		91																			41	42	42	42	42	41,11
Spill Way Gate KK																										
Spill Way Weir KSE																										
Jumlah K.K		49	56	27	25	54	38	45	40	38	38	32	32	33	33	32	32	32	32	32	47	49	49	49	49	47,29
ELV G.H																										
Spill Way Weir K Labor																										
Jumlah K. Bebanas & L11																										
K. Labor		58	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17,67
K. Bebanas		61	53	52	52	54	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52,81
Garis Tunnel		16	30	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16,02
Jml. Bebanas-beban. Tun		77	40	70	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68,82
Twr. Rejuntan		34	74	24	24	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34,39
Undang		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62,71
Sengapuh		89	30	33	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36,38
Jumlah K.K KONS		49	56	27	25	54	38	45	40	38	38	32	32	33	33	32	32	32	32	32	47	49	49	49	49	47,29

... (small text at the bottom right)

AM

AM	GENERATOR NO. 3				GENERATOR NO. 2				GENERATOR NO. 1				JILAHATI				EL-SABARI WARK (LM)								
	A	A	KV	SWAR	MIV	CSAQ	A	A	A	A	KV	SWAR	MIV	CSAQ	A	A	MVA	MVA	KV	LIH	BARAKT				
1000	1890	1750	1725	10.5	6	29	0.98	1700	1800	1750	10.4	6	29	0.98	1700	1700	1710	10.4	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1100	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1200	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1300	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1400	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1500	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1600	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1700	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1800	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
1900	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
2000	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
2100	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
2200	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
2300	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
2400	1880	1740	1710	10.5	6	29	0.98	1690	1800	1725	10.5	6	29	0.98	1690	1700	1700	10.5	6	29	0.98	180	20	262.35	182.50
Max	1910	2010	2000	10.7	8	30.5	0.97	1910	2075	2000	10.5	19	30.5	0.96	1910	2075	2025	10.5	18.5	30.5	0.96	260	26	262.34	182
Peak	1810	1800	1800	10.7	12.5	30.5	0.98	1800	1925	1850	10.5	12.5	30.5	0.98	1810	1875	1860	10.5	12.5	30.5	0.98	260	29	262	182

CURAH HUJAN PLTA SENGGERUH PLTA SUTAMI

JAM	CURAH HUJAN PLTA SENGGERUH										PLTA SUTAMI				
	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00	-	-	-	-	-	-	-	297.25	-	175.39	-	280.20	87	278.31	144.17
1:00	-	-	-	-	-	-	-	860	10	110.12	8.14	280.25	87	217.21	147.87
2:00	-	-	-	-	-	-	-	700	20	96.19	77.12	280.26	85.5	157.56	143.69
3:00	-	-	-	-	-	-	-	820	20	125.46	82.78	260.27	90	164.45	150.58
4:00	-	-	-	-	-	-	-	810	20	73.17	76.80	260.28	90	156.06	142.19
5:00	-	-	-	-	-	-	-	800	20	85.11	88.74	250.28	90	147.29	147.29
6:00	15	27	68	38	0	21	4	770	10	77.16	82.78	260.29	90	133.44	147.31
7:00	-	-	-	-	-	-	-	750	20	25.25	82.38	260.26	90	132.34	146.21
8:00	-	-	-	-	-	-	-	740	20	57.65	83.12	260.25	90	129.47	143.70
9:00	-	-	-	-	-	-	-	680	20	22.58	83.12	260.24	90	137.85	146.75
10:00	-	-	-	-	-	-	-	610	20	25.25	84.43	260.23	90	131.46	145.33
11:00	-	-	-	-	-	-	-	570	20	63.20	83.44	260.22	90	131.01	144.88
12:00	-	-	-	-	-	-	-	550	20	63.72	83.78	260.21	90	132.45	147.32
13:00	-	-	-	-	-	-	-	510	20	57.05	84.12	260.20	90	129.31	147.67
14:00	0	0	0	0	0	0	0	480	20	52.55	84.46	260.18	90	118.17	147.77
15:00	-	-	-	-	-	-	-	170	20	36.41	90.97	260.17	90	132.58	146.78
16:00	-	-	-	-	-	-	-	090	20	58.11	85.76	260.17	90	143.77	148.73
17:00	-	-	-	-	-	-	-	000	20	54.13	85.43	260.16	90	151.55	145.34
18:00	-	-	-	-	-	-	-	2030	20	74.26	85.48	260.16	90	146.49	146.49
19:00	-	-	-	-	-	-	-	040	19	62.87	77.20	260.15	90	148.22	146.82
0:00	6	9	12	53	0	14	8	020	18	33.46	79.30	260.14	90	190.87	147.37
1:00	-	-	-	-	-	-	-	020	18	79.30	79.30	260.13	91.5	201.89	146.12
2:00	-	-	-	-	-	-	-	010	20	76.38	79.30	260.12	91.5	174.98	149.21
3:00	-	-	-	-	-	-	-	970	20	74.38	85.84	260.11	91.5	161.18	149.31
4:00	-	-	-	-	-	-	-	930	20	74.96	85.84	260.10	91.5	146.96	146.98

149.15

CATATAN PENGADILAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	PIKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA-		
O	Turbin Unit 1	49.68	49.05	49.10	50.19	51.00	50.24	50.72	50.46	48.72	48.41	50.07	48.24	48.20	42.78	43.74	43.14	43.52	43.52	43.52	43.52	43.52	43.52	43.52	43.52	43.52	43.52	
	Turbin Unit 2	50.00	49.71	49.18	50.60	51.20	50.08	49.57	50.95	48.87	48.90	50.27	49.51	49.51	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	48.72	
	Turbin Unit 3	50.49	50.01	49.86	50.84	51.77	50.41	49.53	51.59	49.03	48.90	49.90	49.50	49.50	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	48.88	
T	Spill Way Gate KK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
F	Spill Way Weir KK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
L	Jumlah K.K	150.17	148.76	148.94	151.71	153.56	152.73	152.93	153.49	146.25	146.21	150.52	147.72	146.00	127.71	122.24	122.34	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04	
O	H.V.L.H.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
W	Spill Way Weir K.Laboh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Jumlah K.Brantas & LH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144.93		
I	K. Labor	85	85	85	88	90	89	88	88	87	87	87	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88		
N	K. Brantas	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88		
F	Gen. Tormed	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13		
L	Tv. Rajan in flow	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		
O	Gradang in flow	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69		
W	Sengaurth	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
	Jumlah K.K KONS	136.30	134.00	135.00	133.91	136.66	135.08	134.39	135.08	132.08	132.80	132.17	134.15	134.00	130.70	128.54	128.54	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74	130.74
																											118.74	

Handwritten note at the bottom of the page.

CURAH HUJAN

JAM	CURAH HUJAN							PLTA SENGKURUH				PLTA SUTAMI			
	DAMPIIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00	-	-	-	-	-	-	-	291.820	20	74.45	80.84	280.29	91.5	146.96	146.96
1:00	-	-	-	-	-	-	-	291.810	17	45.96	73.74	280.28	91.5	136.30	140.17
2:00	-	-	-	-	-	-	-	" 270	17	57.00	73.74	280.27	91.5	134.56	148.43
3:00	-	-	-	-	-	-	-	" 280	17	68.39	39.66	280.26	91.5	135.08	142.94
4:00	-	-	-	-	-	-	-	" 960	8	58.56	39.66	280.25	91.5	123.97	157.31
5:00	-	-	-	-	-	-	-	292.00	8	77.34	35.75	280.24	91.5	101.96	143.52
6:00	7	9	12	63	0	14	8	292.030	9	47.69	30.91	280.23	91.5	81.66	150.73
7:00	-	-	-	-	-	-	-	" 050	-	44.76	38.91	280.22	91.5	101.39	142.79
8:00	-	-	-	-	-	-	-	" 070	-	97.67	41.78	266.10	90	112.08	153.49
9:00	-	-	-	-	-	-	-	" 190	-	53.47	17.54	260.06	90	91.36	146.29
10:00	-	-	-	-	-	-	-	" 800	-	37.97	-	280.00	90	63.80	146.21
11:00	-	-	-	-	-	-	-	" 400	-	31.83	-	259.95	90	82.17	150.52
12:00	-	-	-	-	-	-	-	" 500	-	32.70	-	259.89	90	64.15	147.77
13:00	-	-	-	-	-	-	-	" 490	60	81.05	28.32	259.83	90	54.96	146.00
14:00	0	0	0	0	0	0	0	" 650	60	30.60	20.30	259.79	75	70.07	127.11
15:00	-	-	-	-	-	-	-	" 460	60	11.30	11.30	259.77	75	88.54	122.28
16:00	-	-	-	-	-	-	-	" 340	20	31.01	17.30	259.76	90	118.37	170.29
17:00	-	-	-	-	-	-	-	" 240	60	52.70	34.20	259.77	60	157.69	145.82
18:00	-	-	-	-	-	-	-	" 160	60	35.10	34.30	259.77	60	145.65	145.65
19:00	-	-	-	-	-	-	-	" 300	20	30.85	24.40	259.76	60	155.89	147.76
20:00	2	1	0	1	-	-	-	" 370	60	84.44	84.44	259.77	60	150.74	146.47
21:00	-	-	-	-	-	-	-	292.470	20	116.22	85.37	249.79	90	168.18	144.84
22:00	-	-	-	-	-	-	-	292.550	20	110.05	84.44	249.81	90	174.27	147.09
23:00	-	-	-	-	-	-	-	292.670	20	98.85	83.44	249.83	90	178.72	148.19
24:00	-	-	-	-	-	-	-	292.600	20	86.89	83.44	249.84	90	160.80	145.53

KWIP PROJEKSI ELEKTRONIK

JAM	GEN. 1		GEN. 2		GEN. 3		TOTAL KWH	KETERANGAN :
	STD METER	KWH	STD METER	KWH	STD METER	KWH		
00:00	7942.07	29.87	7418.18	29.85	6830.94	30.19	89.91	30V
01:00	7973.38	31.31	7449.50	31.30	6862.63	31.69	91.80	30V
02:00	8004.48	30.10	7479.51	30.03	6893.06	30.43	90.56	30PH
03:00	8033.23	29.75	7509.25	29.74	6923.73	30.17	89.66	30V
04:00	8063.86	30.63	7539.83	30.58	6954.24	31.01	92.22	30V
05:00	8093.63	29.77	7569.53	29.70	6984.26	30.12	89.59	30V
06:00	8123.85	30.22	7599.26	30.23	7014.01	29.65	90.10	30V
07:00	8153.06	29.11	7628.91	29.15	7044.55	30.54	88.80	30V
08:00	8184.11	31.05	7659.82	30.91	7075.79	31.24	93.20	30V
09:00	8213.82	29.71	7689.52	29.70	7105.65	29.86	89.27	30V
10:00	8243.58	29.76	7719.29	29.77	7135.53	29.88	89.41	30V
11:00	8274.38	30.80	7750.09	30.80	7166.43	30.90	92.50	30V
12:00	8302.98	28.60	7778.58	28.49	7195.19	28.26	85.85	30V
13:00	8323.19	30.21	7808.79	30.21	7225.52	30.33	90.75	30V
14:00	8359.34	26.15	7834.52	25.74	7251.71	26.19	78.08	30V
15:00	8383.72	24.38	7858.58	24.06	7276.25	24.54	72.98	30V
16:00	8410.64	26.32	7885.30	26.72	7303.37	27.12	80.76	30V
17:00	8439.81	29.27	7914.91	29.61	7333.17	29.80	88.68	30V
18:00	8469.21	29.30	7944.57	29.60	7362.87	29.70	88.60	30V
19:00	8498.37	29.16	7974.03	29.52	7392.65	29.78	88.46	30V
20:00	8527.72	29.55	8003.72	29.69	7422.47	29.82	88.86	30V
21:00	8557.15	29.43	8033.45	29.73	7452.40	29.93	89.09	30V
22:00	8586.61	29.46	8063.13	29.68	7482.27	29.87	89.01	30V
23:00	8616.04	29.43	8092.78	29.65	7512.06	29.79	88.87	30V
24:00	8645.82	29.78	8122.78	30.00	7542.16	30.16	89.88	30V
Final		703.75		704.6		711.22		
Kians		X 1000		X 1000		X 1000		
Total							2119570	

20/11/2023

FR001/OPC/K
CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA ²
Turbin Unit 1		49	34	44	47	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Turbin Unit 2		50	56	61	66	69	71	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Turbin Unit 3		55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103
Spill Way Gate KK																										
Spill Way Weir KK																										
Jumlah K.K		149	153	156	159	162	165	168	171	174	177	180	183	186	189	192	195	198	201	204	207	210	213	216	219	222
H.J.V.L.H.																										
Spill Way Weir K. Labor																										
Jumlah K.Diantas & LH																										
K. Labor		15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63
K. Branas		131	134	137	140	143	146	149	152	155	158	161	164	167	170	173	176	179	182	185	188	191	194	197	200	203
Conn. Tunnel		44	47	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	101	104	107	110	113	116
Jml. Branas-toon. Tun		146	149	152	155	158	161	164	167	170	173	176	179	182	185	188	191	194	197	200	203	206	209	212	215	218
Tw. Renjani		160	163	166	169	172	175	178	181	184	187	190	193	196	199	202	205	208	211	214	217	220	223	226	229	232
Gadang		69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Sengguh.		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Jumlah K.K KONS		149	153	156	159	162	165	168	171	174	177	180	183	186	189	192	195	198	201	204	207	210	213	216	219	222

Waduk Karang Kates, B. Karang Kates

PENCAMATAN UNTUK PENANGGULANGAN AIR LIMPAH WADUK SUTAMI

No	CURAH HUJAN										PLTA SENGKURUH					PLTA SUTAMI				
	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	
0	-	-	-	-	-	-	-	297.610	20	86.89	83.44	259.84	90	162.80	144.53	259.84	90	162.80	144.53	
01	-	-	-	-	-	-	-	296.340	20	80.28	83.74	259.84	90	149.88	149.88	259.84	90	149.88	149.88	
02	-	-	-	-	-	-	-	296.500	20	80.68	82.74	259.84	90	153.11	153.11	259.84	90	153.11	153.11	
03	-	-	-	-	-	-	-	296.350	20	77.36	83.44	259.84	90	151.71	145.65	259.84	90	151.71	145.65	
04	-	-	-	-	-	-	-	296.270	20	76.74	83.78	259.84	90	148.01	145.01	259.84	90	148.01	145.01	
05	-	-	-	-	-	-	-	296.450	20	66.07	83.78	259.84	90	148.45	145.45	259.84	90	148.45	145.45	
06	0	0	0	0	0	0	-	296.400	20	61.69	78.01	259.84	90	144.52	144.52	259.84	90	144.52	144.52	
07	-	-	-	-	-	-	-	292.520	20	63.18	84.46	259.84	90	132.37	147.64	259.84	90	132.37	147.64	
08	-	-	-	-	-	-	-	296.250	20	59.43	84.46	259.84	75	130.21	130.21	259.84	75	130.21	130.21	
09	-	-	-	-	-	-	-	296.160	20	57.27	84.80	259.84	75	139.76	124.89	259.84	75	139.76	124.89	
100	-	-	-	-	-	-	-	292.060	20	49.20	78.48	259.84	75	138.47	123.61	259.84	75	138.47	123.61	
101	-	-	-	-	-	-	-	296.930	20	41.98	79.46	259.84	75	125.41	125.41	259.84	75	125.41	125.41	
102	-	-	-	-	-	-	-	296.970	20	57.22	45.44	259.84	75	108.04	123.31	259.84	75	108.04	123.31	
103	-	-	-	-	-	-	-	292.160	-	53.87	13.65	259.84	75	116.49	125.76	259.84	75	116.49	125.76	
104	0	0	0	0	0	0	-	296.220	-	33.29	-	259.84	60	78.67	165.60	259.84	60	78.67	165.60	
105	-	-	-	-	-	-	-	296.320	-	31.14	-	259.84	60	61.69	173.36	259.84	60	61.69	173.36	
106	-	-	-	-	-	-	-	296.420	-	20.71	-	259.84	60	51.14	173.61	259.84	60	51.14	173.61	
107	-	-	-	-	-	-	-	296.330	20	29.27	54.82	259.84	60	47.62	96.70	259.84	60	47.62	96.70	
108	-	-	-	-	-	-	-	296.210	20	47.31	84.73	259.84	90	138.1	134.22	259.84	90	138.1	134.22	
109	-	-	-	-	-	-	-	296.120	20	57.95	85.14	259.84	90	105.33	165.37	259.84	90	105.33	165.37	
110	0	0	0	0	0	0	-	296.140	20	91.16	85.44	259.84	90	172.78	145.83	259.84	90	172.78	145.83	
111	-	-	-	-	-	-	-	296.160	20	90.82	84.80	259.84	90	140.53	152.18	259.84	90	140.53	152.18	
112	-	-	-	-	-	-	-	296.160	20	81.73	81.73	259.84	90	147.21	147.21	259.84	90	147.21	147.21	
113	-	-	-	-	-	-	-	296.140	20	92.96	78.98	259.84	90	197.69	150.21	259.84	90	197.69	150.21	
114	-	-	-	-	-	-	-	292.160	20	73.16	85.44	259.84	90	145.64	148.35	259.84	90	145.64	148.35	

K A T A

GENERATOR NO. 1

GENERATOR NO. 2

GENERATOR NO. 3

KAW	GENERATOR NO. 1				GENERATOR NO. 2				GENERATOR NO. 3				JUMLAH			ELEVASI WADUK (M)									
	A	A	KV	SWAR	MW	cosφ	A	A	KV	SWAR	MW	cosφ	A	A	KV	SWAR	MW	cosφ	MVAR	AV	KK	LH	TAB RABE		
400	1760	1800	10.5	8	30	0.97	1710	1800	10.5	8	30	0.97	1720	1800	10.5	8	30	0.97	30	30	30	30	30	30	30
300	1640	1700	10.5	5	30	0.98	1620	1700	10.5	5	30	0.98	1630	1700	10.5	5	30	0.98	30	30	30	30	30	30	30
200	1490	1520	10.5	5	30	0.99	1470	1520	10.5	5	30	0.99	1480	1520	10.5	5	30	0.99	30	30	30	30	30	30	30
300	1600	1700	10.5	9	30	0.97	1580	1700	10.5	9	30	0.97	1590	1700	10.5	9	30	0.97	30	30	30	30	30	30	30
400	1710	1800	10.5	5	30	0.97	1690	1800	10.5	5	30	0.97	1700	1800	10.5	5	30	0.97	30	30	30	30	30	30	30
500	1710	1800	10.5	9	30	0.98	1690	1800	10.5	9	30	0.98	1700	1800	10.5	9	30	0.98	30	30	30	30	30	30	30
600	1620	1700	10.5	3	30	0.99	1600	1700	10.5	3	30	0.99	1610	1700	10.5	3	30	0.99	30	30	30	30	30	30	30
200	1325	1400	10.5	2	25	0.997	1300	1400	10.5	2	25	0.997	1310	1400	10.5	2	25	0.997	25	25	25	25	25	25	25
800	1085	1100	10.5	3	20	0.99	1070	1100	10.5	3	20	0.99	1080	1100	10.5	3	20	0.99	20	20	20	20	20	20	20
2000	1000	1100	10.5	3	20	0.99	980	1100	10.5	3	20	0.99	990	1100	10.5	3	20	0.99	20	20	20	20	20	20	20
3000	1030	1100	10.7	2	20	0.99	1010	1100	10.7	2	20	0.99	1020	1100	10.7	2	20	0.99	20	20	20	20	20	20	20
2000	1020	1100	10.7	1.5	20	0.997	1000	1100	10.7	1.5	20	0.997	1010	1100	10.7	1.5	20	0.997	20	20	20	20	20	20	20
3000	1000	1100	10.7	1.5	20	0.997	980	1100	10.7	1.5	20	0.997	990	1100	10.7	1.5	20	0.997	20	20	20	20	20	20	20
4000	1030	1100	10.7	3	20	0.99	1010	1100	10.7	3	20	0.99	1020	1100	10.7	3	20	0.99	20	20	20	20	20	20	20
5000	1050	1100	10.7	2.5	20	0.99	1030	1100	10.7	2.5	20	0.99	1040	1100	10.7	2.5	20	0.99	20	20	20	20	20	20	20
6000	1050	1100	10.7	5	20	0.97	1030	1100	10.7	5	20	0.97	1040	1100	10.7	5	20	0.97	20	20	20	20	20	20	20
7000	1050	1100	10.7	10	20	0.89	1030	1100	10.7	10	20	0.89	1040	1100	10.7	10	20	0.89	20	20	20	20	20	20	20
8000	1050	1100	10.7	17	20	0.87	1030	1100	10.7	17	20	0.87	1040	1100	10.7	17	20	0.87	20	20	20	20	20	20	20
9000	1050	1100	10.5	18	20	0.87	1030	1100	10.5	18	20	0.87	1040	1100	10.5	18	20	0.87	20	20	20	20	20	20	20
10000	1050	1100	10.5	18	20	0.85	1030	1100	10.5	18	20	0.85	1040	1100	10.5	18	20	0.85	20	20	20	20	20	20	20
11000	1050	1100	10.5	14	25	0.87	1030	1100	10.5	14	25	0.87	1040	1100	10.5	14	25	0.87	25	25	25	25	25	25	25
12000	1050	1100	10.5	9	25	0.94	1030	1100	10.5	9	25	0.94	1040	1100	10.5	9	25	0.94	25	25	25	25	25	25	25
13000	1050	1100	10.5	6.5	25	0.97	1030	1100	10.5	6.5	25	0.97	1040	1100	10.5	6.5	25	0.97	25	25	25	25	25	25	25
14000	1050	1100	10.5	5	25	0.98	1030	1100	10.5	5	25	0.98	1040	1100	10.5	5	25	0.98	25	25	25	25	25	25	25
15000	1050	1100	10.7	18	30	0.89	1030	1100	10.7	18	30	0.89	1040	1100	10.7	18	30	0.89	30	30	30	30	30	30	30
16000	1050	1100	10.7	9	30	0.97	1030	1100	10.7	9	30	0.97	1040	1100	10.7	9	30	0.97	30	30	30	30	30	30	30
17000	1050	1100	10.7	9	30	0.97	1030	1100	10.7	9	30	0.97	1040	1100	10.7	9	30	0.97	30	30	30	30	30	30	30

202

242

82

CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	POKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA'	
Turbin Unit 1		4860	4895	4895	4895	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	
Turbin Unit 2		4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	
Turbin Unit 3		4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	4864	
Spill Way Gate KK																											
Spill Way Weir KK																											
Jumlah K.K		1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492	1492
F.I.V.L.H.																											
Spill Way Weir K.Lahor																											
Jumlah K.Brantas & LH																											
K. Lahor		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
K. Brantas		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Conn. Tunnel		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Jml. Brant.as+con.Tun		109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
T.w. Renjani		159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Gadang		69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Sengguruh		790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	790
Jumlah K.K KONS		161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161

in Volume 2, the top of page 2, 21/10/2012

J

CURAH HUJAN

PLTA SENGGRUH

PLTA SUTAMI

JAM	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	SGR	STM	ELEVASI	SEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	SEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00	-	-	-	-	-	-	-	292.100	20	73.10	25.14	255.81	90	175.91	148.55
1:00	-	-	-	-	-	-	-	292.020	20	72.70	25.30	255.82	90	161.18	145.92
2:00	-	-	-	-	-	-	-	291.960	20	57.44	29.50	257.82	90	147.02	147.02
3:00	-	-	-	-	-	-	-	291.890	20	66.73	36.16	255.82	90	147.99	147.99
4:00	-	-	-	-	-	-	-	291.820	20	69.94	25.73	255.81	90	132.16	142.82
5:00	-	-	-	-	-	-	-	291.750	20	67.21	26.16	255.81	90	147.21	147.21
6:00	0	0	0	0	0	0	291.730	10	48.23	53.59	255.80	90	132.27	142.54	
7:00	-	-	-	-	-	-	291.710	10	33.83	39.21	257.29	25	113.72	125.19	
8:00	-	-	-	-	-	-	291.690	10	36.93	24.15	259.79	20	85.95	85.95	
9:00	-	-	-	-	-	-	291.830	-	62.19	-	259.78	40	54.13	66.00	
10:00	-	-	-	-	-	-	4.990	-	44.95	-	259.78	50	79.47	79.67	
11:00	-	-	-	-	-	-	292.220	-	38.14	-	259.77	40	67.28	79.14	
12:00	-	-	-	-	-	-	4.240	-	36.48	-	259.76	40	51.15	63.42	
13:00	-	-	-	-	-	-	1.350	-	34.43	-	259.75	40	55.45	67.32	
14:00	0	0	0	0	0	0	292.420	-	32.27	-	255.73	40	40.17	53.91	
15:00	-	-	-	-	-	-	292.440	10	32.85	40.56	255.71	40	44.24	67.98	
16:00	-	-	-	-	-	-	292.450	10	38.73	41.76	259.72	40	76.44	65.07	
17:00	-	-	-	-	-	-	292.350	20	31.40	17.13	259.73	40	77.58	65.71	
18:00	-	-	-	-	-	-	292.250	20	58.13	27.12	259.74	20	117.60	105.13	
19:00	4	0	0	0	0	0	292.130	20	45.50	82.06	259.74	87	141.14	141.14	
20:00	2	0	0	0	0	0	292.020	20	53.03	85.98	259.75	87	153.17	141.30	
21:00	2	-	-	-	-	-	291.900	20	51.17	85.84	259.76	75	146.19	124.26	
22:00	-	-	-	-	-	-	291.880	20	47.81	26.18	259.78	75	146.04	22.30	
23:00	-	-	-	-	-	-	291.840	10	56.70	48.66	259.78	75	123.10	123.10	
24:00	-	-	-	-	-	-	291.790	10	45.10	45.50	259.77	75	109.44	121.31	

m

L

		CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES																								RATA'		
URAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
	Turbin Unit 1	84																	36	42	46	48	47	48	48	47	45	47
	Turbin Unit 2	91	96	91	95	91	95	96	96	97	97	96	93	91	91	93	95	95	41	41	49	48	45	48	48	48	49	48
	Turbin Unit 3	91	85	91	91	92	92	92	92	92	92	92	93	91	91	93	95	95	42	42	45	48	49	49	49	49	49	49
	Spill Way Gate KK																											
	Spill Way Weir KK																											
	Jumlah K.K	84	84	82	82	83	83	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	113	113	141	145	145	146	146	146	145	145
	Spill Way Weir K.Labor																											
	Jumlah K.Branas & L.H																											
	K. Labor	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	24	24	24	26	26	26	26	26	26	26
	K. Branas	85	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
	Conn Tunnel	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Und. Brantas+Conn.Tun	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	L. We. Benjam	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
	Gelang	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Sengguruh	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	Jumlah K.K KONS	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	143	143	165	165	165	165	165	165	165	165

40. 2016. 01/01/2016 - 31/12/2016

CATATAN PENGAMATAN DEBIT WADUK KARANGKATES

URAIAN	PUKUL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	RATA
Turbin Unit 1		408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408
Turbin Unit 2		407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407
Turbin Unit 3		406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406
Spill Way Gate KK																										
Spill Way Weir KK																										
Jumlah K.K		1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467	1467
H.V.L.H.																										
Spill Way Weir K. Laktor																										
Jumlah K. Bantas & L.H																										
K. Laktor		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
K. Bantas		217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
Conn. Tunnel		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Jml. Bantas+conn. Tun		232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
Lw. Rengas		176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
Gading		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Sengguruh		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Jumlah K.K KONS		229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229

Handbook of Geology of Sumatra, B. G. (1962)

CURAH HUJAN

JAM	PLTA SENGKURUH							PLTA SUTAMI							
	DAMPIT	PONCO K.	TANGKIL	WAGIR	METRO	S.SR	STM	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW	ELEVASI	BEBAN	INFLOW	OUTFLOW
0:00								292.770	19	200.51	82.98	260.10	87	310.26	195.58
1:00								" 180	19	182.73	162.47	" 116	90	229.26	141.45
2:00								" 170	19	159.14	190.78	" 122	90	231.21	148.27
3:00								" 550	19	141.01	115.13	" 128	90	231.33	148.61
4:00								" 890	19	169.51	96.67	" 139	90	229.51	146.02
5:00	78	64	67	78				" 840	19	92.59	75.42	" 139	90	216.53	146.35
6:00						47	33	" 830	19	90.58	72.02	" 139	90	147.07	147.07
7:00								" 820	19	81.82	71.2	" 139	90	146.75	146.75
8:00								" 810	19	236.2	71.2	" 139	90		147.07
9:00								" 800	19	70.22	70.2	" 139	90		147.07
10:00								" 790	19	67.89	71.88	" 139	90		147.07
11:00								" 780	19	61.21	71.56	" 139	90		147.07
12:00								" 590	19	63.71	77.42	" 139	90		147.07
13:00								" 540	19	66.99	83.78	" 139	90		147.07
14:00		12	4	29		9		" 490	19	67.67	83.78	" 139	90		147.07
15:00								" 440	20	67.32	84.12	" 139	90		147.07
16:00								" 430	20	37.58	84.12	" 139	90		147.07
17:00								" 390	20	101.2	84.12	" 139	90		147.07
18:00								" 380	20	84.69	84.12	" 139	90		147.07
19:00								" 370	20	100.11	83.44	" 139	90		147.07
20:00								" 360	19	152.35	76.80	" 139	90		147.07
21:00								" 820	19	205.82	76.80	" 139	90		147.07
22:00								" 770	10	191.98	64.30	" 139	90		147.07
23:00								" 700	10	171.93	39.07	" 139	90		147.07
24:00								" 610	10	167.61	41.14	" 139	90		147.07

	Brantas		Lesti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		
	Gadang	Disch.	W.L.	Disch.	Tawangrejeni	Sengguruh Dam	Sutami Dam	Wlingi Dam	Lodoyo Dam	Jeli	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	
33/12	07:00	387.08	52	314.50	34	292.03	0	259.68	40	162.89	71	135.68	117	74.91	127
	08:00	387.06	62	314.50	34	292.12	0	259.68	41	162.94	76	135.68	105	74.83	116
	09:00	387.08	62	314.50	34	292.21	0	259.67	41	162.96	82	135.61	111	74.84	117
	10:00	387.08	62	314.50	34	292.29	0	259.67	40	162.98	82	135.57	103	74.72	100
	11:00	387.07	62	314.50	34	292.37	0	259.67	38	163.02	82	135.53	103	74.54	78
	12:00	387.07	62	314.50	34	292.45	0	259.67	32	163.02	76	135.48	103	74.41	54
	13:00	387.07	62	314.50	34	292.53	0	259.67	32	163.03	76	135.38	103	74.40	63
	14:00	387.07	62	314.50	34	292.55	0	259.67	32	163.17	24	135.15	105	74.45	68
	15:00	387.07	62	314.50	37	292.53	21	259.68	33	163.15	71	134.96	104	74.45	68
	16:00	387.05	62	314.48	33	292.42	4	259.76	32	162.91	205	135.23	131	74.43	66
	17:00	389.43	219	314.48	33	292.33	72	259.74	33	162.89	250	135.29	208	74.43	66
	18:00	389.78	260	314.48	33	292.30	81	259.73	33	163.17	223	135.08	209	74.44	67
04/12	19:00	389.35	212	314.50	39	292.55	64	259.72	11	163.47	218	135.11	247	74.51	75
	20:00	389.55	179	314.50	40	292.51	34	259.76	139	163.40	275	135.45	261	74.44	67
	21:00	389.61	119	314.49	34	292.50	143	259.82	159	163.46	263	135.61	297	74.89	124
	22:00	387.72	95	314.49	34	292.51	257	257.91	135	163.45	286	135.64	241	75.21	176
	23:00	387.44	90	314.49	34	292.51	221	259.15	144	163.43	270	135.64	344	75.30	192
	00:00	387.27	71	314.49	34	292.79	321	359.25	142	163.39	281	135.65	344	75.30	192
	01:00	387.24	70	314.49	34	292.85	313	369.28	142	163.37	282	135.67	344	75.21	179
	02:00	387.24	70	314.49	34	292.77	95	350.25	142	163.37	243	135.62	344	75.23	179
	03:00	387.23	69	314.49	34	292.85	153	260.22	142	163.36	243	135.63	317	75.35	231
	04:00	387.23	69	314.49	34	292.81	32	260.28	142	163.55	243	135.75	290	75.44	249
	05:00	387.23	69	314.49	34	292.80	77	260.28	142	163.42	192	135.76	270	75.29	190
	06:00	387.23	69	314.49	34	292.77	83	257.27	146	163.38	214	135.81	277	75.31	194

	Brantas		Lestri		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		
	Gadang		Tawangrejeni		Sengguruh Dam		Sutami Dam		Wlingi Dam		Lodoyo Dam		Jelli		
	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.	
04/12	07:00	387.22	69	314.49	34	292.75	83	260.26	143	163.33	217	135.81	290	75.43	216
	08:00	387.22	69	314.49	34	292.71	83	260.25	143	163.32	225	135.83	294	75.29	190
	09:00	387.22	69	314.49	34	292.65	83	260.24	143	163.48	165	135.63	276	75.23	179
	10:00	387.22	69	314.49	34	292.60	83	260.23	143	163.46	186	135.52	274	75.13	162
	11:00	387.22	69	314.49	34	292.54	89	260.22	143	163.35	218	135.60	275	75.10	157
	12:00	387.22	69	314.49	34	292.48	93	260.21	143	163.21	216	135.60	281	75.12	160
	13:00	387.22	69	314.49	34	292.35	84	260.20	146	163.09	221	135.61	276	75.17	169
	14:00	387.22	69	314.49	34	292.30	84	260.18	145	163.37	140	135.24	290	75.13	162
	15:00	387.46	81	314.49	34	292.19	84	260.17	143	163.15	224	135.12	287	75.07	152
	16:00	387.23	69	314.49	34	292.09	84	260.17	143	163.14	258	135.27	286	75.03	146
	17:00	387.23	69	314.49	34	292.00	84	260.14	143	163.21	247	135.40	301	75.10	157
	18:00	387.23	69	314.49	34	292.00	81	260.13	143	163.33	244	135.49	315	75.19	171
05/12	19:00	387.23	69	314.49	34	292.04	84	260.20	144	163.48	226	135.55	316#	75.14	164
	20:00	387.23	69	314.49	34	292.02	79	260.24	145	163.42	257	135.65	317	75.14	164
	21:00	387.23	69	314.49	34	292.02	75	260.27	146	163.41	259	135.65	344	75.18	171
	22:00	387.23	69	314.49	34	292.01	79	260.28	141	163.48	220	135.61	344	75.24	181
	23:00	387.22	69	314.49	34	291.97	79	260.29	145	163.37	253	135.64	344	75.28	188
	00:00	387.22	69	314.49	34	291.91	86	260.29	145	163.34	256	135.66	344	75.25	193
	01:00	387.22	69	314.49	34	291.85	86	260.29	145	163.54	175	135.55	303	75.28	188
	02:00	387.22	69	314.49	34	291.77	74	260.29	145	163.54	198	135.61	963	75.34	199
	03:00	387.22	69	314.49	34	291.88	74	260.27	145	163.53	198	135.70	263	75.40	211
	04:00	387.22	69	314.49	34	291.99	74	260.24	145	163.51	216	135.70	263	75.36	203
	05:00	387.22	69	314.49	34	291.99	74	260.29	143	163.48	215	135.70	291	75.32	195
	06:00	387.22	69	314.49	34	292.03	83	260.17	149	164.15	212	135.72	235	75.33	197

Brantas		Lesti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		
Gadang		Tawangrejeni		Sengguruh Dam		Sutami Dam		Wlingi Dam		Ledoyo Dam		Jelli		
W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.	
05/12	07:00	387.22	69	314.49	34	292.05	40	260.13	140	163.41	209	135.80	263	75.12
	08:00	387.22	69	314.49	34	292.07	40	250.09	140	163.34	216	135.87	263	75.19
	09:00	387.22	69	314.49	34	292.19	42	268.06	140	163.25	224	135.89	277	75.10
	10:00	387.22	69	314.49	34	292.30	13	260.00	144	163.32	173	135.78	290	75.19
	11:00	387.22	69	305.49	***	292.40	18	252.54	144	163.56	131	135.48	289	75.10
	12:00	387.22	69	305.58	***	292.50	0	254.83	144	163.55	162	135.23	289	75.13
	13:00	387.22	69	305.58	***	292.49	0	259.82	144	163.51	185	135.16	287	75.07
	14:00	387.22	69	305.58	***	292.43	38	259.79	144	163.49	204	135.23	287	75.12
	15:00	387.47	81	307.55	***	292.48	28	259.75	126	153.52	198	135.11	287	75.28
	16:00	387.41	78	316.53	160	292.33	41	253.77	126	153.46	257	135.34	286	75.17
	17:00	387.40	78	316.55	160	292.22	60	253.77	129	153.49	207	135.19	314	75.30
	18:00	387.44	85	316.55	160	292.26	24	259.77	129	153.54	232	135.18	314	75.46
	19:00	387.57	97	316.55	160	292.36	84	259.75	143	163.60	247	135.26	315	75.44
	20:00	387.38	77	315.55	160	292.37	84	259.77	145	163.56	345	135.49	369	75.46
	21:00	387.22	69	316.55	160	292.47	94	259.80	145	163.59	349	135.55	422	75.56
	22:00	387.22	69	315.55	160	292.56	94	259.82	140	163.61	323	135.51	421	75.54
	23:00	387.22	69	316.55	160	292.60	83	259.83	145	163.42	351	135.59	423	75.54
06/12	00:00	387.22	69	316.55	160	292.60	83	259.84	145	163.37	331	135.60	423	75.69
	01:00	387.22	69	316.55	160	292.59	83	259.86	142	163.44	246	135.52	370	75.63
	02:00	387.22	69	315.55	160	292.52	83	259.84	142	163.45	237	135.58	343	75.55
	03:00	387.22	69	315.55	160	292.56	83	259.86	142	163.42	237	135.58	343	75.70
	04:00	387.22	69	316.55	160	292.54	84	259.87	142	163.39	237	135.50	343	75.73
	05:00	387.22	69	316.55	160	292.48	84	259.89	143	163.36	237	135.56	343	75.76
	06:00	387.22	69	316.55	160	292.43	81	259.85	147	163.33	223	135.57	317	75.59

Brantas		Besti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas	
Gadang		Tawangrejani		Sengguruh Dam		Sutami Dam		Wlingi Dam		Lodoyo Dam		Jeli		Disch.	
W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Disch.
06/12	07:00	387.22+	69 316.55+	160 292.33+	84+ 259.82+	147+ 163.34+	209+ 135.55+	317+ 75.52+	234						
	08:00	387.22+	69 316.55+	160 292.25+	85+ 259.82+	147+ 163.42+	183+ 135.47+	315+ 75.36+	203						
	09:00	387.22+	69 316.55+	160 292.16+	95+ 259.83+	147+ 163.45+	203+ 135.45+	302+ 75.49+	228						
	10:00	387.22+	69 316.55+	160 292.05+	85+ 259.83+	121+ 163.43+	180+ 135.36+	287+ 75.41+	212						
	11:00	387.22+	69 316.55+	160 291.93+	79+ 259.84+	121+ 163.41+	180+ 135.37+	287+ 75.27+	186						
	12:00	387.22+	69 316.55+	160 291.98+	90+ 259.84+	124+ 163.44+	169+ 135.30+	247+ 75.29+	190						
	13:00	387.22+	69 316.55+	160 292.10+	46+ 259.82+	124+ 163.37+	195+ 135.37+	234+ 75.24+	181						
	14:00	387.21+	68 316.53+	159 292.22+	13+ 259.79+	122+ 163.29+	196+ 135.38+	248+ 75.18+	171						
	15:00	387.21+	66 316.53+	159 292.32+	0+ 259.75+	108+ 163.20+	196+ 135.34+	260+ 75.10+	157						
	16:00	387.21+	63 316.52+	159 292.41+	0+ 259.71+	95+ 163.16+	200+ 135.31+	250+ 75.22+	178						
	17:00	387.22+	69 316.53+	159 292.33+	0+ 259.63+	99+ 163.51+	209+ 135.29+	299+ 75.25+	183						
	18:00	387.22+	69 316.53+	159 292.41+	55+ 259.65+	94+ 163.56+	326+ 155.41+	367+ 75.19+	172						
	19:00	387.22+	69 316.53+	159 292.42+	35+ 259.64+	134+ 163.39+	472+ 135.49+	501+ 75.16+	167						
	20:00	387.22+	69 316.53+	159 292.44+	95+ 259.63+	119+ 163.56+	456+ 135.49+	555+ 75.19+	172						
	21:00	387.22+	69 316.53+	159 292.46+	85+ 259.74+	142+ 163.32+	530+ 135.65+	584+ 75.25+	183						
	22:00	387.22+	69 316.53+	159 292.45+	85+ 259.78+	145+ 163.40+	431+ 135.57+	583+ 75.46+	222						
	23:00	387.22+	69 316.53+	159 292.44+	82+ 259.79+	141+ 163.47+	398+ 135.48+	555+ 75.59+	249						
07/12	00:30	387.22+	69 316.53+	159 292.09+	75+ 259.80+	141+ 163.33+	396+ 135.56+	488+ 75.81+	296						
	01:30	387.22+	69 316.53+	159 292.03+	55+ 259.81+	141+ 163.26+	333+ 135.55+	489+ 75.89+	315						
	02:00	387.22+	69 316.53+	159 291.96+	95+ 259.81+	141+ 163.17+	333+ 135.54+	468+ 76.02+	346						
	03:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	85+ 255.81+	141+ 162.99+	333+ 135.55+	447+ 76.03+	349						
	04:00	387.22+	69 316.52+	159 291.89+	95+ 259.81+	141+ 163.13+	223+ 155.49+	555+ 75.84+	303						
	05:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	85+ 259.81+	143+ 163.24+	223+ 135.48+	515+ 75.93+	313						
	06:00	387.22+	69 316.53+	159 291.89+	85+ 259.80+	145+ 163.30+	223+ 155.49+	315+ 75.86+	308						

Brantas		Lesti		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas		Brantas	
Gadany		Tawangrejenti		Sengguruh Dam		Dulami Dam		Kediri Dam		Lojoyo Dam		Jeli	
W.L.	Disch.	W.L.	Disch.	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Outflow	W.L.	Disch.
07/12	07:00	59	315.58+	159	291.89+	54+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.48+	315+	75.80+
	08:00	59	315.59+	159	291.90+	54+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.48+	299+	75.72+
	09:00	59	315.59+	159	291.93+	42+	259.80+	310+	189.79+	313+	135.55+	289+	75.61+
	10:00	59	315.59+	159	291.99+	24+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.44+	315+	75.46+
	11:00	59	315.53+	159	292.12+	0+	259.77+	310+	189.79+	313+	135.51+	289+	75.37+
	12:00	59	315.53+	159	292.24+	5+	259.76+	310+	189.79+	313+	135.49+	289+	75.23+
	13:00	59	315.53+	159	292.35+	6+	259.74+	310+	189.79+	313+	135.49+	289+	75.16+
	14:00	59	315.59+	124	292.15+	0+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.48+	289+	75.23+
	15:00	59	315.59+	129	292.45+	0+	259.71+	310+	189.79+	313+	135.38+	297+	75.27+
	16:00	59	315.59+	124	292.49+	36+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.18+	288+	75.20+
	17:00	59	315.59+	124	292.26+	41+	259.74+	310+	189.79+	313+	134.95+	285+	75.24+
	18:00	59	315.59+	125	292.35+	57+	259.74+	310+	189.79+	313+	135.09+	285+	75.33+
	19:00	59	315.59+	124	292.13+	37+	259.74+	310+	189.79+	313+	135.08+	286+	75.35+
	20:00	59	315.59+	124	292.09+	32+	259.75+	310+	189.79+	313+	135.28+	260+	75.40+
	21:00	59	315.59+	124	291.90+	55+	259.76+	310+	189.79+	313+	135.38+	354+	75.34+
	22:00	59	315.59+	126	291.75+	86+	259.78+	310+	189.79+	313+	135.46+	315+	75.68+
	23:00	59	315.59+	127	291.79+	86+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.59+	343+	75.72+
	00:00	59	315.59+	129	291.80+	49+	259.77+	310+	189.79+	313+	135.64+	344+	75.73+
08/12	01:00	59	315.59+	135	291.50+	46+	259.78+	310+	189.79+	313+	135.62+	331+	75.60+
	02:00	59	315.59+	111	291.60+	45+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.59+	317+	75.55+
	03:00	59	315.27+	130	291.81+	46+	259.79+	310+	189.79+	313+	135.72+	317+	75.48+
	04:00	59	315.25+	126	291.92+	46+	259.80+	310+	189.79+	313+	135.84+	345+	75.44+
	05:00	59	315.23+	163	291.84+	46+	259.80+	310+	189.79+	313+	135.56+	303+	75.65+
	06:00	59	315.22+	134	291.85+	45+	259.90+	310+	189.79+	313+	135.50+	220+	75.50+

SUB SISTEM REGION_2

RENCANA : HARI/TANGGAL : SABTU, 6 DESEMBER 2003

PT. INDONESIA POWER

Jam	00.30	01.00	01.30	02.00	02.30	03.00	03.30	04.00	04.30	05.00	05.30	06.00	06.30	07.00	07.30	08.00	08.30	09.00	09.30	10.00	10.30	11.00	11.30	12.00	12.30
PLTA Area 2:																									
PLTA SGLNG #1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTA SGLNG #2	113	104	102	100	100	100	100	100	113	113	96	88	60	60	101	102	114	115	115	116	116	116	125	105	99
PLTA #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTA #4	113	103	103	100	100	100	100	100	112	112	95	88	60	60	100	101	103	114	114	116	116	116	125	105	99
PLTP KIMUNG #1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
PLTP KIMUNG #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTP DRJAT #1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
PLTP SRAGI #1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTP SRAGI #2	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
PLTP #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTP #4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PT PLN PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK JAWA-BAI

PLM CRATA #1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLM CRATA #8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PEMBELIAN DARI LUAR PLN

WTINDU #1	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
DRJAT #2	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Perum. Otodak Jasiluhur	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
(*) Pembangunan Area-Z	733	714	712	707	707	707	707	707	732	732	698	683	661	661	708	780	784	806	806	809	809	809	827	787	755
(**) Bagan Area-Z	1717	1695	1673	1651	1648	1787	1758	1785	1765	1765	1719	1627	1590	1552	1339	1472	1567	1576	1518	1520	1520	1529	1529	1506	1408
Selchit (*) - (**)	-883	-881	-861	-844	-841	-1000	-1051	-1062	-1033	-987	-928	-907	-885	-877	-681	-693	-773	-770	-713	-711	-711	-718	-702	-719	-653
Cakupan Sektora	33	31	31	30	30	30	30	30	33	33	29	26	26	30	37	38	38	40	40	40	40	42	42	38	35
Cakupan P u t a r	148	148	170	175	175	175	175	175	150	184	199	215	215	174	227	233	201	201	198	198	180	180	220	252	252

SUB SISTEM REGION_2

RENCANA : HARI/TANGGAL : SABTU , 6 DESEMBER 2003
PT. INDONESIA POWER

		Jan	13.00	13.30	14.00	14.30	15.00	15.30	16.00	16.30	17.00	17.30	18.00	18.30	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	24.00	Rela-2		
PLA	Area 2		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	24	24	
PLA	SLING	#1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	115	121	126	130	102	102	102	102	102	102	102	102	102	103	103	31
		#2	102	117	87	87	80	80	80	80	86	101	115	121	126	130	106	102	102	101	100	0	0	0	0	0	0	92
		#3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	114	121	126	130	102	102	102	102	101	102	102	102	102	102	102	81
		#4	101	116	87	87	80	80	80	80	86	102	114	121	126	130	102	102	102	101	100	100	0	0	0	0	0	83
PLP	MAJING	#1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		#2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		#3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
PLP	DIRJAT	#1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
		#1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	4
		#2	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	4
		#3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		#4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT PLN PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK JAWA-DALI																												
PLTA	TRATA	#1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
		#2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
		#3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		#4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		#5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		#6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		#7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	13
		#8	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	41
		#9	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	76
PEMBELAN DARI LUAS PLN																												
WTINDU	#1	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
DRJAT	#2	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	46
		760	790	731	731	717	717	719	719	717	717	747	1051	1286	1281	1441	1417	1336	1276	1513	1068	971	816	687	682	682	644	844
		1641	1483	1410	1494	1402	1412	1444	1444	1405	1391	1500	1961	1961	2101	2185	2108	2083	2000	1875	1868	1822	1806	1798	1693	1693	1645	1645
		-881	-853	-879	-763	-665	-665	-725	-688	-644	-329	-844	-975	-720	-716	-681	-747	-724	-724	-762	-789	-845	-910	-1072	-1001	-1001	-800	-800
		35	38	32	32	31	31	31	31	31	32	60	84	84	82	98	96	88	82	76	81	31	42	38	28	28	43	
		247	217	278	276	290	290	288	288	290	278	322	512	524	524	485	490	371	631	588	483	388	319	195	190	188	282	

SUB SISTEM REGION_1

RENCANA : HARI/TANGGAL : MINGGU , 7 DESEMBER 2003
 PT PLN PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK JAWA-BALI

Jam	01.30	02.30	03.00	03.30	04.00	04.30	05.00	05.30	06.00	06.30	07.00	07.30	08.00	08.30	09.00	09.30	10.00	10.30	11.00	11.30	12.00	12.30	
PLTU																							
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG10C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG10C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG20E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG20C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG30C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG10C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG10C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG20C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MKRNG20C	430	396	350	350	360	344	318	346	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PLTU																							
	30	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
MKRNG #4	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
MKRNG #5																							
MKRNG #1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
MKRNG #2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
MKRNG #3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
PLTU																							
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR10C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR10C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR20C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR120C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR130C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR110C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR120C	350	350	350	350	350	350	350	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
MTWAR130C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR GT 2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTWAR GT 2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PEMBELIAN DARI LUAR PLN																							
PLTP																							
	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
CSLAK #4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSLAK #5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSLAK #6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CIKARANG	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PLTU																							
	4720	4638	4583	4585	4520	4520	4514	4528	4558	4207	2965	2845	2825	2825	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845
Area-1	4260	4248	4152	4070	4096	4099	4138	4018	4071	3046	3816	3826	3744	3731	3885	4026	4005	3845	3845	3845	3845	3845	3845
Selain (*) - (*)	460	391	441	485	424	451	376	511	485	261	110	19	81	54	-10	-81	60	0	-33	-32	-121	-115	-82
Cadangan Sediaan	89	140	138	193	191	191	180	172	173	148	183	150	159	159	161	155	155	155	155	155	155	155	155
Cadangan P a l a r	299	381	428	403	300	300	506	481	464	651	893	775	755	755	745	675	675	675	675	675	675	675	675

SUB-SYSTEM REGION_2

RENCANA : HARI/TANGGAL : MINGGU , 7 DESEMBER, 2003
PT. INDONESIA POWER

Area 2:	Jam																								Rate 2
	13.00	13.30	14.00	14.30	15.00	15.30	16.00	16.30	17.00	17.30	18.00	18.30	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	24.00		
PLTA	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
PLTA SOLUNG #1	86	88	113	102	87	87	92	113	113	100	103	102	103	103	103	104	104	104	104	104	104	104	104	104	
PLTA SOLUNG #2	0	0	0	0	0	0	0	0	80	80	103	102	103	103	103	104	104	104	104	104	104	104	104	104	
PLTA SOLUNG #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	103	102	103	103	103	104	104	104	104	104	104	104	104	104	
PLTA SOLUNG #4	66	68	113	102	87	87	91	112	116	101	104	102	103	103	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	
PLTP KMUNG #1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
PLTP KMUNG #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
PLTP KMUNG #3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
PLTP DRJAT #1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
PLTP DRJAT #2	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
PLTP SRACI #1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLTP SRACI #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLTP SRACI #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLTP SRACI #4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
PLTA CRATA #1	80	80	100	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
PLTA CRATA #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLTA CRATA #4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
PLTA CRATA #8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PT PLN PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK JAWA-BALI																									
PLTA CRATA #1	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
PLTA CRATA #3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLTA CRATA #4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
PLTA CRATA #7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
PLTA CRATA #8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PEMBELIAN DARI LUAR PLN																									
WYNDU #1	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
DELJAT #2	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
Parum, Dicitra, Jelihur	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Pembelian Area 2																									
(*) Pembelian Area 2	619	683	1233	691	661	661	670	712	846	1036	1341	1375	1399	1307	1340	1343	1283	1139	1015	873	768	751	734	825	
(**) Beban Area 2	1265	1295	1249	1235	1286	1334	1360	1306	1512	1704	1911	2005	2121	2118	2073	2022	1948	1874	1801	1810	1815	1711	1882	1987	
Selbih (*) - (**)	-606	-612	-516	-544	-625	-673	-690	-594	-666	-668	-830	-630	-722	-725	-733	-679	-665	-735	-786	-937	-1047	-960	-858	-742	
Cadangan Saketika	25	28	33	28	25	26	28	31	42	60	84	87	89	89	85	84	78	83	51	38	70	99	28	29	
Cadangan P u l a r	223	199	148	193	221	221	212	170	354	742	607	592	558	570	617	614	549	463	392	225	182	181	197	271	

RENCANA : **HARI/TANGGAL : KAMIS , 4 DESEMBER 2003**
PT PLN PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK JAWA-BALI

Area	Bus	Jam												Rela-2												
		13.00	13.30	14.00	14.30	15.00	15.30	16.00	16.30	17.00	17.30	18.00	18.30		19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	24.00	
Area 4, SUTAMI BRANTAS	PLTA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
	PLTA	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
	PLTA	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	
PLTU	PLTU #1	350	350	350	350	350	350	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	350	350	350	350	350	350	350	357	
	PLTU #2	350	350	350	350	350	350	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	350	350	350	350	350	350	350	356	
PLTU 2	GRS1K110C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K10C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K20C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K120C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K130C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K110C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K120C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K130C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K110C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K120C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K130C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PLTU 3	GRS1K10C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRS1K20C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GRS1K30C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GRS1K10C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GRS1K20C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GRS1K30C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GRS1K10C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GRS1K20C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRS1K30C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRS1K10C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRS1K20C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRS1K30C3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTU 4	GRS1K10C4	278	275	275	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	250	250	250	250	250	300	
	GRS1K20C4	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	110	
	GRS1K30C4	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	106	
	GRS1K10C4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	54	
	GRS1K20C4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	54	
	GRS1K30C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K10C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K20C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K30C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K10C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K20C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GRS1K30C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLTU 5	GRS1K10C5	2869	2854	2864	2864	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	2904	3254	
	GRS1K20C5	1594	1621	1594	1814	1897	1608	1827	1751	1831	2576	2728	2768	2798	2798	2798	2798	2798	2798	2798	2798	2798	2798	2798	1963	
	GRS1K30C5	1275	1273	1270	1250	1307	1296	1277	1202	1273	1127	1370	1418	1508	1512	1510	1424	1488	1457	1442	1487	1388	1383	1513	1271	
	GRS1K10C5	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	72	
	GRS1K20C5	1064	1069	1069	1069	1144	1144	1144	1094	1044	877	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	72	
	GRS1K30C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K10C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K20C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K30C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K10C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K20C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRS1K30C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(*) Pembangkitan Area-4
(**) Beban Area-4
Selisih (*) - (**)
Cadangan Seketika
Cadangan P u l a r