

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI LISTRIK (S-1)**



SKRIPSI

**PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA
PANJANG MENGGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP
BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT.
PEMBANGKITAN JAWA - BALI**

Disusun Oleh :
**ARIF RIFAI
NIM. 01.12.080**



MARET 2006

INSTITUT TEKNOLOGI BANGSA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRIAL
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
(1-8) MATA KULIAH ELEKTROSTATIKA

KELOMPOK

KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK
KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK
KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK
KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK
KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK KELOMPOK

KELOMPOK KELOMPOK
KELOMPOK KELOMPOK
KELOMPOK KELOMPOK

KELOMPOK KELOMPOK

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA
PANJANG MENGGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP
BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA
PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI**

SKRIPSI

*Disusun Guna Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

**ARIF RIFAI
NIM. 01.12.080**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.
NIP.Y: 103 950 0274

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Ir. H. CHOIRI
NIP. 130703042

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

PERSEMBAHAN-Ku



Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.
(Q.S. Al- Mujadilah 11)

Tidak sepatutnya bagi mu'minin itu pergi semuanya . Mengapa tidak pergi dari tiap-tiap golongan di antara mereka beberapa orang untuk memperdalam pengetahuan mereka tentang agama dan untuk memberi peringatan kepada kaumnya apabila mereka telah kembali kepadanya, supaya mereka itu dapat menjaga dirinya.
(Q.S. At-Taubah 122)

Kupersembahkan rasa syukurku kehadirat-Mu Illahi Rabbi atas segala nikmat iman, Islam dan ukhuwah hingga ku dapat menyelesaikan karya tulis skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

Kedua orang tua-ku tercinta yang telah membimbing, mendidik dan mengarahkanku hingga ku berhasil menyelesaikan pendidikan-ku. Do'akan anakmu terus bapak dan mamak-ku..., semoga selalu menjadi anak yang berbakti dan selalu berada di jalan Allah.. amin

Kedua mas-ku, Mas Abdul Rahim dan Mas Sholihin Nur. Semoga kemudahan dan ridha Allah slalu bersama mas berdua dalam rangka senantiasa lebih mendekatkan diri kepada Allah SWT. Keponakan-ku Alfinda Febrina yang cakep n lucu serta mbak ipar-ku Nuryati.

Thanks to:

Mr. Ir. Choirul Saleh, MT. Sebagai dosen pembimbing akademik (dosen wali) yang senantiasa memberikan semangat dan nasehat serta motivasi sehingga aku tetap semangat menyelesaikan study-ku di ITN Malang

Mr. Ir. H. Choiri, sebagai dosen pembimbing dalam penulisan skripsi ini. Trimakasih atas kesabaran bapak selama membimbing skripsi ini, maafin atas segala kesalahan dan kekhilafan yang pernah ku perbuat selama berinteraksi dengan bapak selama masa bimbingan skripsi ini.

Mas Ugro Wiseno, ST., makasih atas programnya ya mas, makasih juga mas udah dengan sabar menjadi konsultan dalam penulisan skripsi-ku ini sampai-sampai mas bosan ngeliat tampang-ku. He he.., aku banyak salah sama mas, maafin aku ya mas...

Saudara-ku Al-akh Didik Darmadi dan Al-akh Ahmad Jubaidi, SE., makasih atas pinjeman sepeda motornya sehingga mempermudah mobilitas-ku dalam penyelesaian skripsi ini. Makasih juga atas ukhuwah yang terjalin selama ini. Semoga Allah senantiasa memudahkan perjuangan da'wah kita, Allahu akbar...!!

Qiyadah dan Ustadz-ustadz yang selama ini selalu memberikan nasehat-nasehat ruhiyah hingga ku temukan ma'na ke-Islaman yang mendalam, Ustadz Syaiful Rosyid, SE., Ustadz Sophya Indrayana, SP., Ustadz Ali Hartono, Ustadz Jamaluddin Al- Afhghani, ST., Ustadz Pudjo Rahardjo, ST., Ustadz Imam Syafii, Lc., SHI., Ustadz Khoirul 'Alim al Hafidz dan banyak lagi yang telah berjasa yang tidak dapat kupersebutkan satu-persatu.

Saudara-ku seiman dan juga satu genk: Al-Akh Junaidi SH, SHI., Aviv Bizri, SH, SHI., Ashrofo Abiry, S.Psi., Ali Ahmadi, SP., Muhammad Ikhsan, Ahda Bina, Lc.

Sobatku satu perjuangan anggota CFC (Choiri Fans Club): Mas Hendra, Mas Asyik, Fahmi,.

Teman-ku di Lab AST: Mas Agung, Mas Desta, Ebet, Arys, Didin alias Achounk, Diana, Dinda, Windi.

Dan Seluruh teman teman di ITN baik yang udah lulus maupun masih belajar di ITN tercinta

ABSTRAKSI

PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA PANJANG MENGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PJB

Arif Rifai, NIM: 0112080, Jurusan Teknik Energi Listrik S-1
(Dosen Pembimbing: Ir. H Choiri)

Kata Kunci: Penjadwalan Unit Pembangkit Hidro Jangka Panjang, Dynamic Programming, Pengurangan Buangan Spillway

Sebuah algoritma berbasis dynamic programming dipergunakan untuk sistem-sistem multireservoir dengan penjadwalan unit pembangkit hidro jangka panjang. Metode yang diajukan ini dapat mengefisienkan operasi dalam dua periode yang beturutan, memformulasikan masalah penjadwalan unit pembangkit hidro sebagai sebuah fungsi dari muatan air reservoir dalam satu periode. Pengoperasian sebuah sampel sistem multireservoir disimulasikan dan mengindikasikan kalau metode yang diajukan ini menghantar pada operasi yang lebih efisien

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah- Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini penyusun menghaturkan terima kasih kepada:

1. Rektor ITN Malang, Bapak DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE.
2. Dekan FTI, bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME.
3. Ketua Jurusan teknik Elektro S-1, Bapak Ir. F. X. Yudi Limpraptono, MT
4. Dosen Wali Akademik, Bapak Ir. Choirul Saleh, MT.
5. Dosen Pembimbing skripsi, Bapak Ir. H. Choiri
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan banyak bimbingan moral dan spiritual
7. Rekan-rekan ITN Malang dan kakak alumni yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, Maret 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK	viii

BAB. I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Pembahasan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penulisan	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Kontribusi Penulisan	4

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1. Operasi Sistem Tenaga Listrik	6
2.2. Prinsip Pembangkitan Tenaga Air	8
2.3 Koordinasi Unit Pembangkit Hidro.	9
2.4. Karakteristik Beban dan Fator Pusat Listrik	9
2.5. Pengoperasian Unit Pembangkit Tenaga Listrik Hidro	11
2.6. PLTA-PLTA Dalam Kaskade	17
2.7. Metode Dynamic Programming	22
2.8. Metode Dua tahap Diterapkan Pada Penjadwalan Unit Pebangkit Hidro	22

BAB III. ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PENJADWALAN UNIT-UNIT PEMBANGKIT HIDRO

3.1. PLTA Sutami	25
------------------------	----

3.2.1. Pola Operasi Waduk Sutami.....	28
3.2.2. Vume Waduk Sutami	29
3.2. PLTA Wlingi.....	29
3.2.1. Pola Operasi Waduk Wlingi.....	31
3.2.2. Vume Waduk Wlingi	31
3.3. PLTA Lodoyo.....	32
3.2.1. Pola Operasi Waduk Lodoyo.....	34
3.2.2. Volume Waduk Lodoyo	34

**BAB IV. ANALISA DATA DENGAN METODE DYNAMIC PROGRAMMING
PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA BALI**

4.1. Program Komputer Metode Dynamic Programming	75
4.2. Algoritma Program	75
4.3. Validasi Program.....	77
4.4. Tampilan Program.....	81

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	106
5.2. Saran.....	106

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2 -1 Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik.....	6
2-2 Pendekatan Penguraian Konvensional Untuk Koordinasi Unit Pembangkit Hidro.....	9
2-3 Lengkung Beban Harian.....	10
2-4 Prinsip Kerja Pusat Listrik Tenaga Air	12
2-5 Pola Operasi Waduk Tahunan.....	14
2-6 Kurva H (m) vs Volume (m ³) Waduk	15
2-7 Bagan 3 Buah PTA Dalam Kaskade Beserta Kolam Unit Pembangkit	20
2-8 <i>Layered Network</i>	21
3-1 Skema PLTA Sutami.....	26
3-2 Skema PLTA Wlingi.....	30
3-3 Skema PLTA Lodoyo.....	33
4-1 Tabel Karakteristik Unit Pembangkit Hidro.....	77
4-2 Grafik Validasi Karakteristik Unit Pembangkit Hidro.....	79
4-3 Flowchart Garis Besar Metode Dua tahap Berbasis Dynamic Programming.....	80
4-4 Tampilan Program Utama	81
4-5 Menu Tampilan “General”	82
4-6 Tampilan Data Waduk Pembangkitan	83
4-7 Tampilan Data Inflow.....	84
4-8 Tampilan Setting Parameter Waduk.....	85
4-9 Tampilan Besar Outflow Tiap Waduk per Periode	86
4-10 Tampilan Besar Elevasi Tiap Waduk per Periode.....	87
4-11 Tampilan “Summary”	88
4-12 Tampilan Grafik Q _{OUT}	89
4-13 Tampilan Grafik Elevasi.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
3-1	Data Teknis Waduk Sutami.....	26
3-2	Kapasitas Turbin di PLTA Sutami.....	38
3-3	Kapasitas Generator di PLTA Sutami.....	28
3-4	Kapasitas Turbin di PLTA Wlingi.....	30
3-5	Kapasitas Generator di PLTA Wlingi.....	31
3-6	Kapasitas Turbin di PLTA Ldoyo.....	33
3-7	Kapasitas Generator di PLTA Wlingi.....	34
3-8	Data Produksi (KWh).....	36
3-9	Data Debit Rata-rata Inflow Waduk (m ³ /detik).....	48
3-10	Data Debit Rata-rata Outflow Waduk (m ³ /detik).....	48
4-1	Arus Air Masuk Tap-tiap Reservoir (10 ⁴ m ³).....	78
4-2	Hasil Outflow Dengan Metode Dynamic Programming Dalam Tiap Periode.....	92
4-3	Hasil Elevasi Yang Dihasilkan Dengan Metode Dynamic Programming.....	93
4-4	Perbandingan Energi Yang Dihasilkan Ke-3 PLTA.....	100
4-5	Perbandingan Total Buangan Air Pada Waduk Antara Operasi PT.PJB Dengan Metode Dynamic Programming.....	105

DAFTAR GRAFIK

Grafik		Hal
2 -1	Lengkung kapasitas Waduk Sutami	72
2-2	Lengkung kapasitas Waduk Wlingi.....	73
2-3	Lengkung kapasitas Waduk Lodoyo	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu, sisi pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi dan beban. Karenanya tenaga ini harus disediakan pada saat dibutuhkan. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu.

Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang, pemenuhan akan kebutuhan energi listrik merupakan salah satu masalah yang perlu diatasi. Untuk itu, diperlukan perencanaan penggunaan pembangkit listrik yang ada secara efisien dan se-optimal mungkin, dengan memperkirakan kemampuan dan keandalan tiap unit pembangkit baik dalam mensuplai beban nyata maupun beban cadangan. Mengingat hal tersebut diatas, maka PT. Pembangkitan Jawa Bali (PJB) sebagai salah satu produsen tenaga listrik di pulau Jawa harus dapat menjadwalkan operasi secara optimal pembangkit-pembangkit yang dimilikinya, baik pembangkit hidro (PLTA) maupun pembangkit termal (PLTU, PLTG, PLTGU, PLTD)

Untuk unit pembangkit termal, proses start-stop bukanlah hal yang sederhana, karena dalam proses tersebut terdapat sejumlah kalori yang hilang saat unit di stop sehingga unit menjadi dingin dan perlu dipanaskan lagi waktu start. Apabila dikehendaki waktu start yang pendek maka harus dilakukan pemanasan terus pada unit pembangkit termal, tentu saja hal ini memerlukan bahan bakar yang harus diperhitungkan.

Dalam usaha menekan biaya bahan bakar yang dibutuhkan oleh unit pembangkit termal, unit pembangkit hidro sendiri harus memperhatikan aliran air yang masuk pada waduk atau tandon agar dapat memperhitungkan pelepasan/debit keluaran yang paling optimal. Karena tanpa memperhatikan aliran air yang masuk, pada jam operasi berikutnya dapat terjadi kekurangan pasokan daya dari unit pembangkit hidro yang harus ditutupi kembali oleh unit termal. Hal inilah yang harus dihindari pada suatu penjadwalan sistem unit pembangkit hidro

Dalam proposal skripsi ini akan dibahas tentang penjadwalan unit pembangkit hidro jangka panjang dengan menggunakan algoritma dua tahap berbasis *dynamic programming* (DP). Dimana program ini dipergunakan untuk sistem-sistem multi reservoir dengan penjadwalan (skeduling) jangka panjang. Metode ini dapat meminimalisasi operasi waduk dalam dua periode yang berturutan. Memformulasikan masalah penjadwalan hydro sebagai sebuah fungsi dari muatan air reservoir dalam satu periode. Tidak ada diskreditasi (perumusan tersendiri) variabel-variabel tetap dan variabel-variabel kontrol yang dibutuhkan. Tujuan dalam Penjadwalan unit pembangkit hidro jangka panjang adalah menemukan sebuah langkah pengoperasian yang meminimalkan daya operasi terduga.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam mengoperasikan pusat-pusat pembangkit listrik, diharapkan adanya suatu penjadwalan unit pembangkit yang ekonomis sehingga harapannya akan diperoleh biaya operasional yang serendah mungkin. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah menggunakan algoritma dua tahap berbasis *dynamic programming*, sehingga nantinya dapat dilihat pola operasi waduk yang optimal dalam selang waktu satu tahun antara pola operasi waduk PLN dengan menggunakan program ini. Berdasarkan hal tersebut diatas, maka skripsi ini diberi judul:

PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA PANJANG MENGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA BALI.

1.3. Tujuan Pembahasan

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah dikemukakan diatas, maka skripsi ini bertujuan untuk mengetahui besarnya operasi pembangkitan dengan menggunakan algoritma dua tahap berbasis *dynamic programming* sehingga nantinya dapat dicari pola operasi waduk dari unit pembangkit hidro yang optimum.

1.4. Batasan Masalah

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

- Penjadwalan dilakukan dalam kurun waktu satu tahun, dalam data harian selama 365 hari selama tahun 2004.
- Pembahasan dilakukan pada unit-unit PLTA kaskade pada PT.PJB unit pembangkitan Brantas (PLTA Sutami, PLTA Wlingi, PLTA Lodoyo)
- Pembahasan dititik beratkan pada segi ekonomis, sehingga tidak terlalu membahas masalah teknis.
- Tidak membahas masalah rugi-rugi saluran transmisi

1.5. Metodologi Penelitian

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

- **Studi lapangan**
Dilakukan untuk melihat dari dekat keadaan yang sebenarnya tentang pengoperasian PLTA-PLTA yang ada pada PT. PJB dalam sistem kaskade (PLTA Sutami, PLTA Wlingi dan PLTA Lodoyo).
- **Studi literatur**
Diperlukan untuk mempelajari teori dan kajian-kajian ilmiah yang berhubungan dengan pembatasan masalah.
- **Pengumpulan data**
Dilakukan untuk memperoleh data teknis tentang PLTA-PLTA yang ada pada PT. PJB dalam sistem kaskade (PLTA Sutami, PLTA Wlingi dan PLTA Lodoyo). Berupa data inflows, outflows dan data produksi listrik perwaduk dalam periode 1 tahun 2004 serta data elevasi waduk dan data-data pendukung lainnya
- **Analisa data**
Dilakukan untuk mengkaji data-data yang diperoleh secara ilmiah dengan menyusun program komputer dengan bahasa pemrograman Delphi 7.0.

sehingga dapat diketahui perbandingan metode yang diterapkan lebih efisien atau ekonomis dibandingkan dengan yang digunakan pada PT. Pembangkitan Jawa bali

1.6. Sistematika Penulisan

Skripsi yang akan disusun nantinya terdiri dari 5 BAB dengan pembahasan:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan serta kontribusi penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori dasar operasi sistem tenaga listrik hidro dan algoritma dua tahap berbasis *dynamic programming*.

BAB III : DATA SISTEM UNIT PEMBANGKIT HIDROTERMAL PADA PT. PJB.

Bab ini berisi data yang terpasang pada unit pembangkit hidro, data pembangkitan tiap operasi, data pembebanan dan kendala unit.

BAB IV : ANALISA DATA DENGAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PJB.

Berisi tampilan program, algoritma program, analisa program dan evaluasi hasil perhitungan biaya operasional metode algoritma dua tahap berbasis *dynamic programming* pada PT. PJB.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari kajian data dan saran yang berkenaan dengan skripsi ini secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

1.7. Kontribusi Penulisan

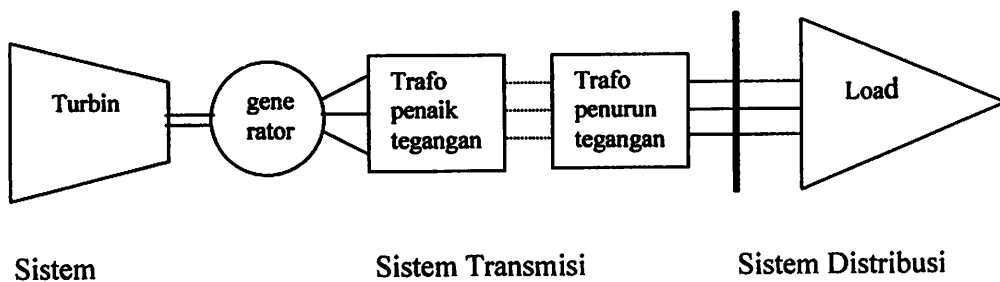
Adapun kontribusi dari penulisan skripsi ini nantinya adalah diharapkan penggunaan algoritma dua tahap berbasis *dynamic programming* dalam menganalisa dan memecahkan permasalahan penjadwalan unit pembangkit hidro

yang lebih mudah karena tanpa penurunan permasalahan dengan waktu perhitungan relatif cepat, sehingga kemungkinan dapat diaplikasikan pada PT. PJB dan bisa menambah keuntungan bagi PLN sebagai perusahaan penyedia energi listrik di Indonesia.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Operasi Sistem Tenaga Listrik

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan diperlukan berbagai peralatan listrik. Dihubungkan satu dengan lain sehingga mempunyai inter relasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Dengan demikian yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik disini adalah sekumpulan pusat listrik dan GI (pusat beban) yang satu sama dengan lainnya dihubungkan oleh jaringan transmisi dan kemudian dihubungkan dengan jaringan distribusi melalui trafo penurun tegangan seperti yang terlihat pada gambar 2-1 berikut.



Gambar 2.1. Elemen pokok sistem tenaga listrik

Tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU dan PLTD disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator listrik, setelah sampai di Gardu Induk (GI) diturunkan tegangannya oleh transformator penurun tegangan (*step down transformer*) menjadi tegangan menengah atau disebut juga tegangan distribusi primer yang besarnya 6 kV sapaai 20 kV. Kemudian tegangan distribusi primer ini disalurkan melalui jaringan distribusi melalui gardu-gardu distribusi untuk diturunkan tegangannya menjadi tegangan rendah 380/220 Volt, selanjutnya tegangan rendah ini disalurkan melauai jaringan tegangan rendah menuju rumah-rumah pelanggan (konsumen)

Makin besar suatu sistem tenaga listrik, maka semakin banyak unsur yang harus dikoordinasi dan harus diamati. Dalam mengoperasikan sistem tenaga listrik sering dijumpai beberapa persoalan. Hal ini antara lain disebabkan karena pemakaian tenaga listrik selalu berubah dari waktu ke waktu. Biaya bahan bakar yang relatif tinggi serta kondisi alam dan lingkungan yang sering mengganggu jalannya operasi pada sistem tenaga listrik. Berbagai persoalan pokok yang dihadapi dalam pengoperasian sistem tenaga listrik adalah:

a. Pengaturan Frekuensi

Apabila daya yang dibangkitkan dalam sistem lebih kecil dari beban sistem, maka frekuensi akan turun dan sebaliknya apabila daya yang dibangkitkan lebih besar dari beban sistem maka frekuensi akan naik.

b. Pengaturan Tegangan

Dalam penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, tegangan yang konstan seperti halnya frekuensi yang konstan merupakan salah satu faktor utama yang harus dipenuhi.

c. Pemeliharaan Peralatan

Peralatan yang dioperasikan dalam sistem tenaga harus dipelihara secara periodik agar tidak cepat rusak dan apabila ada kerusakan hendaknya segera diperbaiki.

d. Biaya Operasi

Secara garis besar biaya operasi tenaga listrik terdiri dari biaya pembelian tenaga listrik, biaya pegawai, biaya bahan bakar dan material operasi.

e. Perkembangan Sistem

Perkembangan sistem tenaga listrik seirama dengan perkembangan pemakaian tenaga listrik oleh konsumen.

f. Gangguan Dalam Sistem

Gangguan dalam sistem tenaga listrik adalah sesuatu keadaan yang sepenuhnya dapat dihindari. Penyebab gangguan terbesar salah satunya adalah petir.

2.2. Prinsip Pembangkitan Tenaga Air

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

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

Dimana:

P = daya yang dikeluarkan secara teoritis

H = Tinggi jatuh air (m)

Q = debit air (m³/s)

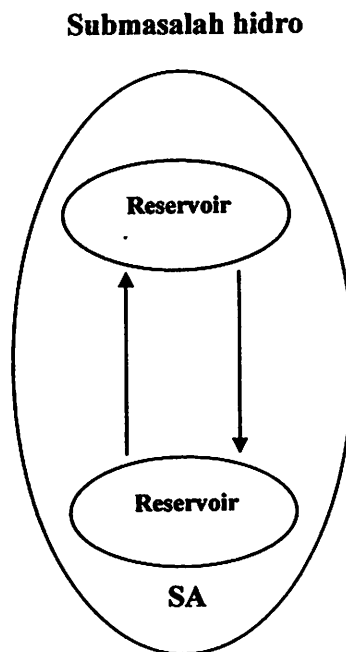
Daya yang dikeluarkan oleh generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang terkandung secara teoritis.

Sebagaimana dapat dipahami dari rumus tersebut diatas, daya yang dihasilkan adalah hasil kali dari tinggi jatuh dan debit air, oleh karena itu berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung dari usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. Pada umumnya debit yang besar membutuhkan fasilitas dengan ukuran yang besar untuk misalnya bangunan ambil air (*Intake*), saluran air dan turbin sehingga mahal. Sebaliknya dengan tinggi jatuh yang besar dapat digunakan debit yang kecil, oleh karena itu tinggi jatuh yang besar dengan sendirinya lebih murah. Dihulu sungai dimana pada umumnya kemiringan dasar sungai lebih curam akan lebih 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 yang besar tadi. Lagi pula dibagian hilir tersebut penduduknya padat sehingga akan timbul masalah pemindahan penduduk, dan karena itu dalam banyak hal tidak dapat dihindari tambahan biaya untuk konstruksi. Akhir-akhir ini giat dilakukan pengembangan secara serba guna (*Multi Purpose*) dan serentak didaerah hilir sungai. Bangunan-bangunan air semacam itu pada umumnya dipergunakan 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. Sebaiknya, biaya tersebut akan menjadi mahal kalau dipergunakan hanya untuk satu tujuan saja, misalnya untuk pembangkitan tenaga listrik saja.

2.3. Koordinasi Unit Pembangkit Hidro

Sekarang ini sebagian besar metode untuk menyelesaikan permasalahan koordinasi unit pembangkit hidro didasarkan pada pendekatan penguraian yang melibatkan sub-masalah hidro seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-2.



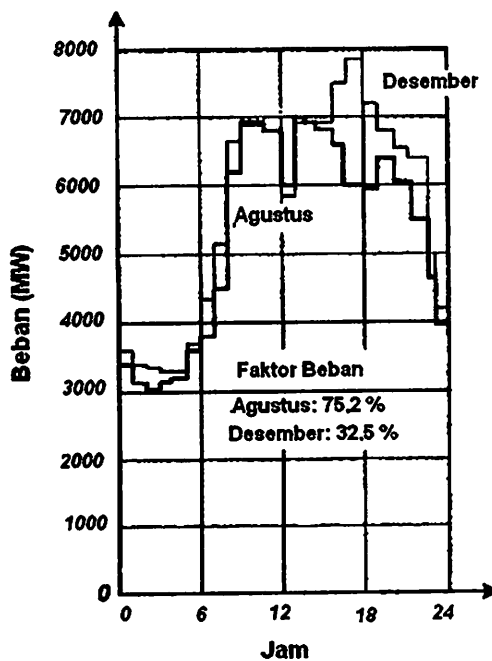
Gambar 2.2. Pendekatan penguraian konvensional untuk koordinasi unit pembangkit hidro

2.4. Karakteristik Beban dan Faktor Pusat Listrik

Mengingat bahwa tenaga listrik tidak 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 harus disesuaikan dengan beban yang berubah-ubah tersebut.

Beberapa karakteristik beban dan faktor pusat listrik (*Plant-factor*) akan dijelaskan lebih lanjut.

Lengkung beban (*Load Curve*) menunjukkan variasi beban setiap saat. Bentuk lengkung beban tersebut tergantung dari jenis beban yang ada. Dalam banyak hal dipergunakan lengkung beban untuk 24 jam dalam sehari dan disebut lengkung beban harian. Demikian pula dipakai lengkung beban bulanan dan tahunan. Lengkung beban ini merupakan unsur dasar yang penting, bukan saja untuk sistem operasi tenaga, tetapi juga sebagai bahan perancangan, pertimbangan-pertimbangan ekonomis pembangkitan dan sebagainya. Sesuai contoh lengkung beban dapat dilihat dalam gambar 2-3 berikut.



Gambar 2.3. Lengkung beban harian

Lengkung lama beban (*Load Duration Curve*) dibuat dengan mengatur lagi beban pada lengkung beban dalam suatu urutan mulai dari yang besar sampai ke yang kecil, tanpa memperhatikan waktu, lengkung ini dipergunakan bersama-sama dengan lengkung beban.

Faktor beban (*Load factor*) adalah perbandingan dengan beban rata-rata dalam suatu jangka waktu tertentu dan beban maksimum dalam jangka waktu

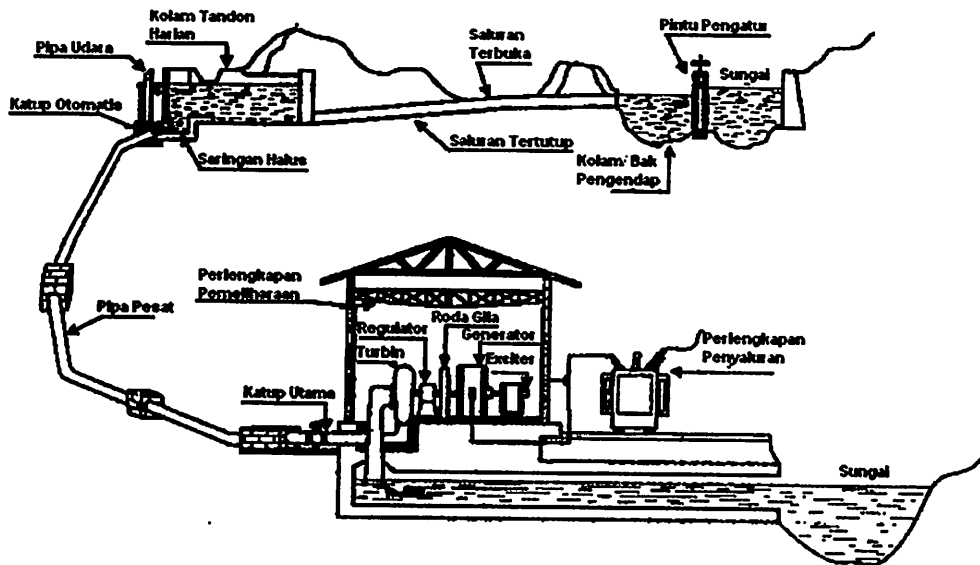
tersebut. Jangka waktu tersebut mungkin sehari, sebulan, setahun. Dengan demikian ada faktor beban harian, bulanan dan tahunan. Faktor beban itu berbeda-beda sesuai dengan macam beban, musim, situasi sosial pada umumnya, dan lain-lainnya. Faktor ini sangat penting untuk dapat mengetahui ciri-ciri dari beban.

Faktor pusat listrik (*Plant factor*) adalah perbandingan antara daya rata-rata dalam jangka waktu tertentu (biasanya setahun) dan jumlah kapasitas terpasang pada suatu pusat listrik. Faktor pusat listrik menunjukkan bagaimana peralatan listrik telah dimanfaatkan. Faktor ini dipakai sebagai standart 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 listrik terjadi karena adanya permintaan tenaga yang sifatnya berbeda-beda. Karenanya karakteristik beban tergantung dari permintaan ini dan beberapa kondisi lainnya misalnya, cuaca, musim, situasi sosial dan keadaan ekonomi. Dalam suatu sistem tenaga dimana kebutuhan listrik untuk penerangan besar, variasi beban dalam satu hari juga besar, dengan puncaknya pada waktu petang hari. Lengkung beban akan menunjukkan garis yang hampir datar, apabila langganan kebanyakan adalah industri listrik dan kimia. Variasi karena musim lain lagi sifatnya, pada musim panas umumnya beban rendah sedang 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 Tenaga Listrik Hidro

Sebuah pusat listrik tenaga air yang terdiri dari waduk, bendungan, saluran saluran air dan sentral daya beserta semua perlengkapannya seperti pada gambar 2-4 berikut:



Gambar 2.4. Prinsip Kerja Pusat Listrik Tenaga Air

Kolam pengatur dapat mengatur liran air sungai guna keperluan harian atau mingguan. Pada saat beban puncak aliran air perlu diatur selama kira-kira 6 jam lamanya. Bila kolam pengatur dimaksudkan untuk mengatur air secara harian, maka jumlah cadangan (*reverse*) yang dibutuhkan (Q) dapat ditentukan berdasarkan rumas berikut ini:

$$Q = (Q_2 - Q_1) \times t \times 3600 \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

Q_1 = debit turbin per hari (m^3/s)

Q_2 = debit turbin pada saat beban puncak (m^3/s)

t = lamanya beban puncak

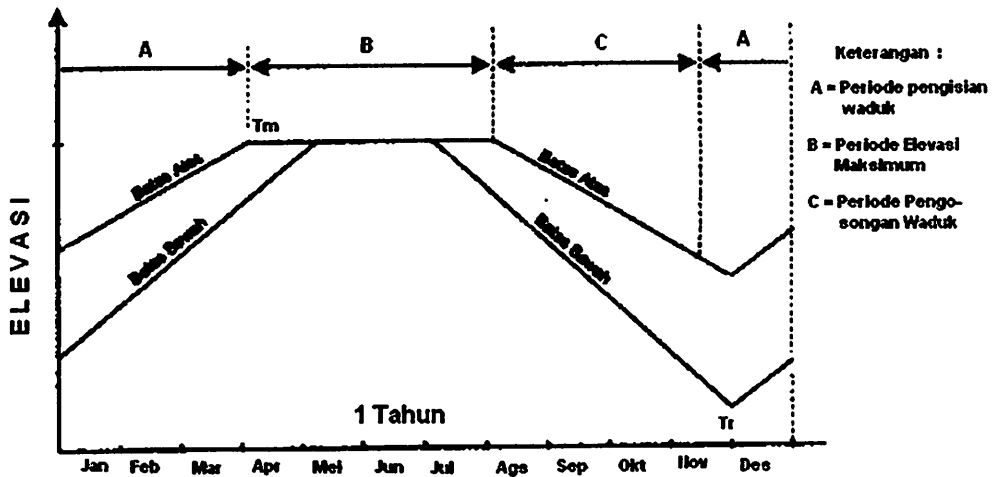
Sering terjadi bahwa sebuah bendungan mempunyai fungsi lebih dari satu penggunaan, antara lain untuk pengendali banjir, irigasi, pembangkit tenaga listrik, penyediaan air baku, serta perikanan darat dan pariwisata. Agar air yang ditampung dalam waduk dapat digunakan secara optimal maka perlu diatur penggunaan pemakaian air melalui suatu pola operasi waduk yaitu suatu acuan atau pedoman pengaturan air untuk pengoperasian waduk yang disepakati bersama oleh para pemanfaat air dan pengelola air, sehingga tidak terjadi konflik antar kepentingan termasuk pengendalian banjir pada musim hujan. Apabila

diperlukan koordinasi dengan keperluan irigasi dan pengendalian banjir maka umumnya PLTA yang bersangkutan mempunyai kolam tandon tahunan seperti yang terdapat pada PLTA Juanda di Jatiluhur dan PLTA Sutami di Karangates. Secara garis besar pola pengusahaan suatu waduk yang juga menjadi kolam tahunan dari suatu PLTA didasarkan atas pemikiran-pemikiran sebagai berikut:

- a. Waduk harus dapat menyediakan air untuk keperluan irigasi dimusim kemarau
- b. Waduk harus dapat mengendalikan banjir dimusim hujan.
- c. Diwaktu musim hujan pengisian waduk harus terkendali, dalam arti jangan sampai terjadi pelimpasan air yang berlebihan sehingga membahayakan waduk.
- d. Diakhir musim kemarau atau permulaan musim hujan tinggi air dalam waduk masih harus cukup tinggi agar tetap dapat membangkitkan tenaga listrik tetapi juga harus cukup rendah agar dapat menampung air dimusim hujan yang akan datang.

Dari segi pengusahaan tenaga listrik sesungguhnya diinginkan agar tinggi air dalam waduk selalu setinggi mungkin agar dengan jumlah air yang sama dapat dibangkitkan tenaga listrik sebanyak mungkin. Tetapi dengan adanya pemikiran-pemikiran tersebut diatas (a sampai dengan d) maka pemikiran-pemikiran tersebut merupakan kendala-kendala yang harus dipenuhi.

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

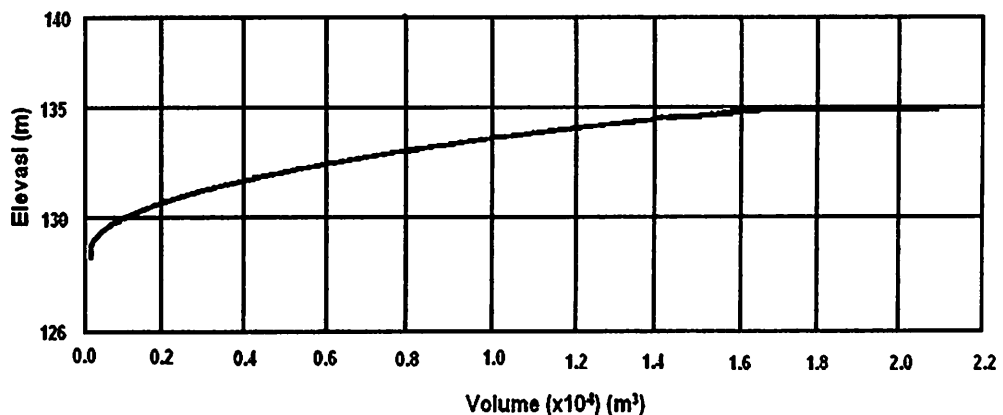


Gambar 2.5. Pola Operasi Waduk Tahunan

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

Dari uraian diatas mengenai operasi PLTA yang memakai waduk irigasi sebagai kolam tandon tahunan, terlihat bahwa pengoperasian yang optimum sangat tergantung kepada ketepatan perkiraan air yang akan masuk waduk untuk jangka waktu tertentu, hal ini erat kaitannya dengan evaluasi hujan yang akan datang. Pada PLTA yang memiliki kolam tandon harian umumnya air hanya dipakai untuk membangkitkan tenaga listrik sehingga tidak ada kendala operasi karena persoalan irigasi. Kendaa operasinya hanyalah besarnya perubahan beban persatuan waktu (MW/ menit) yang diperbolehkan khususnya karena panjangnya pipa pesat.

Untuk mengetahui jumlah volume ar yang terdapat didalam waduk pada tiap elevasi dapat dilihat dari tabel hasil pengukuran atau dengan melihat kurva hubungan tinggi elevasi air (H) dengan volume air (V), kurva H vs V pada gambar 2-6 berikut:



Gambar 2-6. Kurva H (m) vs Volume (m^3) Waduk

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

A. Beban Maksimum

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

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

B. Beban Minimum

Beban minimum pada unit PLTA disyaratkan karena hal-hal sebagai berikut:

- a. Masalah kavitasi dalam turbin untuk beban yang lebih rendah.
- b. Untuk PLTA serba guna misalnya dimana airnya juga dipakai untuk irigasi, ada syarat air minimum yang harus keluar dari PLTA untuk keperluan irigasi sehingga hal ini juga mensyaratkan beban minimum bagi PLTA. Hal yang serupa juga terjadi apabila air yang keluar dari PLTA dipergunakan untuk pelayaran sungai atau untuk air minum.

C. Kecepatan Perubahan Beban

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

D. Perhitungan Cadangan Berputar

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

2.5. PLTA- PLTA Dalam Kaskade

PLTA –PLTA yang secara hidrolis terhubung secara kaskade menggunakan sebagian besar air yang sama mulai dari hulu sampai hilir. PLTA dalam kaskade banyak terdapat dalam praktek karena banyak sungai yang hulunya mulai pada pegunungan yang tinggi, sehingga dapat diambil potensinya melalui beberapa PLTA. Karena PLTA kaskade merupakan sebagian dari sub-sistem hidro, PLTA kaskade haruslah mengikuti garis beban sub sistem hidro yang telah dicari melalui proses optimasi.

Untuk merencanakan operasi yang optimum dari PLTA kaskade terlebih dahulu perlu ditentukan:

- a. Besarnya beban selama periode penjadwalan. Penentuan besarnya beban ini haruslah mengikuti naik turunnya beban sub-sistem hidro
- b. Banyaknya air yang akan dipakai selama periode penjadwalan. Penentuan banyaknya air yang akan dipakai ini harus memperkirakan curah hujan dan debit air sungai-sungai yang bersangkutan, serta memperhatikan pula rencana penggunaan air untuk jangka yang lebih panjang

Banyaknya air yang akan dipakai selama periode penjadwalan seperti tersebut dalam butir b diatas mempengaruhi volume air dalam kolam tandon pada permulaan dan pada akhir periode penjadwalan. Volume air dalam kolam tandon ini harus mengikuti rencana (pola) perasi jangka yang lebih panjang misalnya satu tahun. Dalam perhitungan optimalisasi PLTA kaskade, yang diinginkan adalah agar volume permulaan dan volume akhir dari air dalam kolam tandon pada periode penjadwalan mengikuti rencana volume air jangka 1 tahun. Dengan memperhitungkan air yang masuk ke kolam serta menjaga jangan sampai ada air yang melimpah (spillway) di kolam tandon, sehingga dapat dibuat persamaan sebagai berikut:

$$V_{11A} + (I_A - S_A - q_A) (t_2 - t_1) = V_{2A} \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana:

V_{11A} : Volume air dalam kolam PLTA A pada saat t_1

V_{2A} : Volume air dalam kolam PLTA A pada saat t_2

I_A : Air masuk ke dalam kolam PLTA A

S_A : Air yang meimpah pada kolam A

q_A : Air yang melalui turbin PLTA A

t_1 : Saat permulaan perhitungan

t_2 : Saat akhr perhitungan

Untuk PLTA B yang ada di bawah PLTA A berlaku persamaan:

$$V_{t1B} + (I_B + q_A - q_A - q_B - S_B) (t_2 - t_1) = V_{t2B} \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana huruf-huruf pada persamaan (2-4) artinya adalah sama dengan yang berlaku untuk persamaan (2-3), hanya indeks B berarti bahwa besaran yang bersangkutan berlaku pada PLTA B.

Terihat adanya sedikit perbedaan antara persamaan (2-3) dengan (2-4), karena untuk PLTA B yang ada dibawah PLTA A, air yang masuk ke kolam PLTA B adalah $I_B + q_A$ sedang karena dalam praktek sering kali ada sungai yang terletak dibawah PLTA A mengalirkan air ke kolam PLTA B dengan debit I_B . Persamaan untuk PLTA-PLTA yang ada dibawah PLTA B adalah serupa dengan indeks B diganti dengan indeks PLTA yang bersangkutan dan indeks A diganti dengan indeks PLTA yang ada diatasnya.

Dalam proses optimalisasi PLTA kaskade *objective function*nya adalah:

q_K : pemakaian air yang minimum dari PTA-PLTA daam kaskade untuk melayani beban tertentu

sedangkan kendala-kendala yang harus dipebuhi adalah:

a. $V_{min} < V_{max}$

Voume air dalam kolam tandon tidak bleh kurang dari batas minimum dan juga tidak boleh melampaui batas maksimum yang dinginkan

b. Tidak ada air yang melimpas dikolam

c. $P_{min} < P < P_{max}$

Daya yang dibangkitkan oleh unit pembangkit maupun oleh pusat pembangkit harus harus berada dalam batas minimum dan maksimum yang ditentukan. Batas minimum daya unit pembangkit ditentukan oleh masalah kavitasi, sedangkan batas maksimum ditentukan oleh kemampuannya.

Batas daya minimum yang dibangkitkan pusat pembangkit ada kalanya ditentukan oleh kebutuhan air untuk irigasi atau untuk keperluan pelayaran sungai, sedangkan batas maksimumnya kadang-kadang ditentukan oleh keperluan pengendalian banjir.

Karena beban untuk setiap saat ditentukan seperti telah disebutkan sebelumnya, maka untuk mencari nilai q_k yang minimum perlu dicari kombinasi unit-unit pembangkit dalam PLTA kaskade sehingga didapat unit-unit yang mampu melayani beban yang ditentukan, tetap memakai air q_k yang minimal. Hal ini dapat dilakukan dengan metode Recursive Dynamic Programming. Formulasi dari *Dynamic Programming* adalah sebagai berikut:

$$q_k(X) = \text{Min } g_k \{Y + q_{k-1}(X-Y)\} \dots\dots\dots (2-5)$$

dimana:

q_k = Pemakaian air yang minimum dalam m^3 /detik sejumlah k unit pembangkit dalam kaskade untuk membangkitkan daya sebesar X MW

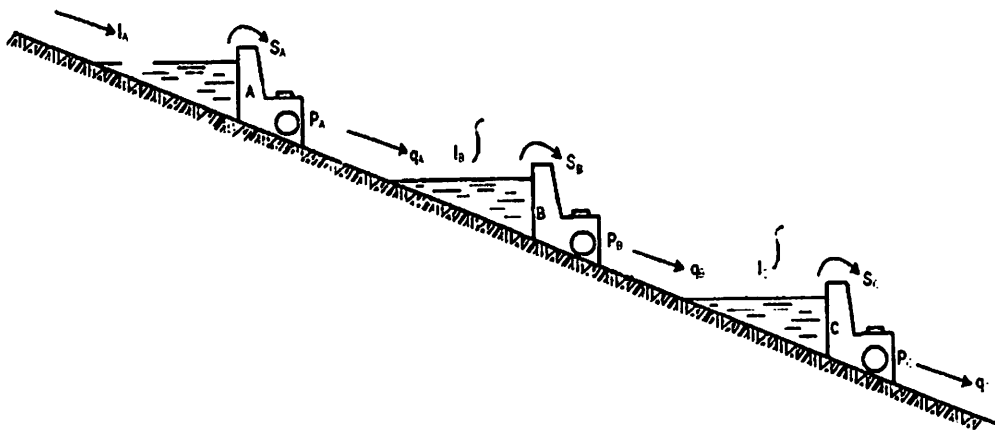
$g_k(Y)$ = Pemakaian air dalam m^3 /detik unit ke k untuk membangkitkan Y MW

$q_{k-1}(X-Y)$ = pemakaian air yang minimum sejumlah (K-1) unit untuk membangkitkan daya sebesar (X-Y) MW

Setelah didapatkan kombinasi unit pembangkit hidro dalam kaskade yang paling sedikit memakai air untuk melayani beban yang ditentukan, kemudian perlu diperiksa apakah kendala-kendala tersebut dalam butir a sampai c dipenuhi atau tidak. Pemeriksaan apakah kendala-kendala ini terpenuhi, dipakai persamaan (2-4) dan (2-5) serta *layered network* yang digambarkan oleh gambar 2-8. dengan memakai *layered network* dapat diketahui volume air dalam kolam tandon ada pelapian atau tidak, jumlah air yang masuk dan keluar kolam untuk setiap saat t, selang waktu t dapat diambil satu jam sekali, karena dalam selang waktu ini yaitu $t_1 - t_2$, semua kebesaran dalam *layered network* dianggap konstan. Gambar 2-7 menggambarkan secara skematis PLTA kaskade beserta unit-unit pembangkitnya dan aliran air yang melalui setiap unit pembangkit. Dengan hasil yang didapat dari *Dynamic Programming* seperti ditunjukkan oleh persamaan (2-5) kemudian di

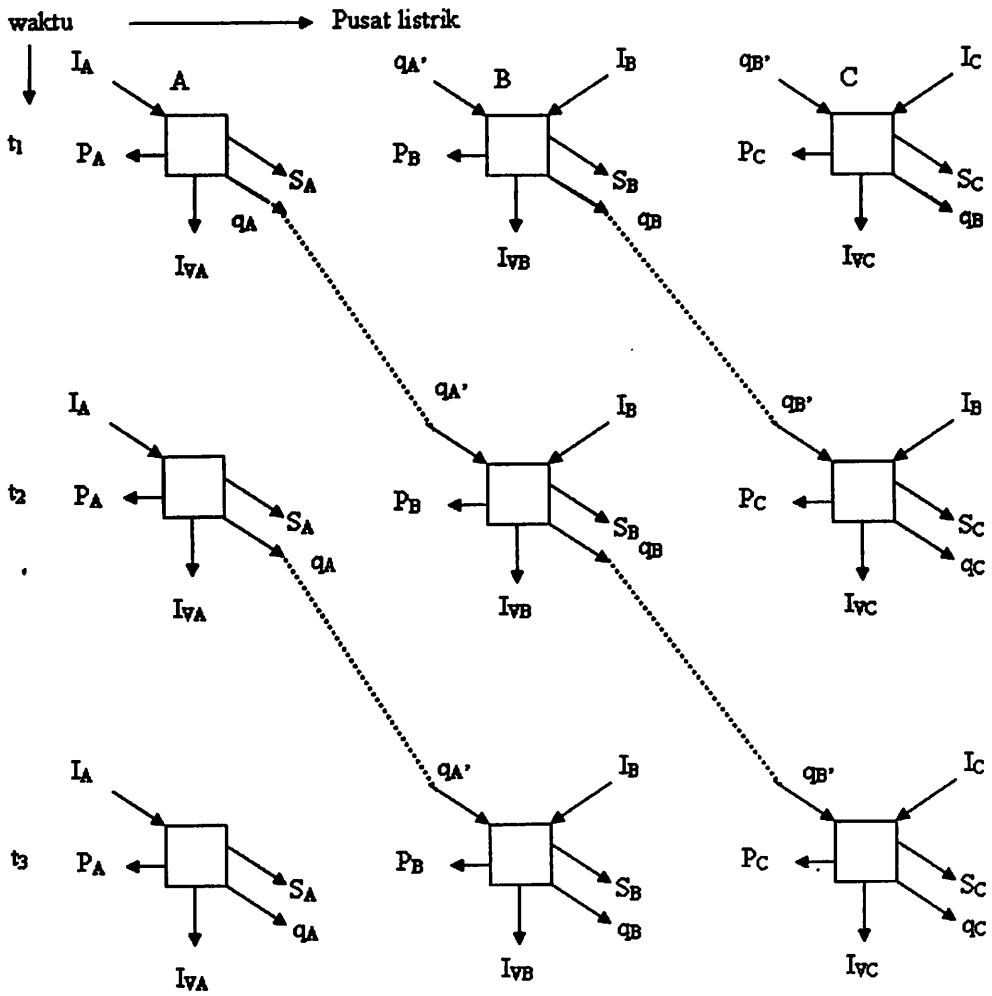
adakan pemeriksaan apakah kendala-kendala terpenuhi seperti telah diuraikan diatas.

Dalam menggunakan *layered network* perlu diingat bahwa apabila terjadi perubahan besarnya pemakaian air q pada salah satu PLTA, hal ini baru akan mempengaruhi inflow (air masuk I) ke PLTA yang ada dibawahnya, setelah waktu tertentu yang tergantung kepada jarak hidrolis antara PLTA-PLTA yang bersangkutan. Apabila tinggi terjun antara PLTA-PLTA kaskade ini jauh berbeda, maka pemilihan unit pembangkit dengan pemakaian air yang minimal selalu jatuh pada unit-unit PLTA yang memiliki terjun tinggi sehingga perhitungan optimasi PLTA kaskade akan lebih banyak merupakan pengontrolan kendala melalui *layered network*.



Gambar 2-7

Bagan 3 Buah PLTA dalam Kaskade Beserta Kolam Unit Pembangkit



- P = Daya yang dibangkitkan pusat listrik
- I = Air yang masuk klam
- q = Air yang melalui turbin
- s = Air yang melimpas

Gambar 2-8
Layered Network

2.6. Metode Dynamic Programming

Metode Dynamic Programming (DP) atau yang dikenal sebagai pemrograman dinamis adalah suatu metode yang didasarkan pada proses optimal secara bertahap, dimana pada setiap tahap dapat ditentukan selang waktunya. Dengan demikian metode ini dapat dipakai sebagai pendekatan dalam menyelesaikan beberapa masalah, dan algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut tergantung dari permasalahan itu sendiri.

Metode ini selalu membagi permasalahan menjadi beberapa tahapan (*stage*), dimana pemecahan masalahnya dilakukan dengan cara mengambil keputusan (*decision*) yang optimal pada setiap *stage* atau sub-problemnya.

Karakteristik yang digunakan untuk menyelesaikan atau memecahkan permasalahan pada metode ini meliputi beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. *Multi stage proses*, Secara keseluruhan tahap ini menunjukkan interval waktu, tapi dalam melihat tahap ini dilakukan setelah proses berjalan.
2. Pada setiap tahap permasalahan dapat digambarkan dengan beberapa variable.
3. Keputusan (*decision*) yang dipilih pada setiap tahap berpengaruh pada perubahan variable yang sejenis pada tahap berikutnya.

2.7. Metode Dua Tahap Diterapkan Pada Penjadwalan Unit Pembangkit Hidro

Pada metode dua-tahap, kami rumuskan problem penjadwalan jangka panjang unit pembangkit hidro sebagai sebuah fungsi dari tingkat pembangkitan pada dua periode yang berturutan. Pembangkitan hidro dikomputasi sebagai fungsi-fungsi dari vector muatan reservoir dalam periode nominal t . Ini memotong kebutuhan penyimpanan dari algoritma yang diajukan.

Untuk masing-masing urutan arus-masuk, metode dua-tahap menyelesaikan secara iteratif proses minimalisasi problem dua-tahap,

$$\min_{Q(t+1)} [(P_H(t)) + (P_H(t+1))] \dots (2-6)$$

pembangkitan energi hidro untuk sebuah upstream-reservoir diungkapkan sebagai,

$$\begin{aligned}
P_{Hj}(t) &= b_{1j} \cdot V_j(t)^2 + b_{2j} \cdot (V_j^{k-1}(t-1) - V_j(t) + W_j(t))^2 \\
&+ b_{3j} \cdot V_j(t) \cdot (V_j^{k-1}(t-1) - V_j(t) + W_j(t)) + b_{4j} \cdot V_j(t) \\
&+ b_{5j} \cdot (V_j^{k-1}(t-1) - V_j(t) + W_j(t)) + b_{6j} \dots \quad (2-7)
\end{aligned}$$

Pada (2-7) $V^{k-1}(t-1)$ cocok dengan muatan reservoir yang ada di dalam periode yang mendahului periode nominal t . Dengan cara serupa, pembangkitan tenaga air dalam $t+1$ diungkap sebagai,

$$\begin{aligned}
P_{Hj}(t+1) &= b_{1j} \cdot V_j^{k-1}(t+1)^2 \\
&+ b_{2j} \cdot (V_j(t) - V_j^{k-1}(t+1) + W_j(t+1))^2 \\
&+ b_{3j} \cdot V_j^{k-1}(t+1) \cdot (V_j(t) - V_j^{k-1}(t+1) + W_j(t+1)) \\
&+ b_{4j} \cdot V_j^{k-1}(t+1) + b_{5j} \cdot (V_j(t) - V_j^{k-1}(t+1) + W_j(t+1)) + b_{6j}
\end{aligned}$$

Dimana, $V_j^{k-1}(t+1)$ cocok dengan muatan reservoir yang diberikan dalam periode setelah periode nominal t .

Rumus-rumus yang sama dapat diberlakukan untuk pembangkitan energi pada downstream-reservoir. Kini kami tuliskan vector energi hidro itu sebagai,

$$\begin{aligned}
P_H(t) &= g_1(V^{k-1}(t-1), V(t)) \\
P_H(t+1) &= g_2(V(t), V^{k-1}(t+1)) \dots \quad (2-8)
\end{aligned}$$

Pada (2-8), g_1 dan g_2 merupakan fungsi-fungsi non –linier dari muatan reservoir dalam periode t . Hingga, (2-6) diuraikan sebagai,

$$\min_{V(t)} \left[\begin{array}{l} f_1(V^{k-1}(t-1), V(t)) \\ + f_2(V(t), V^{k-1}(t+1)) \end{array} \right] \dots \quad (2-9)$$

Dimana f_1 and f_2 merupakan fungsi biaya operasi function dalam periode – periode t dan $t+1$, terungkap dalam bentuk muatan air reservoir pada periode t . Biaya-biaya operasi dikalkulasi dengan memakai satu prosedur yang sama dengan yang dijabarkan pada paragraf di atas. Minimalisasi (2-9) itu mengikut rumus,

$$\begin{aligned}
\sum_j P_{hj}(t) &= L(t) \\
\sum_j P_{hj}(t+1) &= L(t+1) \dots \quad (2-10)
\end{aligned}$$

Dan batasan rumus yang bersesuaian dalam P_{Gi} , P_{Hj} , Q_j dan V_j .

- t Periode waktu (satu minggu dalam makalah ini)
- T Rentang optimalisasi (satu tahun dalam makalah ini)
- $V(t)$ Vektor muatan reservoir pada periode t
- E Nilai yang terduga
- $W(t)$ Vektor arus masuk alami terhadap tiap-tiap reservoir dalam periode t
- $Q(t)$ Vektor buangan reservoir dalam periode t
- j Indeks instalasi energi hidro
- $V_j(t)$ Muatan air reservoir j dalam periode t
- $W_j(t)$ Arus masuk alami menuju reservoir dalam periode t
- $Q_j(t)$ Lepas (buangan) air reservoir j dalam periode t
- P_{Hi} Pembangkitan energi hidro instalasi j
- Ω_j Susunan arus-atas dar reservoir-reservoir menuju reservoir j

BAB III

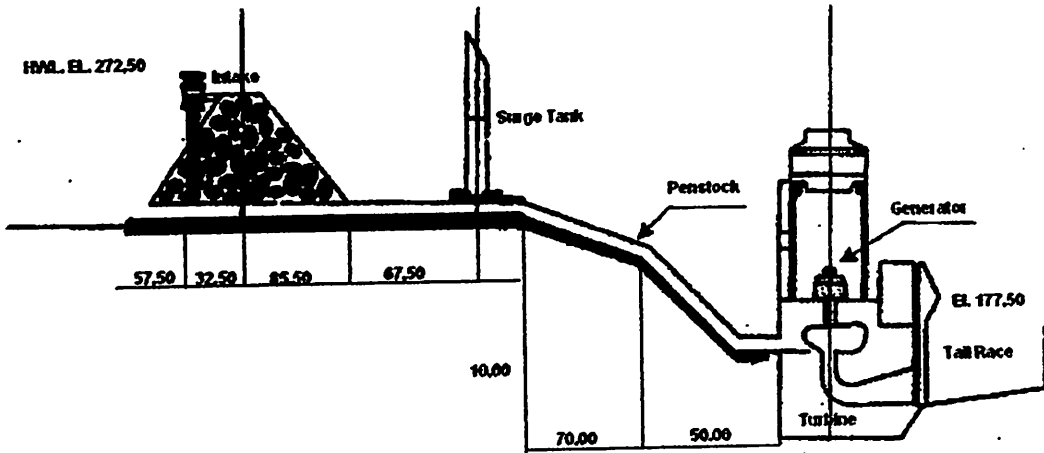
ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PENJADWALAN UNIT-UNIT PEMBANGKIT HIDRO

3.1. PLTA SUTAMI

PLTA Sutami terletak di kecamatan Sumberpucung, kurang lebih 35 km sebelah selatan kota Malang kearah Blitar, dengan lokasi ketinggian 278 m diatas permukaan laut dan 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 unit PLTA yang ada dan dikelola langsung oleh unit induk yaitu PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas. PLTA Sutami dioperasikan dengan memanfaatkan air *outflow* dari PLTA Sungguruh ditambah remaining basin Karangates dan waduk Lahor yang masuk ke waduk Karangates, dimana air dari waduk Lahor dialirkan melalui terowongan penghubung sepanjang 850 m ke waduk Karangates.

Pada tahap satu pengembangan 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 II 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 yang saat itu dijabat oleh Prof. Dr. Ir. Sutami pada tanggal 25 April 1976. Adapun skema dari waduk Sutami dapat dilihat pada gambar 3-1, dan data teknis waduk Sutami dapat dilihat pada gambar 3-1.



Gambar 3.1. Skema PLTA Sutami

Waduk karangkates dilengkapi dengan *Hollow Jet Valve (HJV)* berfungsi untuk penambahan/suplesi air irigasi bila diperlukan. 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 = 246,0 TWL = 177,5	Max = 343 Efektif= 253	1. Pengendalian banjir 2. Irigasi (76,651 Ha) 3. PLTA 3 x 35 MW (488 juta kWh/tahun) 4. Penyediaan air baku 5. Perikanan darat dan pariwisata
Debit (m ³ /dt)			Daerah Terendam (km ²)	

Air masuk rencana rata-rata: 55,2 Banjir rencana: 1600	15
<i>Spillway type</i>	<i>Open Chute</i> 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 di ruang kontrol, khususnya turbin dan generator terdiri dari tiga unit dengan spesifikasi seperti pada tabel 3-2 dan tabel 3-3 berikut.

TABEL 3-2
KAPASITAS TURBIN DI PLTA SUTAMI

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

TABEL 3-3
KAPASITAS GENERATOR DI PLTA SUTAMI

Data Teknis	Per Unit Generator
Type	Tak – 24 poros vertikal, semi payung dengan bantalan dorong type pegas
Daya output	39.000 kVA
Tegangan	11 kV
Cos ϕ	0,9
Frekuensi	50 Hz
Kelas isolasi	B
Hubungan	Y, titik netral ditanahkan
Buatan	Toshiba, Japan

3.1.1. 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 waduk, yaitu pola operasi untuk musim hujan yang berlaku saat pengisian waduk dari Desember – Mei dan pola operasi untuk musim kemarau yang berlaku saat pengosongan waduk dan berlaku mulai Juni – November.

Mengingat jumlah ketersediaan air yang tercantum didalam pola operasi waduk (inflow) merupakan debit dengan tingkat keandalan tertentu, berarti masih ada kemungkinan terjadi debit yang lebih kecil ataupun lebih besar dari pola yang ada. Bila hal itu terjadi maka petugas di lapangan harus mengadakan penyesuaian dengan cara melakukan koordinasi dengan pihak terkait . dari sini dapat diketahui bahwa ketersediaan air di dalam waduk sangat menentukan dalam pembangkitan tenaga listrik.

Walaupun *Low water Level* waduk sutami minimumnya adalah 246 meter, namun dalam prakteknya level minimumnya adalah 267,28 meter. Hal ini karena

dibawah level 267,28 meter tinggi jatuh air tidak efisien untuk membangkitkan daya yang besar.

3.1.2. Volume Waduk Sutami

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

Inflow waduk Sutami berasal dari outflow waduk Sengguruh ditambah remaining basin karangkates juga dari waduk Lahor yang dialirkan ke waduk Sutami melalui terowongan penghubung (*Conection Tunel*) sepanjang 850 meter.

Jumlah volume waduk sutami pada stiap lvasi dapat dicari dengan menggunakan persamaan H vs V yang terdapat dalam grafik 1.

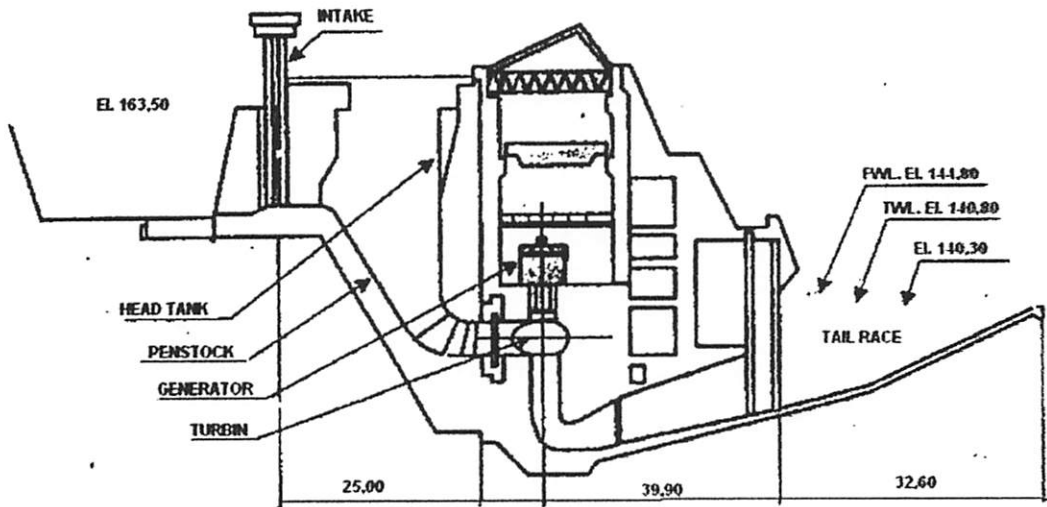
3.2. PLTA WLINGI

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 membendung sungai Brantas atau menerima outflow dari PLTA Sutami dan juga menampung air dari sungai Lekso dan sungai Jari, dengan energi produksi rata-rata sebesar 165 Juta kWh/ tahun serta dalam pengoperasian tenaga listrik termasuk dalam wilayah sub sistem Jawa Timur dan Bali.

PLTA Wlingi merupakan salah satu unit PLTA dari sebelas PLTA yang ada dan dikelola langsung oleh PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas. PLTA Wlingi dioperasikan dengan memanfaatkan air outflow dari PLTA Sutami ditambah dari remaining basin sungai Lekso dan sungai Jari yang masuk ke bendungan Wlingi.

PLTA Wlingi selesai dibangun dan diresmikan oleh Menti 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

pengambilan air untuk irigasi. Adapun skema dari waduk Wlingi dapat dilihat pada gambar 3-2.



GAMBAR 3-2
SKEMA PLTA WLINGI

Data teknis yang ada diruang kontrol, khususnya turbin dan generator terdiri dari dua unit dengan spesifikasi seperti pada tabel 3-4 dan 3-5 berikut:

TABEL 3-4
KAPASITAS TURBIN DI PLTA WLINGI

Data Turbin	Per Unit Turbin	Data Turbin	Per Unit Turbin
<i>Type</i>	Vertikal Kaplan	<i>Max Dischage</i>	149 m ³ / dtk
<i>Daya Output</i>	27.800 kW	<i>Max Gross Head</i>	22,7 m
<i>Rated Head</i>	2,70 m	<i>Max Net Head</i>	161,5 m
<i>Efective Head</i>	22 m	<i>Min Net Head</i>	20,60 m
<i>Speed</i>	143 rpm	Buatan	Toshiba

TABEL 3-5
KAPASITAS GENERATOR DI PLTA WLINGI

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

3.2.1. 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 di dalam waduk sangat menentukan dalam pembangkitan tenaga listrik.

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

3.2.2. Volume Waduk Wlingi

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

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

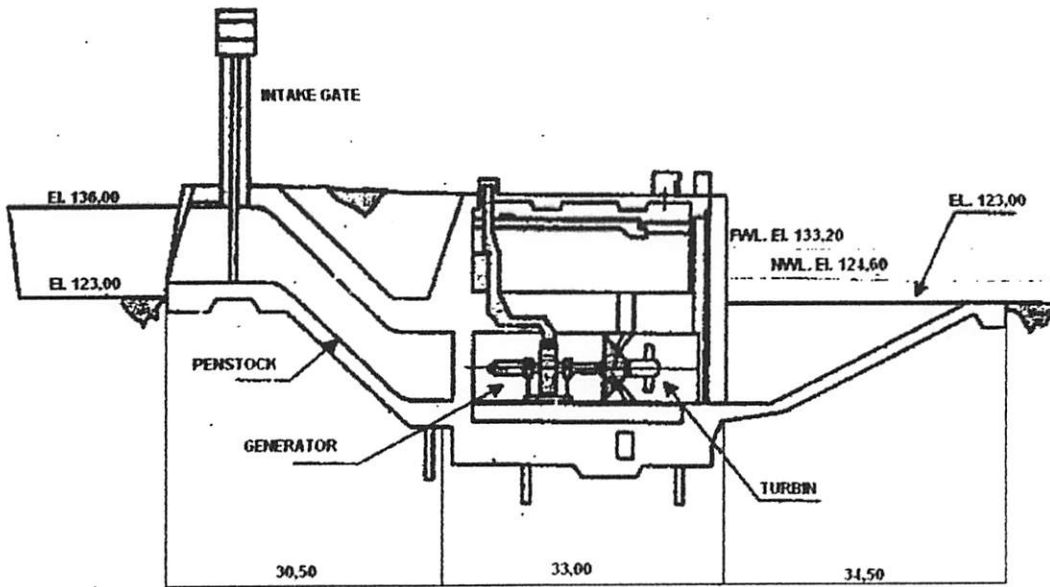
Inflow waduk Wlingi berasal dari outflow PLTA Sutami ditambah remaining basin sungai Lekso dan sungai Jari, yang dialirkan ke waduk Wlingi.

3.3. PLTA LODOYO

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

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

Pembangunan dam Lodoyo dilaksanakan oleh proyek Brantas dengan bantuan konsultan dari Nippon Koei. Co. Ltd, dimana pada bulan september 1983. PLTA Lodoyo dioperasikan secara komersial. PLTA Lodoyo mempunyai satu unit pembangkit dengan kapasitas tiap unit 4,5 MW. Adapun tujuan dibangunnya bendungan Lodoyo sebagai waduk sebagai waduk harian untuk pembangkitan listrik dan irigasi sehingga dilengkapi juga dengan pintu pengambilan air untuk irigasi. Adapun skema dari waduk Lodoyo dapat dilihat pada gambar 3-3.



GAMBAR 3-3
SKEMA PLTA LODOYO

Data teknis yang ada di ruang kontrol, khususnya turbin dan generator terdiri dari satu unit dengan spesifikasi seperti pada tabel 3-6 dan 3-7 berikut:

TABEL 3-6
KAPASITAS TURBIN PLTA LODOYO

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

TABEL 3-7
KAPASITAS GENERATOR DI PLTA LODOYO

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

3.3.1. Pola Operasi Waduk Lodayo.

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

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

3.3.2. Volume Waduk Lodayo

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

elevasi yang normal, dimana elevasi operasi maksimal bendungan atau *dam* Lodoyo adalah pada ketinggian 136 meter. Inflow waduk Lodoyo berasal dari outflow PLTA Wlingi ditambah remaining basin sungai Bogel dan sungai Siwalan yang dialirkan ke waduk Lodoyo.

Tabel 3-8 dibawah memperlihatkan data harian produksi (KWh) PLTA Sutami, Wlingi dan Lodoyo selama tahun 2004, tabel 3-9 memperlihatkan data harian inflow (m³/dtk) PLTA Sutami, Wlingi dan Lodoyo selama tahun 2004, dan tabel 3-10 memperlihatkan data harian outflow (m³/dtk) PLTA Sutami, Wlingi dan Lodoyo selama tahun 2004, adapun pada grafik 3-1, 3-2 dan 3-3 terlihat lengkung kapasitas waduk Sutami, Wlingi dan Lodoyo

Adapun persamaan volume tiap waduk dapat dilihat pada persamaan 4-1 berikut:

$$V=A_0+A_1.H+A_2.H^2+A_3.H^3+A_4.H^4+A_5.H^5 \dots\dots\dots (4-1)$$

Dimana:

Sutami	A ₀	-497.372.991.343,7320
	A ₁	10.614.554.089,8344
	A ₂	-90.335.256,1800
	A ₃	383.435,9856
	A ₄	-812,2398
	A ₅	0,6875
Wlingi	A ₀	20.862.139.584,741000000
	A ₁	-531.163.491,579845000
	A ₂	3.272.221,001615960000
	A ₃	12.914,435829410
	A ₄	-185,437381879332
	A ₅	0,467170166834
Lodoyo	A ₀	9,64E-09
	A ₁	-2,18E-08
	A ₂	1,08E-06
	A ₃	8,38E-03
	A ₄	
	A ₅	2,37E-01

TABEL 3 - 8
DATA PRODUKSI (KWh)

Tahun 2004

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Januari	1	1	755.000,00	257.800,00	109.460,00
	2	2	712.900,00	251.900,00	109.420,00
	3	3	645.200,00	244.800,00	109.420,00
	4	4	603.300,00	209.400,00	109.450,00
	5	5	604.500,00	194.400,00	109.490,00
	6	6	687.400,00	201.600,00	109.440,00
	7	7	801.500,00	342.000,00	109.380,00
	8	8	697.400,00	397.900,00	109.380,00
	9	9	679.200,00	321.400,00	109.370,00
	10	10	688.600,00	517.000,00	109.300,00
	11	11	663.300,00	320.500,00	109.300,00
	12	12	810.300,00	88.100,00	109.410,00
	13	13	1.230.400,00	445.800,00	109.370,00
	14	14	1.237.500,00	406.800,00	109.450,00
	15	15	1.455.400,00	505.100,00	109.430,00
	16	16	1.093.200,00	449.400,00	109.530,00
	17	17	997.800,00	421.900,00	109.520,00
	18	18	913.300,00	393.600,00	109.470,00
	19	19	781.500,00	324.500,00	109.470,00
	20	20	757.100,00	381.800,00	109.440,00
	21	21	893.700,00	404.500,00	109.420,00
	22	22	1.063.900,00	444.900,00	109.510,00
	23	23	1.985.900,00	735.700,00	109.400,00
	24	24	1.562.800,00	724.600,00	109.420,00
	25	25	1.764.900,00	714.700,00	109.400,00
	26	26	1.506.400,00	608.600,00	109.390,00
	27	27	1.977.600,00	745.100,00	109.400,00
	28	28	1.378.000,00	556.000,00	109.550,00
	29	29	1.288.200,00	587.000,00	109.590,00
	30	30	2.446.700,00	787.700,00	109.470,00
	31	31	1.494.400,00	571.500,00	109.590,00

Bulan	Tanggal	Har ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Februari	1	32	1.458.100,00	551.200,00	109.510,00
	2	33	1.125.100,00	437.900,00	109.600,00
	3	34	1.061.600,00	420.000,00	109.600,00
	4	35	2.553.100,00	641.000,00	109.520,00
	5	36	2.528.800,00	808.700,00	109.600,00
	6	37	1.957.800,00	684.700,00	109.620,00
	7	38	1.111.800,00	501.600,00	109.530,00
	8	39	1.624.300,00	599.800,00	109.510,00
	9	40	1.303.600,00	456.300,00	109.570,00
	10	41	863.900,00	357.300,00	109.540,00
	11	42	831.800,00	277.400,00	109.550,00
	12	43	885.200,00	373.900,00	109.430,00
	13	44	1.245.000,00	454.300,00	109.570,00
	14	45	1.066.500,00	382.800,00	109.400,00
	15	46	1.093.200,00	382.000,00	109.520,00
	16	47	1.263.800,00	450.300,00	109.450,00
	17	48	1.173.700,00	385.600,00	109.480,00
	18	49	1.695.300,00	492.800,00	109.490,00
	19	50	1.635.100,00	531.100,00	109.460,00
	20	51	2.534.300,00	700.200,00	109.440,00
	21	52	2.556.000,00	768.800,00	102.500,00
	22	53	2.536.800,00	768.800,00	102.500,00
	23	54	2.542.100,00	328.800,00	46.050,00
	24	55	2.548.100,00	1.068.900,00	109.370,00
	25	56	2.532.900,00	869.400,00	109.440,00
	26	57	2.545.000,00	916.900,00	109.530,00
	27	58	2.541.600,00	1.037.900,00	109.530,00
	28	59	2.541.000,00	919.900,00	109.400,00
	29	60	2.535.900,00	917.400,00	109.450,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Maret	1	61	2.440.700,00	1.020.900,00	109.400,00
	2	62	1.776.500,00	679.800,00	109.440,00
	3	63	2.553.600,00	910.400,00	109.420,00
	4	64	2.543.900,00	826.200,00	109.460,00
	5	65	2.533.000,00	853.500,00	109.380,00
	6	66	2.541.500,00	794.000,00	109.440,00
	7	67	2.548.100,00	813.800,00	109.400,00
	8	68	1.491.700,00	510.500,00	109.380,00
	9	69	2.469.800,00	902.900,00	109.500,00
	10	70	2.529.600,00	975.800,00	109.460,00
	11	71	2.541.500,00	854.500,00	109.400,00
	12	72	2.385.700,00	778.000,00	109.410,00
	13	73	2.546.000,00	851.400,00	109.480,00
	14	74	2.561.200,00	910.400,00	109.460,00
	15	75	2.558.300,00	923.600,00	109.480,00
	16	76	2.541.700,00	1.093.700,00	109.460,00
	17	77	2.550.000,00	903.900,00	109.490,00
	18	78	2.539.700,00	1.073.300,00	109.490,00
	19	79	2.546.300,00	839.000,00	109.470,00
	20	80	2.542.900,00	818.300,00	109.430,00
	21	81	2.544.900,00	806.700,00	109.500,00
	22	82	2.540.000,00	768.900,00	109.500,00
	23	83	2.545.400,00	768.700,00	109.440,00
	24	84	2.539.900,00	843.100,00	109.380,00
	25	85	2.543.100,00	758.100,00	109.440,00
	26	86	2.532.600,00	737.800,00	109.490,00
	27	87	2.538.900,00	725.000,00	109.440,00
	28	88	2.542.100,00	712.200,00	109.490,00
	29	89	2.553.500,00	721.500,00	109.450,00
	30	90	2.547.400,00	793.200,00	109.450,00
	31	91	2.545.900,00	852.400,00	109.490,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Surami	Wingi	Lodoyo
April	1	92	2.541.300,00	946.200,00	109.460,00
	2	93	2.541.200,00	949.700,00	109.480,00
	3	94	2.536.000,00	890.100,00	109.430,00
	4	95	2.540.400,00	791.100,00	109.370,00
	5	96	2.535.800,00	744.300,00	109.400,00
	6	97	2.542.600,00	737.300,00	109.440,00
	7	98	1.869.500,00	655.100,00	109.480,00
	8	99	1.407.600,00	450.300,00	109.450,00
	9	100	952.400,00	373.200,00	109.440,00
	10	101	1.155.700,00	368.300,00	109.510,00
	11	102	1.725.800,00	522.400,00	109.430,00
	12	103	1.525.300,00	479.600,00	109.470,00
	13	104	1.306.300,00	391.700,00	109.470,00
	14	105	1.244.600,00	383.600,00	109.450,00
	15	106	1.250.800,00	443.900,00	86.120,00
	16	107	1.209.100,00	435.100,00	109.270,00
	17	108	1.157.600,00	360.700,00	109.270,00
	18	109	1.122.500,00	360.800,00	109.300,00
	19	110	1.228.700,00	393.100,00	109.350,00
	20	111	1.464.900,00	450.000,00	109.250,00
	21	112	1.150.700,00	358.400,00	109.400,00
	22	113	1.105.700,00	351.600,00	109.420,00
	23	114	1.050.800,00	308.200,00	109.400,00
	24	115	1.087.900,00	349.800,00	109.480,00
	25	116	1.099.500,00	329.600,00	109.380,00
	26	117	1.117.500,00	391.000,00	109.450,00
	27	118	926.300,00	273.200,00	109.440,00
	28	119	1.067.400,00	363.300,00	109.440,00
	29	120	1.356.700,00	391.400,00	109.390,00
	30	121	1.020.300,00	337.200,00	109.470,00

Bulan	Tanggal	Har ke	Sulami	Wingi	Lodoyo
Mei	1	122	1.016.900,00	289.100,00	109.300,00
	2	123	1.021.000,00	276.700,00	109.210,00
	3	124	1.040.400,00	307.100,00	109.370,00
	4	125	1.028.600,00	311.400,00	109.230,00
	5	126	1.012.800,00	286.900,00	109.270,00
	6	127	991.600,00	273.200,00	109.290,00
	7	128	966.400,00	259.600,00	100.520,00
	8	129	1.505.000,00	259.600,00	100.520,00
	9	130	1.602.900,00	166.200,00	100.520,00
	10	131	1.564.400,00	484.800,00	63.330,00
	11	132	781.500,00	251.200,00	109.240,00
	12	133	786.100,00	209.300,00	109.300,00
	13	134	852.100,00	198.700,00	109.280,00
	14	135	932.200,00	218.400,00	109.330,00
	15	136	932.300,00	232.200,00	109.410,00
	16	137	1.002.300,00	243.100,00	109.390,00
	17	138	1.065.400,00	334.900,00	109.340,00
	18	139	933.300,00	239.300,00	109.400,00
	19	140	931.400,00	264.900,00	109.290,00
	20	141	933.800,00	268.200,00	109.330,00
	21	142	933.900,00	294.900,00	109.300,00
	22	143	945.100,00	314.600,00	109.350,00
	23	144	942.700,00	291.400,00	109.320,00
	24	145	1.055.800,00	302.700,00	109.350,00
	25	146	1.237.800,00	359.500,00	109.300,00
	26	147	1.411.100,00	429.100,00	109.270,00
	27	148	986.400,00	333.600,00	109.300,00
	28	149	2.000.600,00	807.500,00	109.370,00
	29	150	1.703.400,00	555.100,00	109.290,00
	30	151	1.769.100,00	593.000,00	109.200,00
	31	152	818.300,00	285.900,00	109.240,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingsi	Lodoyo
Juni	1	153	937.000,00	237.800,00	109.400,00
	2	154	1.010.600,00	307.200,00	109.300,00
	3	155	999.700,00	281.000,00	109.200,00
	4	156	1.255.600,00	340.200,00	109.340,00
	5	157	991.000,00	278.800,00	109.290,00
	6	158	883.000,00	240.800,00	109.350,00
	7	159	925.600,00	226.600,00	109.400,00
	8	160	937.200,00	242.500,00	109.440,00
	9	161	924.300,00	242.800,00	109.200,00
	10	162	938.300,00	242.000,00	109.320,00
	11	163	1.060.600,00	309.900,00	109.300,00
	12	164	939.600,00	283.700,00	109.250,00
	13	165	1.055.500,00	303.600,00	109.400,00
	14	166	1.238.900,00	327.100,00	109.400,00
	15	167	1.109.800,00	312.800,00	109.360,00
	16	168	936.000,00	286.100,00	109.380,00
	17	169	940.000,00	191.400,00	109.370,00
	18	170	937.200,00	309.900,00	109.460,00
	19	171	936.500,00	301.500,00	109.490,00
	20	172	935.100,00	303.700,00	109.580,00
	21	173	932.200,00	299.800,00	109.550,00
	22	174	933.800,00	295.900,00	109.560,00
	23	175	941.500,00	241.700,00	109.570,00
	24	176	933.200,00	223.000,00	109.510,00
	25	177	932.500,00	231.400,00	109.490,00
	26	178	932.000,00	221.400,00	109.550,00
	27	179	928.900,00	227.100,00	109.470,00
	28	180	930.000,00	284.100,00	109.420,00
	29	181	923.300,00	298.200,00	109.520,00
	30	182	929.300,00	288.100,00	109.460,00

Bulan	Tanggal	Har ka	Sutami	Wingi	Lodoyo
Juli	1	183	927.600,00	296.000,00	109.420,00
	2	184	927.400,00	287.900,00	109.430,00
	3	185	926.500,00	237.800,00	109.450,00
	4	186	926.500,00	226.000,00	109.350,00
	5	187	926.500,00	236.600,00	109.430,00
	6	188	926.700,00	237.900,00	109.430,00
	7	189	925.500,00	234.900,00	109.370,00
	8	190	925.700,00	232.900,00	109.280,00
	9	191	923.200,00	231.600,00	109.230,00
	10	192	923.300,00	251.800,00	109.330,00
	11	193	922.300,00	246.700,00	109.310,00
	12	194	921.500,00	283.800,00	109.340,00
	13	195	920.900,00	229.800,00	109.340,00
	14	196	920.700,00	253.900,00	109.220,00
	15	197	868.800,00	252.700,00	109.310,00
	16	198	868.800,00	216.900,00	109.220,00
	17	199	868.400,00	242.700,00	109.270,00
	18	200	864.600,00	288.600,00	109.290,00
	19	201	860.400,00	277.000,00	109.330,00
	20	202	867.400,00	274.200,00	109.300,00
	21	203	775.300,00	273.800,00	109.250,00
	22	204	773.600,00	253.300,00	109.360,00
	23	205	773.200,00	198.500,00	97.700,00
	24	206	773.000,00	198.600,00	44.830,00
	25	207	772.700,00	201.000,00	65.870,00
	26	208	772.700,00	194.500,00	65.790,00
	27	209	772.200,00	196.100,00	65.820,00
	28	210	772.000,00	232.200,00	65.740,00
	29	211	771.500,00	249.100,00	65.770,00
	30	212	770.900,00	237.700,00	65.750,00
	31	213	770.700,00	254.300,00	65.770,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sulam	Wingi	Lodoyo
Agustus	1	214	726.600,00	238.300,00	65.800,00
	2	215	693.300,00	205.200,00	65.700,00
	3	216	693.200,00	188.600,00	94.190,00
	4	217	693.200,00	186.100,00	109.420,00
	5	218	692.700,00	188.600,00	101.870,00
	6	219	692.500,00	184.800,00	99.160,00
	7	220	692.200,00	214.600,00	99.040,00
	8	221	691.600,00	228.500,00	109.380,00
	9	222	691.100,00	224.700,00	109.290,00
	10	223	690.400,00	225.200,00	109.370,00
	11	224	673.500,00	218.400,00	109.400,00
	12	225	673.200,00	197.300,00	98.890,00
	13	226	672.900,00	181.600,00	109.380,00
	14	227	672.600,00	179.900,00	99.300,00
	15	228	672.200,00	191.100,00	97.370,00
	16	229	671.900,00	189.100,00	100.120,00
	17	230	671.400,00	210.200,00	109.400,00
	18	231	670.800,00	217.300,00	109.400,00
	19	232	670.000,00	209.900,00	109.420,00
	20	233	669.600,00	212.300,00	109.440,00
	21	234	635.700,00	219.300,00	109.480,00
	22	235	647.200,00	184.100,00	109.400,00
	23	236	635.500,00	186.100,00	101.930,00
	24	237	641.200,00	177.400,00	97.330,00
	25	238	634.000,00	164.400,00	97.340,00
	26	239	634.500,00	166.900,00	91.200,00
	27	240	634.300,00	194.900,00	97.840,00
	28	241	633.900,00	198.100,00	109.370,00
	29	242	633.400,00	202.600,00	109.320,00
	30	243	633.100,00	202.100,00	109.360,00
	31	244	632.800,00	219.800,00	109.460,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
September	1	245	632.400,00	175.400,00	109.460,00
	2	246	632.000,00	177.800,00	95.550,00
	3	247	631.400,00	107.000,00	85.150,00
	4	248	631.000,00	202.100,00	94.140,00
	5	249	630.400,00	173.900,00	97.180,00
	6	250	630.100,00	290.500,00	99.700,00
	7	251	629.600,00	194.000,00	109.300,00
	8	252	629.300,00	205.200,00	109.390,00
	9	253	629.000,00	206.400,00	109.470,00
	10	254	628.700,00	205.500,00	109.370,00
	11	255	661.600,00	163.500,00	109.420,00
	12	256	660.900,00	180.100,00	97.280,00
	13	257	660.300,00	177.600,00	94.330,00
	14	258	811.400,00	190.500,00	97.380,00
	15	259	850.600,00	236.500,00	109.520,00
	16	260	961.700,00	292.800,00	109.430,00
	17	261	965.800,00	311.800,00	109.460,00
	18	262	987.400,00	317.200,00	109.480,00
	19	263	975.900,00	298.800,00	109.300,00
	20	264	975.500,00	300.600,00	109.370,00
	21	265	1.018.100,00	257.100,00	109.300,00
	22	266	1.020.900,00	287.400,00	109.160,00
	23	267	1.012.300,00	298.100,00	109.460,00
	24	268	1.055.500,00	277.700,00	109.460,00
	25	269	974.200,00	295.600,00	109.320,00
	26	270	982.000,00	305.600,00	109.360,00
	27	271	649.200,00	306.600,00	109.390,00
	28	272	644.100,00	191.200,00	109.410,00
	29	273	645.600,00	198.000,00	101.780,00
	30	274	740.000,00	209.100,00	109.370,00

Bulan	Tanggal	Har ka	Sutami	Wingi	Lodoyo
Oktober	1	275	662.100,00	198.400,00	109.400,00
	2	276	642.600,00	178.200,00	97.230,00
	3	277	643.300,00	173.900,00	97.220,00
	4	278	734.500,00	172.900,00	91.170,00
	5	279	758.700,00	192.700,00	101.380,00
	6	280	755.000,00	222.500,00	109.570,00
	7	281	784.800,00	248.600,00	109.430,00
	8	282	773.300,00	245.600,00	109.430,00
	9	283	781.800,00	229.100,00	109.410,00
	10	284	809.500,00	239.800,00	109.360,00
	11	285	952.800,00	307.100,00	109.390,00
	12	286	726.200,00	171.000,00	103.900,00
	13	287	662.700,00	188.600,00	97.380,00
	14	288	723.000,00	184.000,00	101.310,00
	15	289	733.700,00	178.500,00	100.330,00
	16	290	734.100,00	195.500,00	107.820,00
	17	291	731.400,00	197.000,00	102.720,00
	18	292	724.600,00	204.900,00	104.910,00
	19	293	728.400,00	187.700,00	105.780,00
	20	294	727.800,00	189.400,00	105.330,00
	21	295	695.400,00	203.400,00	106.420,00
	22	296	693.700,00	182.600,00	105.830,00
	23	297	691.900,00	196.000,00	104.400,00
	24	298	689.900,00	190.400,00	103.450,00
	25	299	688.300,00	204.800,00	104.820,00
	26	300	686.500,00	191.100,00	105.960,00
	27	301	684.500,00	193.900,00	103.960,00
	28	302	684.900,00	182.500,00	101.400,00
	29	303	697.800,00	183.800,00	97.330,00
	30	304	696.100,00	199.600,00	99.900,00
	31	305	695.200,00	204.500,00	109.470,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
November	1	308	716.700,00	205.200,00	109.450,00
	2	307	714.400,00	213.000,00	109.460,00
	3	308	712.300,00	217.800,00	109.550,00
	4	309	710.000,00	211.300,00	109.420,00
	5	310	704.600,00	213.700,00	109.420,00
	6	311	704.600,00	204.100,00	109.430,00
	7	312	703.800,00	205.300,00	109.440,00
	8	313	702.700,00	300.000,00	109.340,00
	9	314	703.100,00	270.400,00	109.500,00
	10	315	706.300,00	258.800,00	109.380,00
	11	316	766.000,00	304.700,00	109.410,00
	12	317	780.600,00	283.900,00	109.360,00
	13	318	778.300,00	252.000,00	109.430,00
	14	319	776.200,00	240.600,00	109.360,00
	15	320	773.700,00	243.400,00	109.340,00
	16	321	771.500,00	247.800,00	109.440,00
	17	322	767.600,00	231.500,00	109.410,00
	18	323	768.200,00	238.800,00	109.340,00
	19	324	765.500,00	234.300,00	109.500,00
	20	325	764.400,00	250.300,00	109.480,00
	21	326	850.200,00	284.000,00	109.470,00
	22	327	852.100,00	472.100,00	109.420,00
	23	328	886.600,00	442.500,00	109.450,00
	24	329	922.200,00	403.900,00	109.410,00
	25	330	1.395.200,00	616.100,00	109.360,00
	26	331	2.191.400,00	704.500,00	109.370,00
	27	332	2.156.500,00	882.500,00	109.320,00
	28	333	2.154.700,00	841.600,00	109.440,00
	29	334	1.858.300,00	820.800,00	109.410,00
	30	335	2.148.700,00	782.500,00	109.400,00

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Desember	1	336	2.132.600,00	890.200,00	109.430,00
	2	337	2.148.400,00	869.200,00	109.420,00
	3	338	2.109.000,00	91.500,00	60.460,00
	4	339	998.200,00	159.210,00	84.310,00
	5	340	1.638.900,00	463.400,00	109.320,00
	6	341	2.258.200,00	686.000,00	109.320,00
	7	342	2.380.600,00	889.300,00	109.440,00
	8	343	2.301.600,00	785.900,00	109.470,00
	9	344	2.301.000,00	827.000,00	109.430,00
	10	345	2.263.800,00	754.300,00	109.440,00
	11	346	2.225.300,00	745.500,00	109.400,00
	12	347	1.966.500,00	687.000,00	109.370,00
	13	348	1.045.100,00	425.500,00	590,00
	14	349	796.900,00	359.200,00	590,00
	15	350	800.300,00	419.100,00	590,00
	16	351	822.900,00	348.600,00	590,00
	17	352	865.600,00	475.000,00	32.580,00
	18	353	1.077.800,00	474.800,00	109.260,00
	19	354	1.297.300,00	534.800,00	109.370,00
	20	355	1.437.200,00	719.500,00	109.400,00
	21	356	1.720.800,00	767.100,00	109.390,00
	22	357	2.138.500,00	853.300,00	109.480,00
	23	358	1.563.000,00	852.000,00	109.400,00
	24	359	1.758.900,00	766.500,00	109.460,00
	25	360	1.670.100,00	839.400,00	107.720,00
	26	361	2.174.800,00	783.200,00	109.380,00
	27	362	2.207.100,00	911.500,00	109.410,00
	28	363	2.250.400,00	737.900,00	109.370,00
	29	364	2.321.200,00	866.000,00	104.390,00
	30	365	2.345.800,00	869.400,00	105.710,00
	31	366	2.321.200,00	788.300,00	109.410,00

Sumber: PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas

TABEL 3 - 9

DATA DEBIT RATA-RATA INFLOW WADUK (m³/detik)

Tahun 2004

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Januari	1	1	44,67	74,27	98,14
	2	2	38,82	67,44	89,32
	3	3	37,13	60,82	80,56
	4	4	41,83	59,11	74,42
	5	5	47,01	58,83	68,11
	6	6	65,75	61,81	60,81
	7	7	80,40	80,35	90,29
	8	8	86,05	102,31	109,29
	9	9	62,60	117,82	155,24
	10	10	78,62	121,40	172,36
	11	11	57,14	87,79	113,49
	12	12	82,11	94,47	115,16
	13	13	88,44	105,91	127,65
	14	14	90,11	103,98	127,86
	15	15	85,57	113,43	144,51
	16	16	59,95	113,32	135,44
	17	17	63,76	101,05	123,41
	18	18	54,27	94,43	115,29
	19	19	62,78	80,11	99,22
	20	20	69,50	99,78	105,61
	21	21	85,84	88,33	117,42
	22	22	87,89	113,41	130,30
	23	23	127,01	174,43	217,79
	24	24	98,64	164,23	212,97
	25	25	110,22	165,55	220,42
	26	26	97,92	142,47	183,74
	27	27	127,39	176,98	227,86
	28	28	84,78	131,19	181,80
	29	29	118,18	143,81	172,72
	30	30	129,50	179,63	261,03
	31	31	86,36	128,83	190,05

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sulam	Wingi	Lodoyo
Februan	1	32	88,45	132,56	169,87
	2	33	63,15	105,34	132,48
	3	34	108,96	128,27	150,86
	4	35	190,89	228,35	321,79
	5	36	108,01	187,27	250,84
	6	37	84,85	152,93	207,08
	7	38	79,50	118,54	154,26
	8	39	95,02	144,86	187,17
	9	40	74,29	113,65	140,96
	10	41	50,99	87,51	107,07
	11	42	50,76	74,87	92,11
	12	43	66,05	96,50	115,80
	13	44	63,96	102,99	141,36
	14	45	52,41	97,69	114,39
	15	46	58,18	95,26	115,59
	16	47	72,93	107,69	136,07
	17	48	66,64	94,03	114,52
	18	49	61,74	122,92	150,82
	19	50	102,71	147,17	174,16
	20	51	177,61	255,57	357,91
	21	52	250,56	207,23	289,20
	22	53	140,08	193,17	266,35
	23	54	134,49	202,85	185,70
	24	55	139,24	244,07	332,88
	25	56	138,85	198,35	273,43
	26	57	123,30	223,13	281,87
	27	58	150,21	256,62	400,62
	28	59	117,97	200,45	287,06
	29	60	133,72	240,36	298,85

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Maret	1	61	155,93	228,10	326,41
	2	62	106,38	160,86	212,96
	3	63	137,92	196,58	264,94
	4	64	115,51	191,38	240,76
	5	65	112,80	189,57	249,52
	6	66	102,66	185,79	234,20
	7	67	56,96	179,36	231,03
	8	68	82,80	120,61	159,59
	9	69	140,26	220,41	283,63
	10	70	139,73	215,89	318,43
	11	71	130,07	189,70	265,51
	12	72	145,84	181,98	226,86
	13	73	166,01	198,92	247,04
	14	74	186,55	200,38	266,45
	15	75	438,48	363,43	465,77
	16	76	185,85	294,61	433,92
	17	77	171,03	226,01	325,10
	18	78	168,39	234,39	325,93
	19	79	141,36	201,30	266,75
	20	80	144,85	185,60	236,86
	21	81	127,28	179,33	236,12
	22	82	125,57	174,70	219,05
	23	83	114,68	176,54	217,76
	24	84	127,37	190,00	245,13
	25	85	107,73	174,23	210,70
	26	86	86,42	171,04	204,71
	27	87	85,50	167,56	202,12
	28	88	106,75	165,56	199,03
	29	89	157,83	167,48	201,22
	30	90	184,56	189,78	226,47
	31	91	129,94	212,97	248,10

Bulan	Tanggal	Pertemuan	Suami	Wifigi	Lodoyo
April	1	92	129,90	215,46	282,22
	2	93	121,13	221,77	292,90
	3	94	104,13	196,90	276,27
	4	95	95,98	186,48	236,01
	5	96	115,15	174,80	216,10
	6	97	113,31	178,00	226,98
	7	98	69,13	146,58	192,27
	8	99	77,23	114,98	138,40
	9	100	68,87	88,83	121,57
	10	101	72,59	88,37	110,46
	11	102	90,01	128,70	150,25
	12	103	74,19	115,11	139,89
	13	104	72,31	101,91	116,95
	14	105	63,35	97,89	107,62
	15	106	73,40	107,82	122,69
	16	107	63,76	102,80	129,41
	17	108	91,09	91,87	112,13
	18	109	53,64	95,23	113,69
	19	110	79,50	100,25	116,72
	20	111	67,24	108,47	130,30
	21	112	56,90	91,21	110,46
	22	113	56,96	87,26	112,77
	23	114	72,96	83,41	97,15
	24	115	69,86	86,73	108,50
	25	116	67,92	85,21	96,14
	26	117	59,36	95,42	109,30
	27	118	55,34	71,15	91,06
	28	119	63,39	89,45	102,21
	29	120	66,47	98,56	109,32
	30	121	61,03	86,88	98,95

Bulan	Tanggal	Hari Kg	Sulami	Wilingi	Lodoyo
	1	122	46,54	77,45	89,73
	2	123	57,85	80,28	90,55
	3	124	59,81	79,85	96,28
	4	125	61,18	81,42	96,70
	5	126	57,17	75,81	90,22
	6	127	55,47	77,46	91,02
	7	128	62,04	75,01	103,41
	8	129	65,00	102,15	161,28
	9	130	62,24	107,19	86,72
	10	131	59,63	108,66	108,13
	11	132	47,83	24,18	87,50
	12	133	49,05	61,44	65,04
	13	134	50,01	62,84	64,22
	14	135	48,50	66,45	66,32
	15	136	47,98	67,61	71,40
	16	137	60,50	71,90	68,88
	17	138	75,63	85,73	95,55
	18	139	51,24	67,09	70,56
	19	140	46,93	72,00	74,09
	20	141	73,78	73,57	74,09
	21	142	55,63	74,44	81,03
	22	143	58,11	72,92	82,20
	23	144	56,40	84,87	88,74
	24	145	55,27	76,78	87,44
	25	146	59,03	89,82	103,08
	26	147	64,81	99,51	114,66
	27	148	56,12	88,78	99,44
	28	149	112,62	180,47	241,28
	29	150	86,30	132,47	175,65
	30	151	82,14	138,29	169,70
	31	152	57,37	78,26	91,98

Mei

Bulan	Tanggal	Har ke	Sutarni	Wingi	Lodoyo
	1	153	55,92	66,45	73,69
	2	154	50,08	79,72	88,72
	3	155	52,29	71,99	83,19
	4	156	53,18	84,31	96,08
	5	157	45,45	74,26	83,81
	6	158	50,25	66,48	73,60
	7	159	46,95	64,96	72,13
	8	160	42,02	68,28	72,02
	9	161	47,01	66,72	73,86
	10	162	46,66	68,99	73,66
	11	163	56,08	77,63	87,67
	12	164	54,16	78,23	77,67
	13	165	55,23	78,41	92,82
	14	166	64,33	85,21	96,19
	15	167	51,52	82,70	97,55
	16	168	43,84	72,85	89,65
	17	169	44,45	61,50	72,46
	18	170	42,16	68,08	83,36
	19	171	47,30	65,27	86,62
	20	172	43,04	64,14	86,43
	21	173	42,70	63,44	87,40
	22	174	35,53	67,42	83,91
	23	175	49,30	64,15	75,24
	24	176	39,26	65,03	68,56
	25	177	41,63	62,53	65,49
	26	178	41,67	63,88	65,78
	27	179	31,40	64,05	69,38
	28	180	36,16	64,27	76,92
	29	181	38,82	62,43	88,40
	30	182	38,68	62,96	84,79

53

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Juli	1	183	42,95	61,88	79,56
	2	184	41,40	63,04	77,81
	3	185	42,22	61,70	70,97
	4	186	49,36	63,73	71,62
	5	187	41,28	66,14	72,51
	6	188	44,66	64,60	73,05
	7	189	35,43	65,39	72,60
	8	190	43,45	62,57	72,47
	9	191	44,27	65,97	72,45
	10	192	39,15	67,48	72,90
	11	193	29,04	64,90	72,78
	12	194	40,45	68,94	75,32
	13	195	40,14	69,21	71,79
	14	196	38,08	63,12	70,73
	15	197	41,23	63,91	70,53
	16	198	41,09	56,31	68,33
	17	199	38,37	59,55	70,33
	18	200	38,99	57,32	78,71
	19	201	38,74	62,08	76,18
	20	202	37,17	59,58	75,75
	21	203	35,09	59,25	75,07
	22	204	36,45	56,42	69,81
	23	205	37,14	56,01	67,42
	24	206	36,96	53,76	63,63
	25	207	36,45	55,50	64,77
	26	208	35,34	55,33	64,31
	27	209	35,11	53,50	64,31
	28	210	34,14	55,85	67,55
	29	211	33,06	51,77	70,63
	30	212	34,76	55,07	68,48
	31	213	32,76	52,54	73,36

Bulan	Tanggal	Hari No	Subamir	Windi	Lodoyo
Agustus	1	214	32,13	51,84	73,39
	2	215	35,70	48,68	66,61
	3	216	36,27	48,82	65,26
	4	217	33,29	49,89	55,36
	5	218	34,33	49,31	50,08
	6	219	31,12	50,34	48,67
	7	220	31,12	49,59	49,74
	8	221	30,89	48,81	54,32
	9	222	32,91	50,32	58,57
	10	223	90,96	50,42	59,76
	11	224	30,93	52,70	59,06
	12	225	32,53	47,51	59,28
	13	226	29,98	48,45	54,07
	14	227	35,25	48,41	47,42
	15	228	31,49	47,10	46,92
	16	229	30,39	48,85	46,07
	17	230	30,94	48,40	57,63
	18	231	29,76	47,00	59,32
	19	232	28,99	47,06	58,66
	20	233	30,00	47,12	59,26
	21	234	27,84	47,28	59,43
	22	235	27,58	46,13	55,62
	23	236	30,06	45,64	49,19
	24	237	28,58	46,92	45,80
	25	238	28,52	43,29	45,71
	26	239	31,50	48,39	44,81
	27	240	29,23	44,15	47,13
	28	241	27,86	43,47	50,68
	29	242	30,27	47,60	50,14
	30	243	29,11	46,83	53,46
	31	244	29,05	45,70	56,76

Bulan	Tanggal	Hari Ke	Surami	Wilingi	Lodoyo
September	1	245	29,67	46,29	52,23
	2	246	27,09	44,83	45,93
	3	247	28,81	45,12	41,25
	4	248	28,94	45,58	46,25
	5	249	26,88	45,68	45,49
	6	250	27,68	45,64	50,08
	7	251	27,72	45,53	56,24
	8	252	27,62	45,53	50,75
	9	253	27,33	45,29	52,09
	10	254	24,39	47,14	53,37
	11	255	30,47	45,65	48,86
	12	256	28,83	47,29	66,87
	13	257	28,74	47,79	45,16
	14	258	74,24	51,89	46,70
	15	259	41,11	60,44	57,25
	16	260	49,28	64,04	74,91
	17	261	40,58	66,32	78,94
	18	262	38,28	67,98	80,68
	19	263	37,67	68,09	82,40
	20	264	37,68	67,71	80,50
	21	265	33,95	68,10	67,51
	22	266	39,14	66,72	77,33
	23	267	34,60	67,87	76,06
	24	268	33,77	69,42	70,20
	25	269	86,94	67,10	78,07
	26	270	32,45	70,07	79,80
	27	271	26,70	63,57	81,12
	28	272	27,79	44,22	55,22
	29	273	26,96	46,59	48,20
	30	274	33,32	48,76	51,96

Bulan	Tanggal	Hari	Surambi	Wingsi	Lodoyo
Oktober	1	275	28,09	52,98	53,09
	2	276	29,09	46,21	46,01
	3	277	28,57	48,76	45,76
	4	278	29,74	46,47	43,78
	5	279	31,68	54,70	47,88
	6	280	31,77	53,11	56,13
	7	281	30,63	54,18	62,02
	8	282	47,53	54,04	61,42
	9	283	28,55	55,79	57,87
	10	284	31,32	56,67	60,82
	11	285	32,73	68,26	76,98
	12	286	29,17	46,63	51,03
	13	287	24,18	51,37	46,70
	14	288	24,81	50,30	97,22
	15	289	27,66	53,61	47,71
	16	290	28,49	52,61	50,92
	17	291	29,97	52,89	48,07
	18	292	27,44	53,92	51,91
	19	293	28,48	53,65	53,20
	20	294	30,47	52,48	49,00
	21	295	28,44	50,79	49,89
	22	296	27,15	51,74	51,43
	23	297	27,08	48,71	49,63
	24	298	26,89	52,25	49,00
	25	299	27,10	51,97	50,16
	26	300	26,18	52,92	50,83
	27	301	30,21	53,66	49,66
	28	302	33,99	50,63	48,27
	29	303	29,88	52,51	46,20
	30	304	31,52	52,90	47,29
	31	305	32,72	56,24	53,40

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
November	1	306	31,15	53,40	52,63
	2	307	28,07	59,23	54,23
	3	308	30,89	53,59	55,28
	4	309	24,84	55,27	56,11
	5	310	28,40	55,39	53,81
	6	311	29,39	55,42	54,34
	7	312	41,04	55,59	53,83
	8	313	39,09	70,07	75,05
	9	314	55,24	70,24	74,70
	10	315	54,70	61,10	68,36
	11	316	46,10	78,23	79,77
	12	317	45,37	65,62	84,50
	13	318	31,67	63,84	67,36
	14	319	33,23	63,21	67,09
	15	320	33,28	61,10	67,49
	16	321	35,55	60,41	60,91
	17	322	36,23	60,05	64,89
	18	323	36,65	58,88	62,22
	19	324	35,39	63,16	66,99
	20	325	43,32	65,68	67,60
	21	326	45,62	73,26	70,01
	22	327	65,53	105,44	126,61
	23	328	125,19	116,89	138,52
	24	329	73,10	100,39	117,02
	25	330	129,80	136,99	179,44
	26	331	119,98	169,61	218,37
	27	332	111,76	202,42	272,40
	28	333	104,59	191,37	271,67
	29	334	124,69	224,55	272,25
	30	335	123,91	181,38	265,26

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Desember	1	336	128,74	216,57	259,82
	2	337	189,56	273,01	348,38
	3	338	198,92	1.026,32	1.354,88
	4	339	132,32	279,59	558,49
	5	340	83,66	157,05	226,96
	6	341	91,50	176,50	232,93
	7	342	79,35	190,27	242,43
	8	343	76,11	176,56	228,11
	9	344	77,33	181,83	235,41
	10	345	69,26	161,85	217,55
	11	346	82,48	164,66	250,44
	12	347	75,44	154,15	197,66
	13	348	58,93	101,85	135,43
	14	349	38,19	84,44	122,08
	15	350	51,71	98,21	122,22
	16	351	52,07	94,35	115,31
	17	352	73,00	108,21	139,93
	18	353	97,65	117,45	133,71
	19	354	74,25	125,14	151,56
	20	355	82,50	162,28	211,04
	21	356	108,68	188,88	226,11
	22	357	107,18	190,49	272,41
	23	358	99,16	205,71	281,40
	24	359	109,04	171,68	250,40
	25	360	126,77	215,77	299,31
	26	361	138,09	194,70	288,31
	27	362	133,32	221,21	276,55
	28	363	172,83	235,24	337,03
	29	364	185,94	300,97	403,73
	30	365	191,79	193,31	280,03
	31	366	95,87	187,69	221,47

Sumber: Perum Jasa Tirta I

TABEL 3 - 10

DATA DEBIT RATA-RATA OUTFLOW WADUK (m³/detik)

Tahun 2004

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wlingi	Lodoyo
Januari	1	1	50,00	56,05	49,89
	2	2	47,22	52,73	49,65
	3	3	42,75	57,55	49,65
	4	4	39,96	45,34	51,09
	5	5	39,97	41,66	51,65
	6	6	45,24	42,52	53,04
	7	7	52,47	72,75	48,72
	8	8	45,29	83,22	48,43
	9	9	43,89	104,14	48,33
	10	10	44,24	109,20	48,53
	11	11	42,46	68,12	48,82
	12	12	51,69	79,67	48,42
	13	13	79,12	92,04	48,13
	14	14	78,46	84,13	48,52
	15	15	92,10	105,57	48,22
	16	16	69,26	93,96	48,32
	17	17	63,15	87,58	47,34
	18	18	57,76	82,49	48,62
	19	19	49,39	67,55	49,38
	20	20	47,66	78,18	48,62
	21	21	55,90	89,06	48,72
	22	22	66,41	94,42	48,62
	23	23	123,71	155,81	48,33
	24	24	97,24	153,03	153,03
	25	25	109,60	152,98	48,72
	26	26	93,42	126,06	48,53
	27	27	122,15	157,08	48,83
	28	28	85,00	117,98	49,80
	29	29	79,19	123,19	48,13
	30	30	149,74	167,05	48,13
	31	31	91,46	121,24	49,22

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wlingi	Lodoyo
Februari	1	32	89,02	117,73	48,72
	2	33	75,35	92,60	49,70
	3	34	64,52	88,58	48,82
	4	35	153,58	136,19	49,41
	5	36	162,50	173,93	49,71
	6	37	117,98	142,98	49,71
	7	38	67,20	106,33	48,52
	8	39	98,00	128,08	48,62
	9	40	78,59	96,21	96,21
	10	41	51,79	75,76	48,53
	11	42	50,00	58,40	48,33
	12	43	53,08	79,66	48,33
	13	44	74,59	95,60	48,64
	14	45	63,92	80,91	48,74
	15	46	65,51	80,89	49,18
	16	47	75,68	95,32	49,24
	17	48	70,27	81,11	48,96
	18	49	101,43	102,77	48,33
	19	50	97,66	111,19	47,83
	20	51	150,85	148,77	48,72
	21	52	150,94	162,02	45,44
	22	53	148,98	162,02	45,44
	23	54	149,50	69,81	21,75
	24	55	149,69	228,16	48,62
	25	56	148,96	183,98	49,41
	26	57	149,65	194,09	48,23
	27	58	149,38	216,83	48,62
	28	59	149,42	195,86	48,62
	29	60	149,42	195,43	48,43

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wlingi	Lodoyo
Maret	1	61	143,60	217,65	48,92
	2	62	104,24	144,47	49,41
	3	63	149,77	190,77	48,53
	4	64	149,27	102,75	48,23
	5	65	148,79	180,88	48,62
	6	66	149,72	168,63	48,62
	7	67	150,49	171,61	49,12
	8	68	88,24	108,40	49,33
	9	69	145,93	189,57	48,62
	10	70	149,31	206,11	48,72
	11	71	149,94	181,21	48,82
	12	72	140,81	165,12	48,53
	13	73	149,94	179,17	48,92
	14	74	150,30	193,58	48,43
	15	75	147,33	195,89	49,71
	16	76	145,71	231,65	49,91
	17	77	146,55	191,41	50,01
	18	78	145,93	228,84	48,72
	19	79	146,34	177,60	49,12
	20	80	146,22	172,41	48,72
	21	81	146,28	169,36	48,92
	22	82	146,06	170,86	48,43
	23	83	146,70	163,99	49,12
	24	84	146,51	176,80	48,62
	25	85	146,93	154,35	48,23
	26	86	146,80	158,72	48,03
	27	87	147,68	154,59	47,93
	28	88	148,30	152,77	48,13
	29	89	148,80	156,29	48,23
	30	90	148,38	171,91	48,13
	31	91	147,82	180,39	48,33

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wlingi	Lodoyo
April	1	92	147,64	204,40	48,23
	2	93	147,74	201,68	47,74
	3	94	147,67	188,01	49,02
	4	95	148,45	169,10	48,82
	5	96	148,64	159,58	48,33
	6	97	149,24	156,71	48,72
	7	98	109,91	139,16	48,62
	8	99	82,70	94,16	49,22
	9	100	55,91	78,32	48,84
	10	101	67,72	77,90	48,53
	11	102	101,09	109,04	48,43
	12	103	89,36	101,11	49,32
	13	104	76,47	81,80	49,22
	14	105	72,83	80,81	49,12
	15	106	73,15	91,56	38,12
	16	107	70,62	93,85	49,58
	17	108	67,59	74,74	49,04
	18	109	65,54	75,27	49,16
	19	110	71,69	82,61	48,23
	20	111	85,50	94,90	48,13
	21	112	67,19	76,06	48,33
	22	113	64,55	73,93	48,32
	23	114	61,29	65,98	49,28
	24	115	63,40	74,21	48,53
	25	116	64,00	68,72	48,86
	26	117	65,04	81,93	48,33
	27	118	53,85	52,73	50,35
	28	119	62,00	76,08	48,22
	29	120	78,83	81,91	48,13
	30	121	59,26	70,39	48,13

Bulan	Tanggal	Hari Ke	Sutami	Wilingi	Lodoyo
	1	122	59,01	61,72	48,96
	2	123	59,23	58,35	48,82
	3	124	60,31	65,10	48,22
	4	125	59,58	66,16	48,32
	5	126	58,64	60,44	48,74
	6	127	57,39	57,55	48,32
	7	128	55,90	54,35	46,06
	8	129	87,09	54,35	46,06
	9	130	92,99	34,50	81,72
	10	131	90,94	101,30	29,45
	11	132	45,44	55,47	50,35
	12	133	45,66	46,04	51,66
	13	134	49,45	43,45	50,87
	14	135	54,07	46,71	49,89
	15	136	54,10	48,83	49,11
	16	137	58,11	51,01	48,06
	17	138	61,70	69,54	48,03
	18	139	54,00	58,15	48,82
	19	140	53,88	55,52	48,52
	20	141	53,99	55,69	48,03
	21	142	53,95	60,61	48,32
	22	143	54,54	65,57	48,33
	23	144	54,41	61,58	48,72
	24	145	60,90	67,70	48,03
	25	146	71,43	74,83	47,34
	26	147	81,45	95,46	47,74
	27	148	56,94	71,88	48,43
	28	149	115,44	168,57	48,82
	29	150	98,33	118,49	49,68
	30	151	102,18	124,47	48,53
	31	152	47,23	61,21	49,80

Mei

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Juni	1	153	54,03	47,11	48,62
	2	154	58,27	63,73	48,13
	3	155	57,64	57,81	47,93
	4	156	72,41	70,95	47,83
	5	157	57,19	57,59	48,62
	6	158	50,95	51,28	48,53
	7	159	53,38	48,80	49,38
	8	160	54,04	51,66	48,72
	9	161	53,32	51,43	48,84
	10	162	54,13	51,34	48,84
	11	163	61,18	64,58	47,83
	12	164	54,19	59,24	48,62
	13	165	60,85	63,81	48,13
	14	166	71,41	66,35	47,83
	15	167	59,01	82,70	97,55
	16	168	54,01	59,57	47,83
	17	169	54,25	40,64	51,06
	18	170	54,10	65,10	48,52
	19	171	54,07	63,31	48,13
	20	172	54,00	63,45	47,93
	21	173	53,85	61,72	48,03
	22	174	54,00	61,90	48,22
	23	175	54,50	50,71	48,96
	24	176	54,00	46,83	49,71
	25	177	54,00	48,15	49,79
	26	178	54,00	46,29	49,57
	27	179	53,91	47,70	49,06
	28	180	54,03	59,29	48,03
	29	181	53,70	62,06	48,23
	30	182	54,08	60,79	48,33

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wilingi	Lodoyo
	1	183	54,00	64,61	47,83
	2	184	54,00	61,01	47,93
	3	185	54,00	49,98	49,31
	4	186	54,00	47,64	49,25
	5	187	54,00	50,24	48,94
	6	188	54,00	50,25	49,06
	7	189	54,00	48,77	49,38
	8	190	54,05	48,83	49,06
	9	191	53,80	49,14	47,34
	10	192	54,01	50,78	48,52
	11	193	53,99	51,67	48,96
	12	194	54,00	59,59	48,22
	13	195	54,00	48,20	49,33
	14	196	54,02	53,15	48,52
	15	197	51,00	52,97	48,33
	16	198	51,00	45,67	50,31
	17	199	51,00	51,57	48,53
	18	200	50,80	60,33	48,03
	19	201	50,57	58,34	48,53
	20	202	51,01	57,95	48,33
	21	203	45,62	58,44	48,13
	22	204	45,55	55,16	48,92
	23	205	45,54	43,09	44,26
	24	206	45,54	42,80	19,66
	25	207	45,54	44,97	29,69
	26	208	45,55	42,39	29,61
	27	209	45,54	42,66	29,75
	28	210	45,54	49,53	29,06
	29	211	45,53	52,50	29,06
	30	212	45,54	49,59	29,06
	31	213	45,54	53,18	28,94

iii

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wilingi	Lodoyo
	1	214	42,95	49,86	29,06
	2	215	41,00	43,35	29,50
	3	216	41,00	41,11	43,97
	4	217	41,00	48,63	52,46
	5	218	41,00	40,70	50,37
	6	219	41,00	40,78	48,67
	7	220	41,00	46,98	47,30
	8	221	41,00	48,82	48,91
	9	222	41,00	47,72	48,52
	10	223	41,00	48,43	48,53
	11	224	40,00	44,69	48,83
	12	225	40,00	42,33	45,61
	13	226	40,00	37,14	51,59
	14	227	40,00	37,77	47,47
	15	228	40,00	40,04	45,62
	16	229	40,00	40,29	45,47
	17	230	40,00	45,38	49,58
	18	231	40,00	46,47	49,16
	19	232	40,00	44,51	49,68
	20	233	40,00	45,26	49,06
	21	234	38,00	46,35	48,73
	22	235	38,72	39,53	50,65
	23	236	38,03	39,63	47,99
	24	237	38,38	38,04	46,50
	25	238	38,00	35,43	46,46
	26	239	38,00	36,26	47,74
	27	240	38,00	41,52	45,94
	28	241	38,00	42,12	50,21
	29	242	38,00	44,15	49,75
	30	243	38,00	42,54	49,44
	31	244	38,00	45,88	49,12

Agustus

Bulan	Tanggal	Hari Ke	Sutami	Wilingi	Lodoyo
	1	245	38,00	37,11	50,61
	2	246	38,00	37,56	46,43
	3	247	38,00	38,81	41,91
	4	248	38,00	42,62	44,37
	5	249	38,00	36,98	45,78
	6	250	38,00	50,09	45,47
	7	251	38,00	42,47	49,75
	8	252	38,00	44,73	49,85
	9	253	38,00	45,15	49,26
	10	254	38,00	45,79	49,06
	11	255	40,00	36,05	50,07
	12	256	40,00	39,13	46,68
	13	257	40,00	39,25	44,68
	14	258	49,01	41,72	45,51
	15	259	51,41	50,99	48,82
	16	260	58,13	63,14	48,03
	17	261	58,46	67,06	47,31
	18	262	59,87	68,55	48,43
	19	263	59,30	63,68	48,36
	20	264	59,44	64,87	48,33
	21	265	62,20	55,71	48,82
	22	266	62,54	60,99	49,06
	23	267	62,17	62,46	48,84
	24	268	47,44	59,36	48,62
	25	269	60,10	58,10	48,43
	26	270	60,76	66,04	48,13
	27	271	40,28	65,63	48,13
	28	272	40,00	42,49	50,15
	29	273	40,12	43,28	47,47
	30	274	46,04	47,71	49,78

September,

Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wilingi	Lodoyo
	1	275	41,24	43,30	50,65
	2	276	40,06	40,72	45,84
	3	277	40,15	40,70	45,73
	4	278	45,87	38,89	43,08
	5	279	47,46	42,89	46,02
	6	280	47,32	48,89	48,96
	7	281	49,28	53,24	48,62
	8	282	48,68	53,82	48,53
	9	283	49,31	50,87	48,72
	10	284	51,17	52,13	48,43
	11	285	60,43	66,90	47,74
	12	286	46,12	38,18	48,45
	13	287	42,18	42,34	45,77
	14	288	46,10	42,19	46,92
	15	289	46,88	40,03	46,73
	16	290	47,00	43,61	50,10
	17	291	46,91	44,44	47,34
	18	292	46,58	46,08	47,41
	19	293	46,95	42,16	49,40
	20	294	47,00	42,67	49,16
	21	295	45,00	41,80	49,22
	22	296	45,00	40,80	49,50
	23	297	45,00	44,16	49,47
	24	298	45,02	42,52	48,78
	25	299	45,00	45,50	49,33
	26	300	45,00	42,09	49,59
	27	301	45,00	43,43	49,53
	28	302	45,00	40,95	48,60
	29	303	46,00	41,81	45,59
	30	304	46,00	44,33	45,17
	31	305	46,00	45,10	49,89

Oktober

Bulan	Tanggal	Hari Ke	Sutarni	Wilingi	Lodoyo
November	1	306	47,50	45,77	50,01
	2	307	47,50	46,87	49,79
	3	308	47,50	48,44	49,89
	4	309	47,50	40,40	50,11
	5	310	47,32	45,19	50,35
	6	311	47,50	44,37	49,89
	7	312	47,50	44,02	49,67
	8	313	47,50	64,36	48,42
	9	314	47,50	58,02	49,45
	10	315	47,50	56,01	49,16
	11	316	51,54	65,20	49,06
	12	317	52,50	61,01	49,81
	13	318	52,50	54,65	49,06
	14	319	52,50	52,26	49,48
	15	320	52,50	52,47	49,92
	16	321	52,50	53,46	49,16
	17	322	52,40	50,25	49,80
	18	323	52,50	48,78	49,06
	19	324	52,50	49,96	49,70
	20	325	52,50	47,97	48,53
	21	326	58,51	127,50	48,97
	22	327	58,50	96,84	48,62
	23	328	60,00	96,92	48,53
	24	329	62,00	82,40	48,62
	25	330	93,25	129,50	48,62
	26	331	145,78	150,29	48,72
	27	332	144,98	187,36	48,52
	28	333	145,12	182,22	49,32
	29	334	125,89	174,70	49,61
	30	335	144,65	169,94	48,92

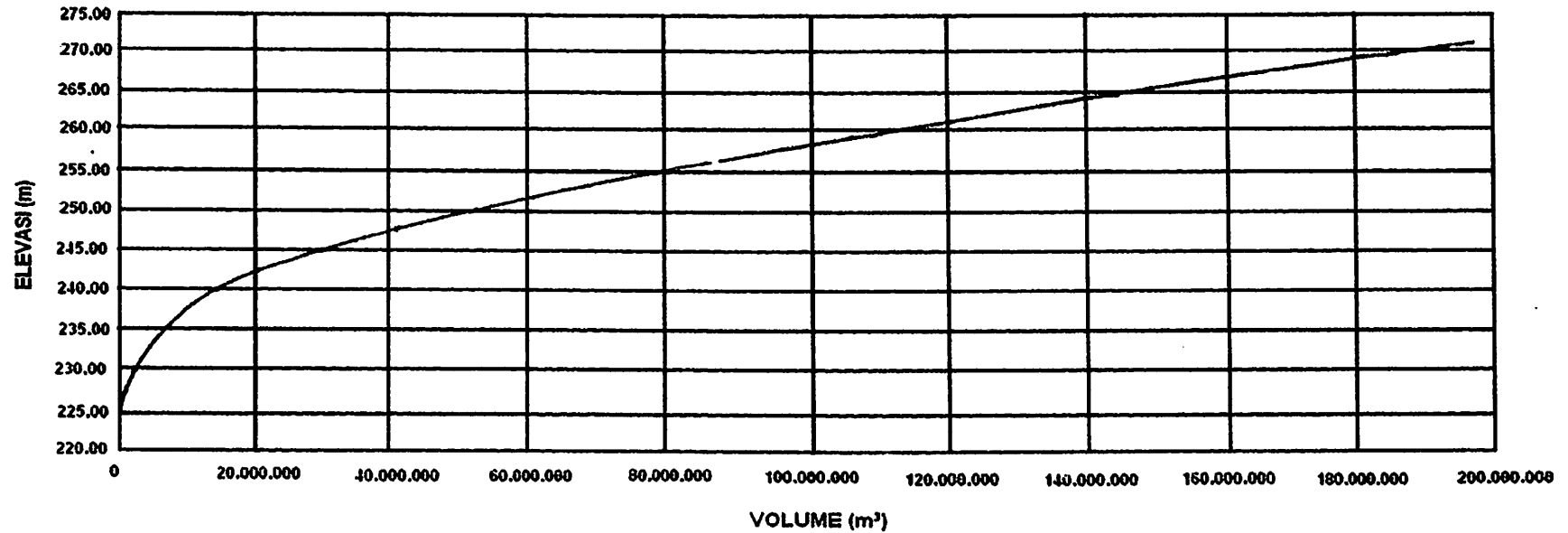
Bulan	Tanggal	Hari ke	Sutami	Wingi	Lodoyo
Desember	1	336	144,10	185,85	49,12
	2	337	144,40	189,32	49,02
	3	338	143,26	19,96	32,68
	4	339	56,63	30,14	39,37
	5	340	102,90	96,15	49,11
	6	341	142,38	144,85	49,01
	7	342	151,20	181,71	48,92
	8	343	147,56	167,21	49,21
	9	344	148,79	175,68	49,71
	10	345	148,28	160,85	49,51
	11	346	147,43	152,56	48,72
	12	347	131,26	150,15	49,71
	13	348	69,95	90,58	49,71
	14	349	53,29	76,22	49,71
	15	350	53,41	88,97	49,71
	16	351	54,68	73,68	49,71
	17	352	57,40	98,60	14,88
	18	353	70,94	99,99	49,13
	19	354	85,22	111,63	49,11
	20	355	94,52	151,42	49,80
	21	356	113,10	163,82	49,71
	22	357	140,63	185,07	50,01
	23	358	103,11	182,52	51,52
	24	359	115,61	162,73	51,79
	25	360	109,63	178,08	51,49
	26	361	141,49	170,30	53,93
	27	362	143,90	196,80	52,05
	28	363	145,20	159,77	54,48
	29	364	149,06	183,64	53,18
	30	365	149,74	186,91	50,94
	31	366	148,79	169,54	51,49

Sumber: PT. PJB. Unit Pembangkitan Brantas

GRAFIK 3-1
LENGKUNG KAPASITAS WADUK SUTAMI

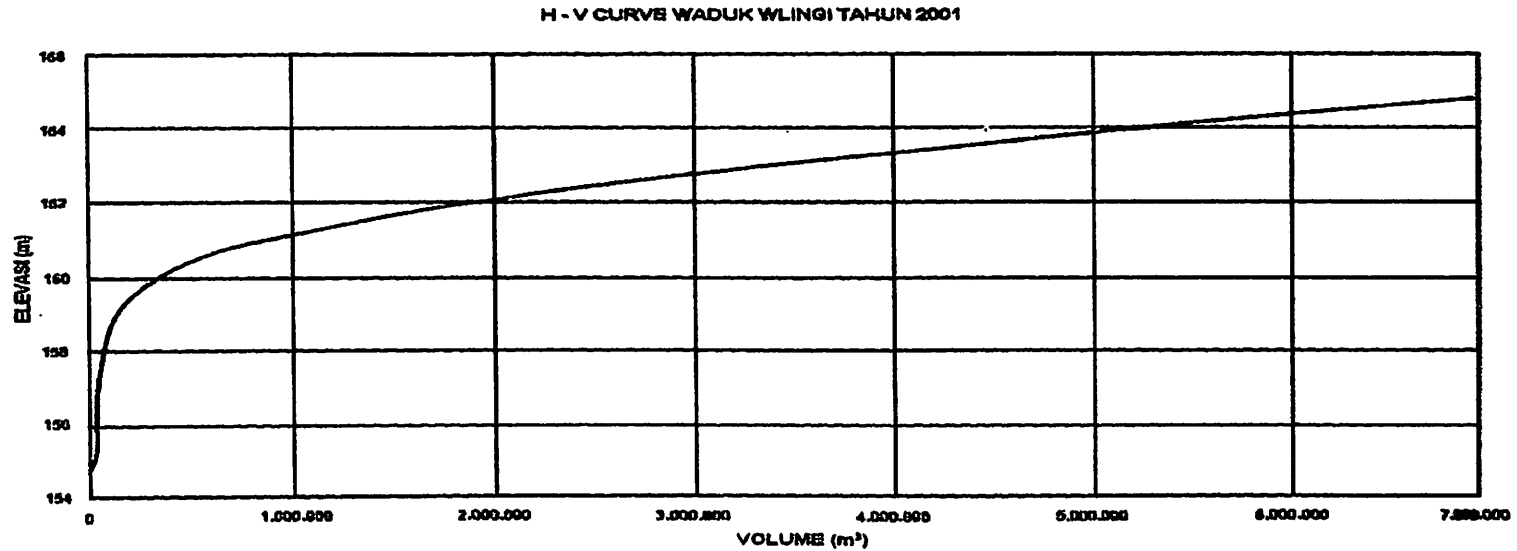
Rumus : $V = - 678.344.110.063,238 + 14.176.751.340,5044 h - 118.350.570,37768 h^2 + 493.480,9147173 h^3 - 1.028,14188541 h^4 + 0,85672749569 h^5$

H - V CURVE WADUK SUTAMI TAHUN 2003



GRAFIK 3-2 LENGKUNG KAPASITAS WADUK WLINGI.

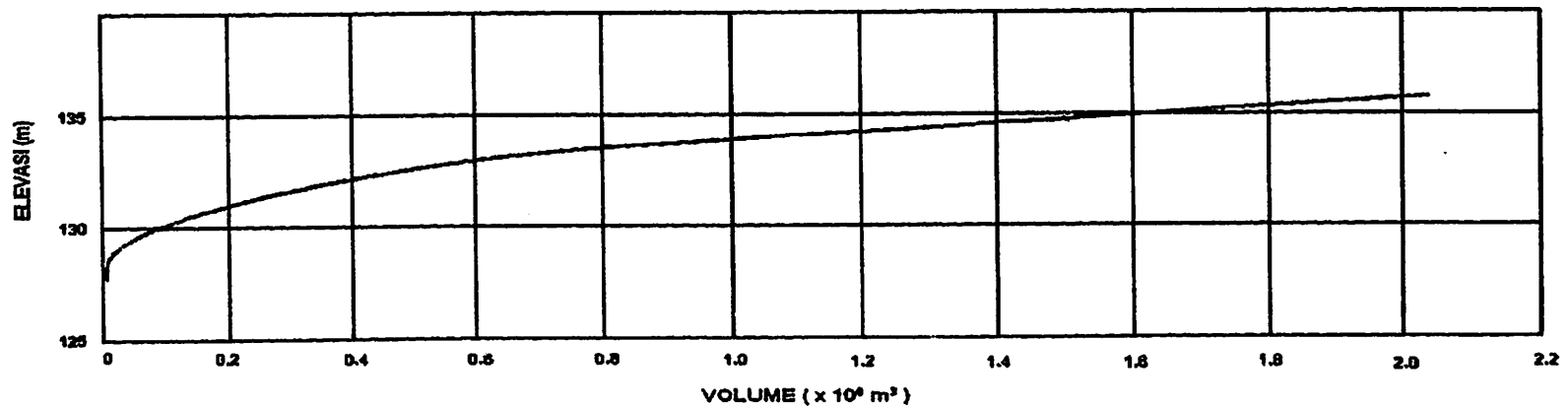
Rumus : $V = 20.862.139.584,741000 - 531.163.491,579845 h - 3.272.221,001615960 h^2 + 12.914,43582945410 h^3 - 185,437381879332 h^4 + 0,467170166834 h^5$



GRAFIK 3-3
LENGKUNG KAPASITAS WADUK LODOYO

Rumus : $V = -4.583.124.334,54836 - 709.953.290,31764 h - 24.156.989,65252 h^2 - 284.317,20432 h^3 + 1.458,67647 h^4 - 2,78335 h^5$

H - V CURVE WADUK LODOYO TAHUN 1999



BAB IV

ANALISA DATA DENGAN METODE DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA BALI

4.1. Program Komputer Metode Dynamic Programming

Untuk pemecahan masalah penjadwalan unit pembangkit hidro jangka panjang ini digunakan bantuan program komputer. Program komputer ini sangat berguna untuk mempercepat proses penghitungan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan sering melibatkan iterasi yang memerlukan waktu yang lama bila dikerjakan secara manual.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman *BorlandDelphi* Versi 7, yang merupakan bahasa pemrograman terstruktur yang relatif mudah untuk dipelajari dan mudah penggunaannya.

4.2. Algoritma Program

Algoritma program menggunakan *Dynamic Programming*

Algoritma Dua Tahap Berbasis Dynamic Programming

- Kita asumsikan sebuah kira-kira awal untuk $V(t)$, yaitu.

$[V^0(0), V^0(1), \dots, V^0(T)]$. Vector awal dikalkulasi dengan memakai algoritma sederhana yang hanya memperhitungkan persamaan keseimbangan air.

- Kira-kira awalan $V(t)$ dipakai untuk menyelesaikan $\min_{V(t)} \left[f_1(V^{k-1}(t-1), V(t)) + f_2(V(t), V^{k-1}(t+1)) \right]$

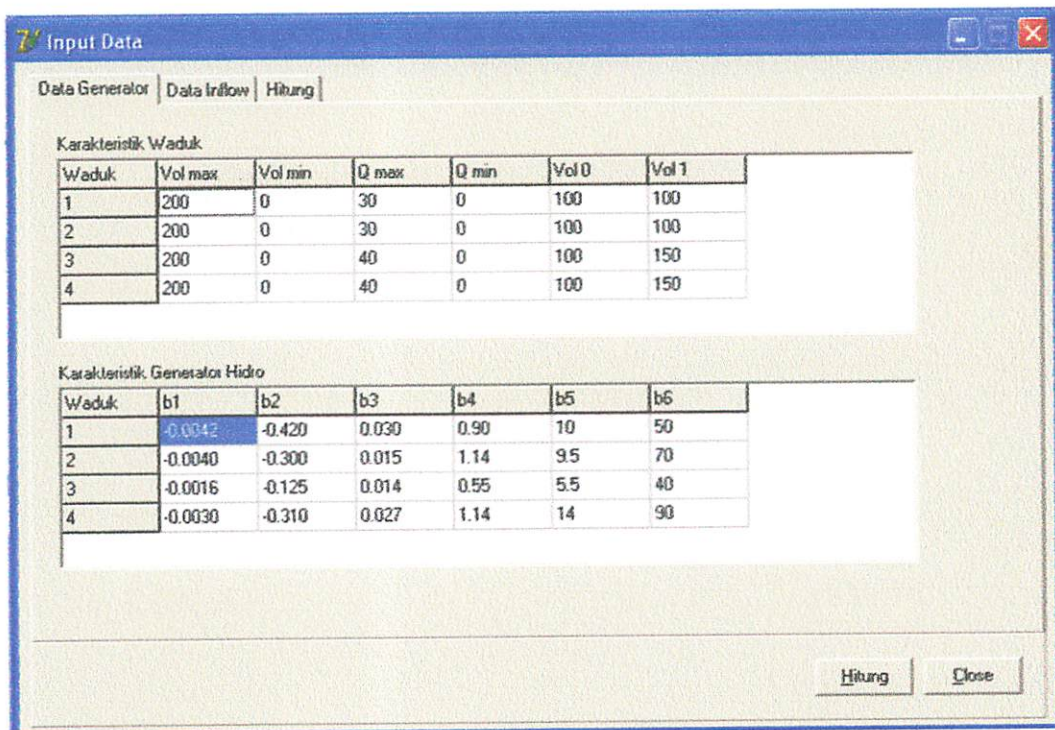
dimulai dengan dua periode pertama. Vector-vektor muatan reservoir $V^0(0)$ and $V^0(2)$ digunakan untuk menghitung nilai-nilai baru pada periode 1, $V^1(1)$. Dengan memakai $V^1(1)$ dan $V^0(3)$ kita ulangi optimalisasi itu untuk $V^1(2)$ yang baru. Kita lanjutkan prosedur ini hingga kita peroleh $V^1(T)$. Sebentuk denda (hukuman) ditambahkan untuk menghukum simpangan-simpangan (deviasi) muatan target yang diinginkan pada periode terakhir. Untuk iterasi pertama ($k=1$) kita peroleh $[V^1(0), V^1(1), \dots, V^1(T)]$.

- **Prosedur iteratif yang dijabarkan pada alinea-alinea sebelumnya diulangi hingga perbedaan pada nilai-nilai muatan reservoir pada iterasi yang susul menyusul untuk semua periode, berada di bawah suatu toleransi yang diinginkan atau jumlah iterasi maksimum telah tercapai.**

4.3. Validasi Program

Sebelum menjalankan perhitungan dengan menggunakan program komputer untuk mengeksekusi permasalahan, terlebih dahulu dilakukan uji validasi sebagaimana pada jurnal IEEE yang berjudul "a dynamic programming two-stage algorithm for long-term hydrothermal scheduling of multireservoir system" yang digunakan sebagai acuan pada penulisan skripsi ini.

Data yang digunakan dalam uji validasi sebagaimana pada jurnal tersebut adalah, karakteristik tiap-tiap reservoir (10^4 m^3) pada gambar 4-1, dan besarnya arus air masuk tiap-tiap reservoir (10^4 m^3) seperti terlihat pada tabel 4-1

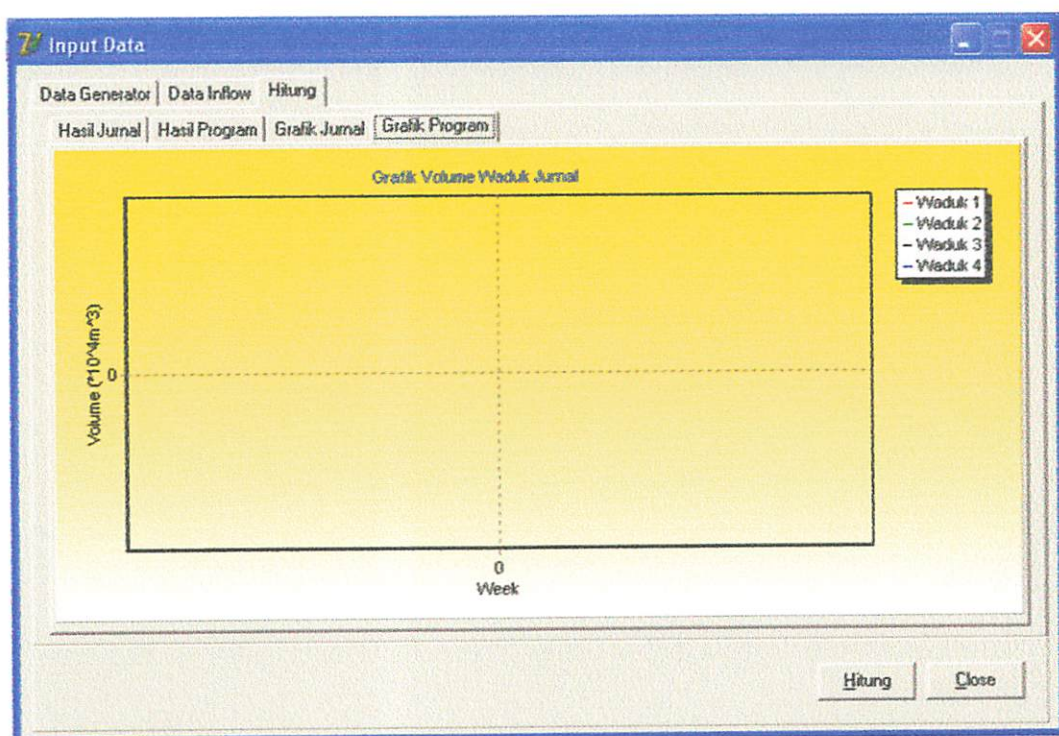


Gambar 4-1
Tabel Karakteristik Unit Pembangkit Hidro

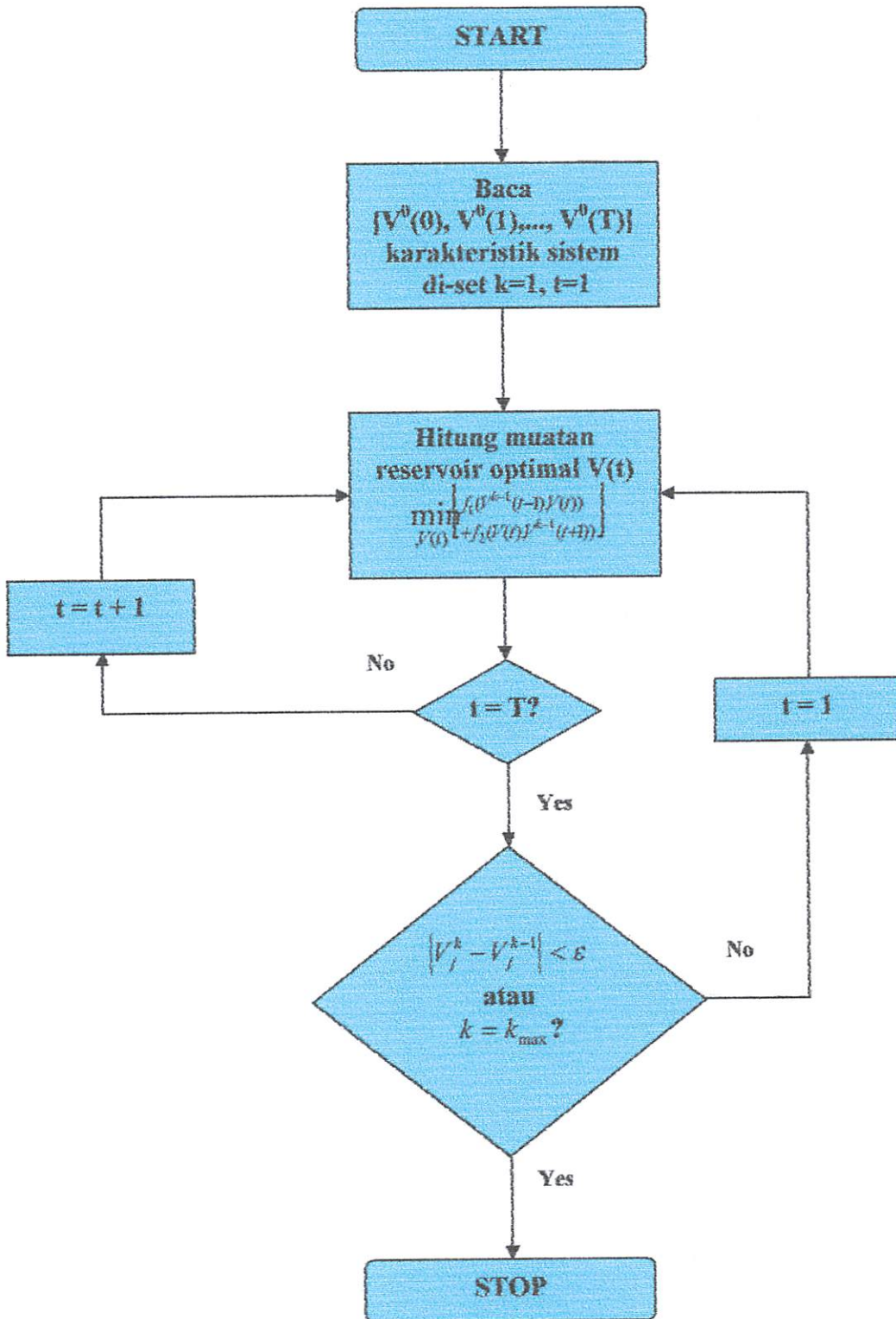
Tabel 4-1

Arus Air Masuk Tiap-tiap Reservoir (10^4 m^3)

minggu	I	II	III	IV	minggu	I	II	III	IV
1	2016	1008	504	504	27	1344	1226	168	0
2	2016	1008	672	336	28	1344	1243	336	0
3	1982	1092	840	168	29	1428	1294	168	0
4	1966	1126	1008	0	30	1462	1344	336	0
5	1966	1142	1176	0	31	1478	1428	168	0
6	1949	1159	1344	0	32	1512	1512	202	0
7	1932	1176	1478	0	33	1546	1546	218	0
8	1915	1210	1495	0	34	1562	1596	252	0
9	1898	1226	1512	0	35	1596	1630	336	0
10	1882	1260	1509	0	36	1630	1663	420	0
11	1848	1310	1462	0	37	1663	1680	504	0
12	1848	1294	1445	0	38	1680	1680	504	0
13	1831	1327	1428	0	39	1680	1680	336	0
14	1823	1344	1411	0	40	1798	1646	370	0
15	1798	1378	1394	0	41	1831	1613	386	0
16	1781	1411	1378	0	42	1848	1596	403	0
17	1764	1394	1344	0	43	1932	1562	420	0
18	1680	1378	1378	0	44	1966	1546	504	0
19	1646	1344	1277	0	45	1999	1512	588	0
20	1630	1327	1176	0	46	1966	1428	588	0
21	1613	1277	1008	0	47	1982	1344	672	0
22	1579	1260	924	0	48	2016	1260	672	0
23	1512	1260	672	0	49	2016	1176	588	0
24	1428	1243	504	0	50	2016	1092	588	168
25	1462	1176	336	0	51	2016	1008	504	326
26	1428	1176	166	0	52	2016	1008	672	504



Gambar 4-2
Grafik Validasi Karakteristik Unit Pembangkit Hidro

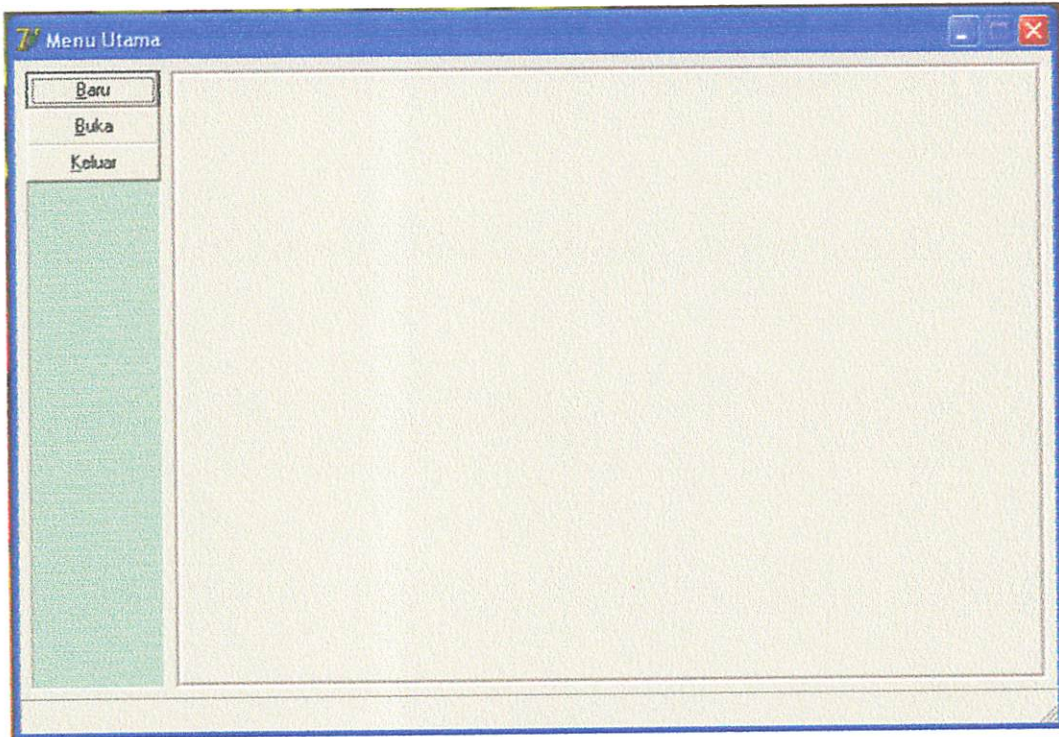


Gambar 4-3
Flowchart garis besar metode dua tahap berbasis *Dynamic Programming*

4.4. Tampilan Program

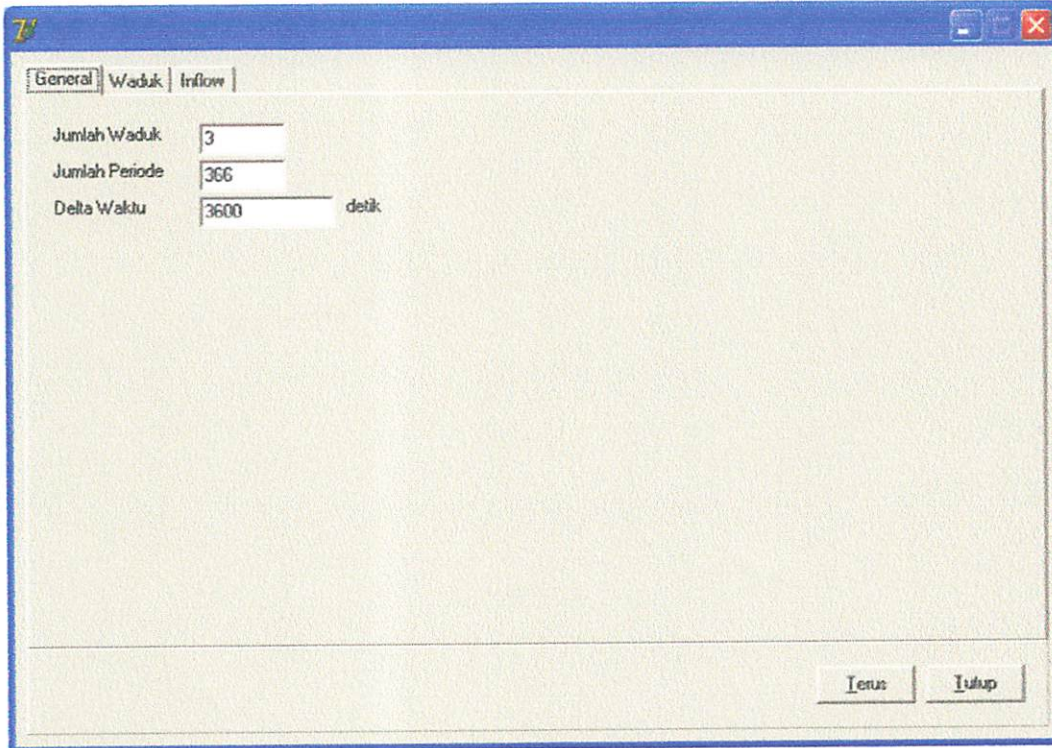
Program ini menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi* kemudian dieksekusi menggunakan komputer dengan spesifikasi prosesor pentium IV, RAM 128 Mb. Tampilan program yang ditampilkan menggunakan data harian selama tahun 2004

1. Tampilan utama dari program



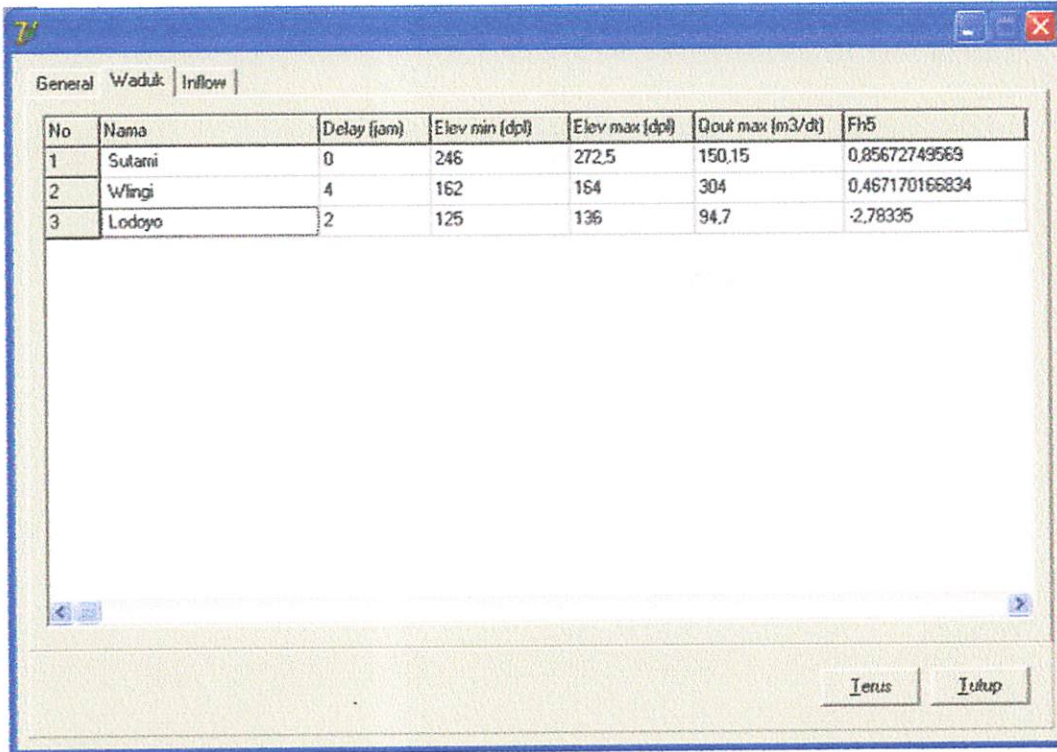
Gambar 4-4
Tampilan Program Utama

2. Tekan tombol *general* untuk memasukkan jumlah waduk yang digunakan sebagai data, jumlah periode waktu dan jumlah delta waktu untuk eksekusi perhitungan *Dynamic Programming*



Gambar 4-5
Menu Tampilan General

3. Tekan tombol waduk, masukkan data Delay (jam) tiap waduk, Elevasi minimal (dpl), Elevasi maximal (dp), $Q_{out\ max}$ (m^3/dt), Fh5, Fh4, Fh3, Fh2, Fh1, Fh0, FcV2, FcQ2, FcVQ, FcV, FcQ, FcC0



No	Nama	Delay (jam)	Elev min (dpl)	Elev max (dpl)	Qout max (m3/dt)	Fh5
1	Sutami	0	246	272.5	150.15	0.85672749569
2	Wlingi	4	162	154	304	0.467170166834
3	Lodojo	2	125	136	94.7	-2.78335

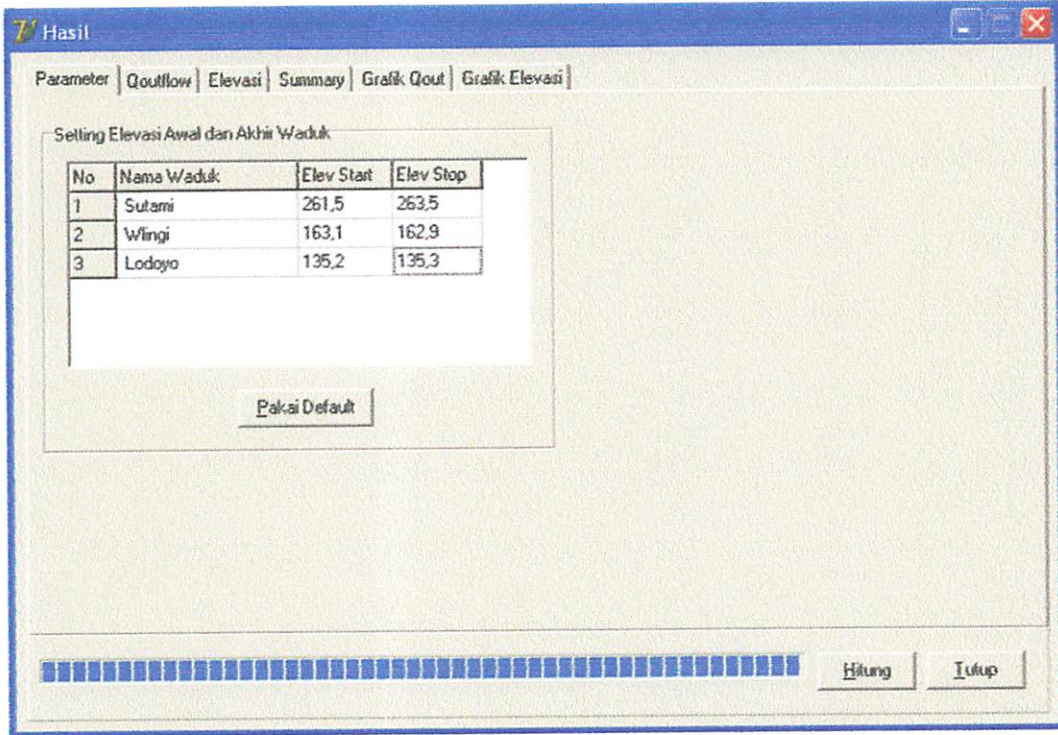
Gambar 4-6
Tampilan Data Waduk Pembangkitan

4. Tekan tombol *Inflow*, masukkan data *Inflow* dan *Outflow* tiap-tiap waduk per periode

Inflow				Outflow			
	Waduk 1	Waduk 2	Waduk 3		Waduk 1	Waduk 2	Waduk 3
Per 1	44,67	24,27	42,09	Per 4	39,96	45,34	51,09
Per 2	38,82	20,22	36,59	Per 5	39,97	41,66	51,65
Per 3	37,13	18,07	23,01	Per 6	45,24	42,52	53,04
Per 4	41,83	19,15	29,08	Per 7	52,47	72,75	48,72
Per 5	47,01	18,86	26,45	Per 8	45,29	83,22	48,43
Per 6	65,75	16,57	18,29	Per 9	43,89	104,14	48,33
Per 7	80,4	27,88	17,54	Per 10	44,24	109,2	48,53
Per 8	86,05	57,02	26,07	Per 11	42,46	68,12	48,82
Per 9	62,6	73,93	51,1	Per 12	51,69	79,67	48,42
Per 10	78,62	77,16	63,16	Per 13	79,12	92,04	48,13
Per 11	57,14	45,33	45,37	Per 14	78,46	84,13	48,52
Per 12	82,11	42,78	35,49	Per 15	92,1	105,57	48,22
Per 13	88,44	26,79	35,61	Per 16	69,26	93,96	48,32
Per 14	90,11	25,52	43,73	Per 17	63,15	87,58	47,34
Per 15	85,57	21,33	38,94	Per 18	57,76	82,49	48,62
Per 16	59,95	44,06	41,48	Per 19	49,39	67,55	49,38

Gambar 4-7
Tampilan Data *Inflow*

5. Tekan tombol "Terus" kemudian tekan tombol Parameter, kemudian masukkan setting elevasi awal dan akhir waduk lalu jalankan program dengan menekan tombol "hitung"



Gambar 4-8
Tampilan Setting Parameter waduk

6. Tekan Q_{Out} untuk mengetahui besarnya Q_{Out} tiap-tiap waduk per periode

Parameter	Qoutflow	Elevasi	Summary	Grafik Qout	Grafik Elevasi				
	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8	Per 9
Waduk 1	52.33	141.51	40.69	39.23	7.14	149.94	5.86	9.22	5.62
Waduk 2	203.37	93.62	173.57	99.93	86.19	13.43	64.15	18.14	113.57
Waduk 3	61.55	72.68	55.57	56.26	86.19	77.41	19.11	60.50	47.61

Gambar 4-9

Tampilan Besar Outflow Tiap Waduk per Periode

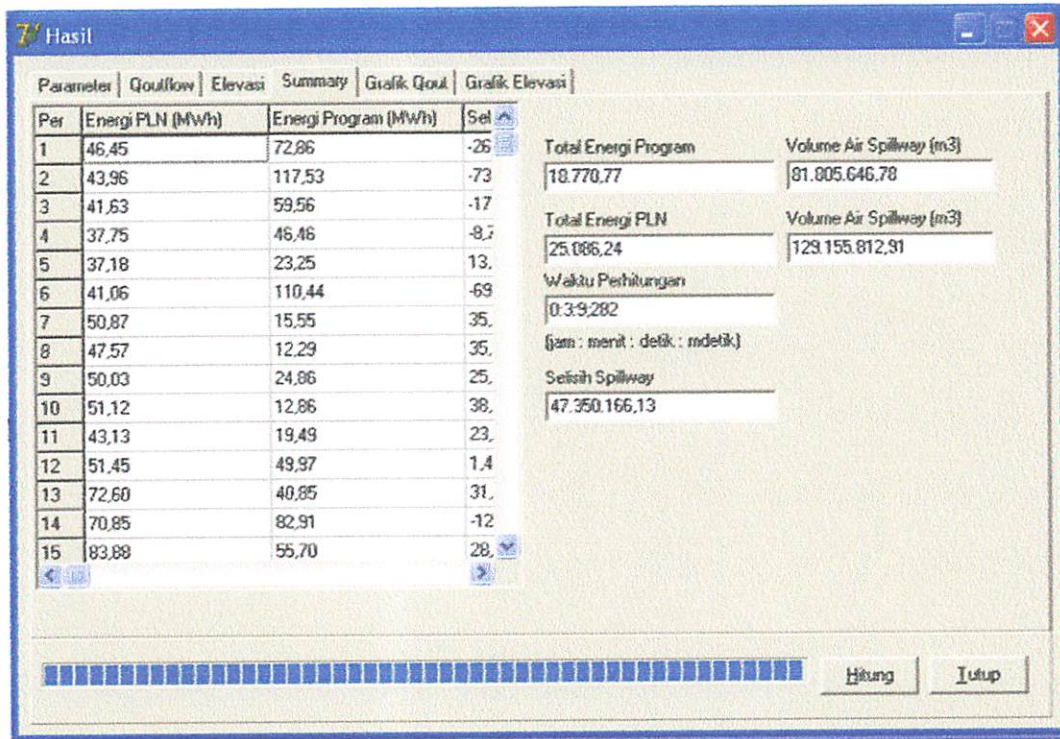
7. Tekan Elevasi untuk mengetahui besarnya Elevasi tiap-tiap waduk per periode

	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8	Per 9
Waduk 1	261.49	261.43	261.43	261.43	261.45	261.40	261.45	261.50	261.53
Waduk 2	162.80	162.96	162.68	162.56	162.39	162.81	162.73	162.85	162.77
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	135.70	136.00	135.89	136.00

Gambar 4-10

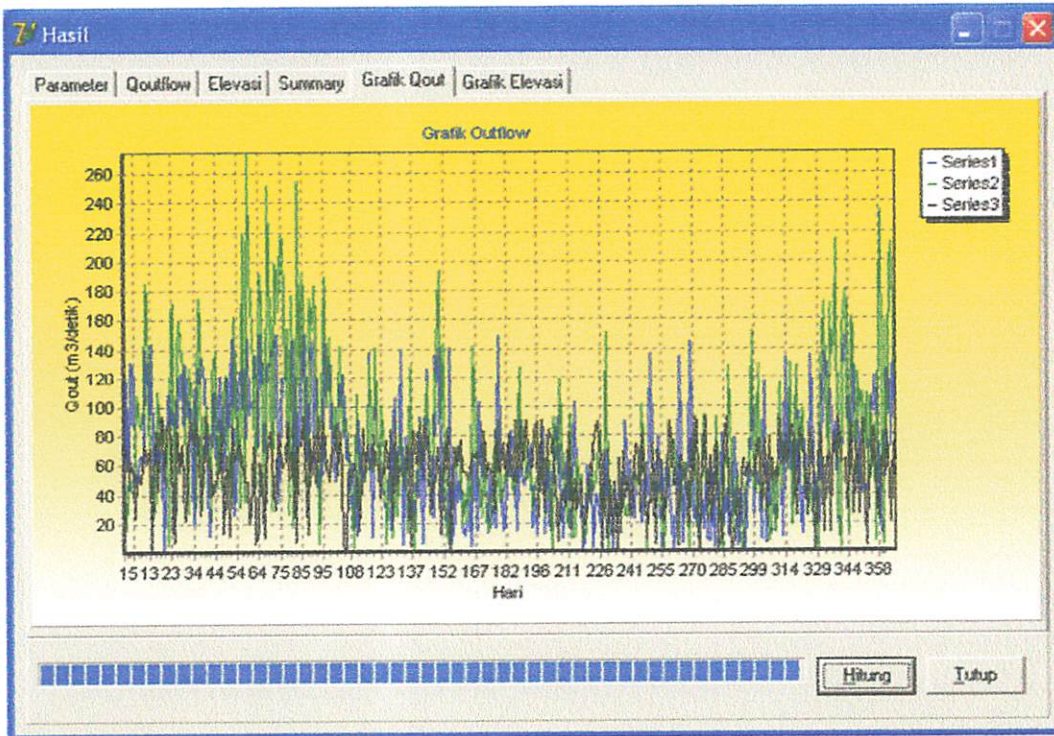
Tampilan Besar Elevasi Tiap Waduk per Periode

8. Tekan tombol *Summary* untuk mengetahui selisih energi program dengan energi PLN



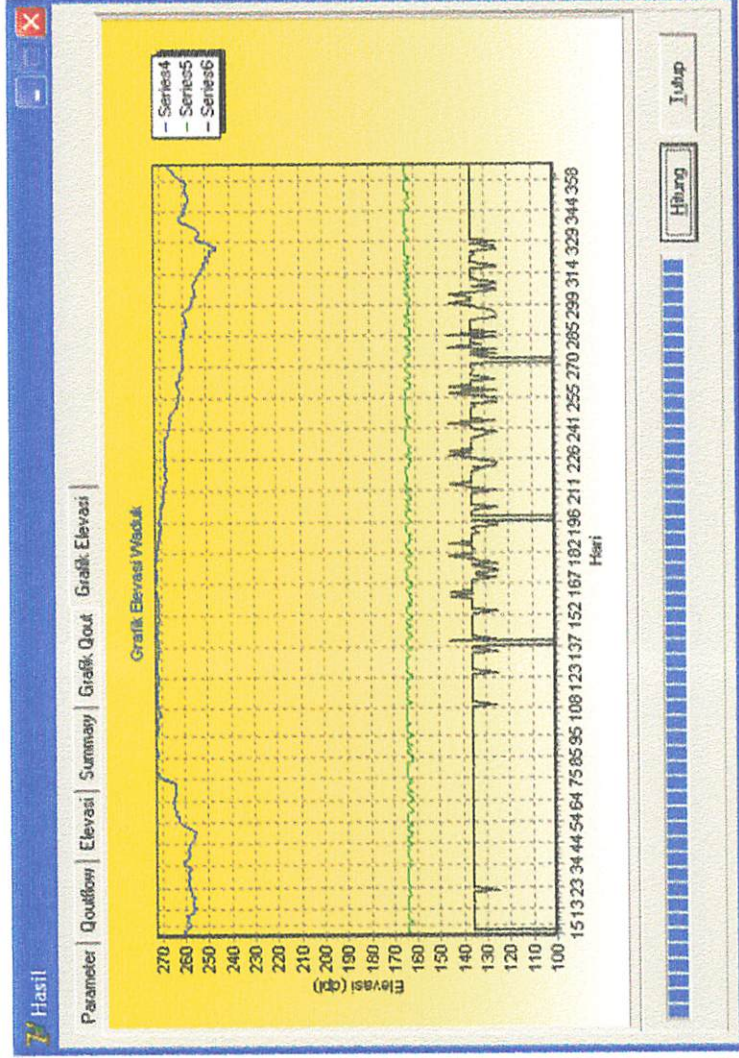
Gambar 4-11
Tampilan *Summary*

9. Tekan "Grafik Q_{out} " untuk melihat perbandingan Q_{out} tiap-tiap waduk per periode



Gambar 4-12
Tampilan Grafik Q_{out}

10. Tekan tombol "Grafik Elevasi" untuk melihat perbandingan elevasi tiap waduk per periode



Gambar 4-13
Tampilan Grafik elevasi

4.4. Analisa Program dan Hasil Perhitungan

Program penjadwalan jangka panjang unit pembangkit hidro pada PT.PJB dengan menggunakan algoritma dua tahap berbasis dynamic programming terdiri dari beberapa tahap yang kesemuanya harus dilakukan secara berurutan

1. Tahap input data dengan inisialisasi data karakteristik tiap waduk
2. Melakukan setting awal dan akhir elevasi waduk yang akan kita jadwal selama 1 tahun
3. Dari hasil tahap diatas, dilakukan pencarian nilai yang paling maksimum dan minimum secara tahap demi tahap hingga mencapai nilai konvergen.

Unit pembangkit hidro yang beroperasi secara kaskade dalam PT. Pembangkitan Jawa Bali terdiri dari 3 waduk yaitu waduk Sutami, Wlingi dan Lodoyo. Hasil *outflow* dengan metode *Dynamic Programming* dalam tiap periodenya dapat dilihat pada tabel 4-2, Hasil Elevasi dengan metode *Dynamic Programming* dalam tiap periodenya dapat dilihat pada tabel 4-3, dan hasil perbandingan energi yang dihasilkan antara energi PLN dengan metode *Dynamic Programming* terdapat pada tabel 4-4 sebagai berikut

Tabel 4-2

Hasil *outflow* dengan metode *Dynamic Programming* dalam tiap periodenya

	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8	Per 9
Waduk 1	52.33	141.51	40.69	39.23	7.14	149.94	5.86	9.22	5.62
Waduk 2	203.37	93.62	173.57	99.93	86.19	13.43	64.15	18.14	113.57
Waduk 3	61.55	72.68	55.57	56.26	86.19	77.41	19.11	60.50	47.61
	Per 10	Per 11	Per 12	Per 13	Per 14	Per 15	Per 16	Per 17	Per 18
Waduk 1	8.32	7.63	7.13	36.90	103.16	26.16	31.72	110.71	74.84
Waduk 2	18.30	59.94	251.04	71.19	45.79	212.58	112.92	77.86	84.27
Waduk 3	85.13	90.76	78.02	71.80	72.37	52.56	88.73	92.94	71.07
	Per 19	Per 20	Per 21	Per 22	Per 23	Per 24	Per 25	Per 26	Per 27
Waduk 1	0.85	11.35	55.31	45.44	129.35	18.98	46.66	32.43	63.72
Waduk 2	72.16	4.45	10.16	9.11	48.93	168.43	172.64	105.68	167.15
Waduk 3	88.14	66.27	56.13	72.26	57.97	94.65	66.31	84.04	87.96
	Per 28	Per 29	Per 30	Per 31	Per 32	Per 33	Per 34	Per 35	Per 36
Waduk 1	15.53	130.27	143.06	79.46	85.36	76.89	9.10	91.25	5.16
Waduk 2	159.02	73.32	50.98	274.25	120.09	77.92	50.60	38.22	136.42
Waduk 3	32.42	11.97	31.09	55.97	57.53	85.26	66.94	63.24	84.48
	Per 37	Per 38	Per 39	Per 40	Per 41	Per 42	Per 43	Per 44	Per 45
Waduk 1	14.32	66.54	4.59	129.82	58.86	21.84	11.15	88.69	71.37
Waduk 2	21.70	17.23	127.78	274.75	213.52	26.33	117.80	122.06	9.96
Waduk 3	84.33	53.05	83.36	91.16	64.46	75.74	93.37	68.53	14.78
	Per 46	Per 47	Per 48	Per 49	Per 50	Per 51	Per 52	Per 53	Per 54
Waduk 1	46.62	73.48	46.15	92.79	74.22	103.50	27.88	143.85	50.32
Waduk 2	93.42	10.99	46.22	256.24	93.10	129.66	10.01	6.98	48.47
Waduk 3	84.37	79.76	58.61	51.64	15.32	7.03	42.25	92.48	21.79
	Per 55	Per 56	Per 57	Per 58	Per 59	Per 60	Per 61	Per 62	Per 63
Waduk 1	55.86	78.49	21.80	33.10	25.79	20.20	0.56	20.88	39.83
Waduk 2	159.15	36.72	42.72	46.29	21.06	159.75	122.65	69.66	44.09
Waduk 3	57.70	66.30	4.95	54.60	73.98	73.42	70.38	85.07	60.30
	Per 64	Per 65	Per 66	Per 67	Per 68	Per 69	Per 70	Per 71	Per 72
Waduk 1	62.38	49.27	12.24	52.09	40.29	16.80	25.08	73.33	104.15
Waduk 2	115.20	183.35	188.31	90.26	22.01	75.47	46.69	29.37	50.08
Waduk 3	78.48	67.39	49.59	47.57	25.49	15.76	59.24	54.18	89.65
	Per 73	Per 74	Per 75	Per 76	Per 77	Per 78	Per 79	Per 80	Per 81
Waduk 1	56.17	32.27	49.95	70.62	24.01	80.52	71.41	109.82	52.03
Waduk 2	172.08	193.90	274.91	7.14	267.63	3.23	155.19	290.97	11.98
Waduk 3	72.60	83.09	49.53	2.19	49.21	66.46	83.90	68.41	49.82
	Per 82	Per 83	Per 84	Per 85	Per 86	Per 87	Per 88	Per 89	Per 90
Waduk 1	53.34	71.96	52.57	62.36	146.22	17.98	103.75	109.95	67.12
Waduk 2	28.06	73.69	154.10	11.27	2.65	62.04	172.15	180.13	8.83
Waduk 3	56.48	84.91	51.34	68.15	71.61	87.15	51.24	47.54	65.29
	Per 91	Per 92	Per 93	Per 94	Per 95	Per 96	Per 97	Per 98	Per 99
Waduk 1	30.50	84.34	43.04	9.85	80.48	101.60	140.88	25.44	7.74
Waduk 2	33.76	198.32	126.88	203.17	56.08	71.40	232.40	71.45	303.83
Waduk 3	48.42	51.34	74.02	69.62	9.23	18.74	62.74	92.07	59.27
	Per 100	Per 101	Per 102	Per 103	Per 104	Per 105	Per 106	Per 107	Per 108
Waduk 1	14.28	10.50	21.18	87.01	78.84	7.84	32.96	35.28	67.98
Waduk 2	249.20	4.23	113.19	99.78	29.62	75.66	87.89	17.86	125.14
Waduk 3	55.69	50.75	80.47	89.18	67.85	49.05	41.18	73.96	13.76

Wzrostek 1	Per 109	Per 110	Per 111	Per 112	Per 113	Per 114	Per 115	Per 116	Per 117
Wzrostek 1	99.55	104.94	31.30	13.67	58.54	4.98	139.07	63.99	110.76
Wzrostek 2	15.52	111.57	18.42	76.19	67.41	24.96	71.11	68.99	109.53
Wzrostek 3	64.80	52.35	57.63	9.06	67.65	47.77	48.53	31.34	90.18
Wzrostek 1	Per 118	Per 119	Per 120	Per 121	Per 122	Per 123	Per 124	Per 125	Per 126
Wzrostek 1	72.63	43.00	50.67	30.56	42.33	21.62	46.20	21.75	32.45
Wzrostek 2	52.71	40.76	197.11	40.69	20.12	96.70	17.59	48.03	3.29
Wzrostek 3	75.51	94.12	65.15	52.62	50.54	54.17	77.75	65.09	52.65
Wzrostek 1	Per 127	Per 128	Per 129	Per 130	Per 131	Per 132	Per 133	Per 134	Per 135
Wzrostek 1	57.08	34.62	139.53	32.91	118.94	82.26	21.08	33.76	55.45
Wzrostek 2	224.02	225.37	53.13	9.54	1.70	62.66	119.51	24.97	173.78
Wzrostek 3	3.70	37.95	94.66	82.17	29.13	81.79	29.47	78.33	59.49
Wzrostek 1	Per 136	Per 137	Per 138	Per 139	Per 140	Per 141	Per 142	Per 143	Per 144
Wzrostek 1	61.94	147.27	64.84	47.66	47.96	27.32	13.34	42.69	8.38
Wzrostek 2	95.15	45.35	54.25	8.11	17.00	59.76	7.81	12.79	208.22
Wzrostek 3	36.99	84.16	54.65	68.63	81.54	47.94	71.69	89.06	84.24
Wzrostek 1	Per 145	Per 146	Per 147	Per 148	Per 149	Per 150	Per 151	Per 152	Per 153
Wzrostek 1	113.18	65.49	128.39	38.66	2.65	21.51	27.11	126.71	44.79
Wzrostek 2	68.29	131.53	146.00	28.72	164.91	11.66	130.33	141.46	46.96
Wzrostek 3	82.61	93.63	67.81	91.66	78.00	27.15	74.90	73.52	71.03
Wzrostek 1	Per 154	Per 155	Per 156	Per 157	Per 158	Per 159	Per 160	Per 161	Per 162
Wzrostek 1	21.46	52.48	62.95	0.94	23.56	29.60	33.97	2.64	88.16
Wzrostek 2	47.00	35.76	9.02	76.93	56.47	40.65	136.27	12.20	15.97
Wzrostek 3	61.79	54.08	71.45	83.38	51.28	52.84	13.17	54.93	64.84
Wzrostek 1	Per 163	Per 164	Per 165	Per 166	Per 167	Per 168	Per 169	Per 170	Per 171
Wzrostek 1	44.83	33.64	39.15	73.18	50.39	54.22	15.36	42.96	61.08
Wzrostek 2	2.38	97.69	30.52	113.98	39.36	21.36	88.10	190.01	25.03
Wzrostek 3	75.39	31.92	39.29	48.55	93.10	43.39	92.49	50.65	50.45
Wzrostek 1	Per 172	Per 173	Per 174	Per 175	Per 176	Per 177	Per 178	Per 179	Per 180
Wzrostek 1	54.33	102.60	2.51	35.71	73.01	18.01	52.24	72.57	46.46
Wzrostek 2	72.95	28.03	98.35	17.40	6.26	67.14	18.56	1.95	24.83
Wzrostek 3	77.32	66.45	48.45	52.27	64.47	25.96	63.27	87.88	59.73
Wzrostek 1	Per 181	Per 182	Per 183	Per 184	Per 185	Per 186	Per 187	Per 188	Per 189
Wzrostek 1	49.01	17.61	37.54	52.24	42.43	5.99	111.67	143.28	102.68
Wzrostek 2	195.91	56.33	26.00	33.24	8.34	10.93	64.19	126.64	62.44
Wzrostek 3	66.34	60.53	13.43	90.69	14.56	47.06	49.29	93.70	66.96
Wzrostek 1	Per 190	Per 191	Per 192	Per 193	Per 194	Per 195	Per 196	Per 197	Per 198
Wzrostek 1	102.58	40.21	26.37	68.79	15.38	54.46	68.19	43.10	69.12
Wzrostek 2	58.25	14.20	14.19	56.80	40.14	2.11	176.42	146.00	131.10
Wzrostek 3	59.91	47.34	90.26	55.16	66.33	73.01	4.95	19.22	66.62
Wzrostek 1	Per 199	Per 200	Per 201	Per 202	Per 203	Per 204	Per 205	Per 206	Per 207
Wzrostek 1	22.86	13.21	48.22	113.12	26.90	7.57	54.53	65.43	65.23
Wzrostek 2	94.50	1.73	57.24	86.00	20.65	74.20	272.25	67.90	35.98
Wzrostek 3	24.50	61.97	69.78	51.02	38.97	78.55	90.54	93.09	83.54
Wzrostek 1	Per 208	Per 209	Per 210	Per 211	Per 212	Per 213	Per 214	Per 215	Per 216
Wzrostek 1	7.43	73.65	115.63	100.96	43.05	39.67	7.17	12.66	0.97
Wzrostek 2	3.04	6.12	11.56	54.69	49.06	15.86	92.24	36.84	59.59
Wzrostek 3	68.79	72.98	76.05	88.36	29.05	30.23	5.42	25.57	43.82
Wzrostek 1	Per 217	Per 218	Per 219	Per 220	Per 221	Per 222	Per 223	Per 224	Per 225
Wzrostek 1	57.26	11.56	83.83	4.34	134.72	11.53	12.88	2.38	41.78
Wzrostek 2	0.27	46.35	60.10	75.74	124.66	39.41	67.66	43.54	1.95
Wzrostek 3	59.78	63.66	7.59	65.88	59.34	54.45	1.09	31.25	13.19

	Per 226	Per 227	Per 228	Per 229	Per 230	Per 231	Per 232	Per 233	Per 234
Waduk 1	21.53	141.91	130.05	125.76	0.13	45.20	59.13	93.06	49.74
Waduk 2	44.29	37.97	125.49	42.37	43.14	213.02	101.91	41.22	49.03
Waduk 3	60.28	47.39	47.09	45.61	70.80	67.66	61.15	71.65	54.60
	Per 235	Per 236	Per 237	Per 238	Per 239	Per 240	Per 241	Per 242	Per 243
Waduk 1	29.92	14.60	5.83	66.63	33.16	38.62	36.65	18.60	31.40
Waduk 2	20.95	2.18	49.92	62.28	15.16	46.04	42.54	129.63	17.97
Waduk 3	94.40	71.66	46.13	47.19	81.81	91.30	73.70	54.36	49.74
	Per 244	Per 245	Per 246	Per 247	Per 248	Per 249	Per 250	Per 251	Per 252
Waduk 1	5.14	0.39	42.95	38.02	43.69	3.67	38.04	15.71	19.74
Waduk 2	74.72	30.62	24.97	45.32	108.59	34.13	101.29	3.50	44.13
Waduk 3	51.48	80.19	86.02	64.13	38.33	80.46	46.96	61.47	68.38
	Per 253	Per 254	Per 255	Per 256	Per 257	Per 258	Per 259	Per 260	Per 261
Waduk 1	41.08	4.02	47.07	50.73	22.98	41.99	115.95	117.47	72.72
Waduk 2	22.64	61.56	135.80	16.42	50.50	0.12	2.76	36.93	11.51
Waduk 3	56.01	51.80	81.98	63.84	63.92	68.82	73.14	64.26	91.83
	Per 262	Per 263	Per 264	Per 265	Per 266	Per 267	Per 268	Per 269	Per 270
Waduk 1	144.34	71.40	57.33	59.93	42.24	47.31	9.61	48.95	60.71
Waduk 2	13.99	25.54	64.29	16.00	150.74	140.46	61.59	58.25	41.33
Waduk 3	59.32	53.17	89.72	78.20	89.01	61.05	91.56	71.91	54.19
	Per 271	Per 272	Per 273	Per 274	Per 275	Per 276	Per 277	Per 278	Per 279
Waduk 1	114.52	40.16	0.52	6.70	41.88	45.80	72.85	7.17	116.67
Waduk 2	146.08	43.93	48.37	19.70	56.14	18.49	42.34	50.58	2.44
Waduk 3	61.56	54.20	51.20	62.18	51.72	91.24	78.47	38.79	70.22
	Per 280	Per 281	Per 282	Per 283	Per 284	Per 285	Per 286	Per 287	Per 288
Waduk 1	67.26	22.58	11.68	69.37	11.73	13.72	128.00	60.88	14.85
Waduk 2	13.71	91.33	71.60	66.33	55.95	95.51	119.94	40.99	40.52
Waduk 3	55.42	91.06	60.57	87.82	80.86	68.76	81.05	36.64	2.36
	Per 289	Per 290	Per 291	Per 292	Per 293	Per 294	Per 295	Per 296	Per 297
Waduk 1	51.57	69.87	3.87	11.83	56.12	43.18	6.37	2.28	45.59
Waduk 2	62.57	40.29	62.22	71.91	40.56	70.61	15.51	38.70	118.97
Waduk 3	94.63	49.58	93.00	68.69	34.70	87.40	90.81	89.22	88.69
	Per 298	Per 299	Per 300	Per 301	Per 302	Per 303	Per 304	Per 305	Per 306
Waduk 1	44.88	8.64	51.00	115.35	19.78	68.33	46.44	4.75	54.24
Waduk 2	40.72	41.47	3.85	40.72	200.52	40.60	65.89	6.61	56.95
Waduk 3	73.89	59.49	61.79	64.07	59.35	9.67	24.12	66.87	73.64
	Per 307	Per 308	Per 309	Per 310	Per 311	Per 312	Per 313	Per 314	Per 315
Waduk 1	12.07	123.74	87.35	47.35	21.67	43.91	66.70	21.52	14.58
Waduk 2	46.71	49.92	42.77	18.48	44.02	118.01	65.46	10.52	13.42
Waduk 3	85.38	85.82	47.50	48.89	75.51	91.17	24.87	55.41	63.77
	Per 316	Per 317	Per 318	Per 319	Per 320	Per 321	Per 322	Per 323	Per 324
Waduk 1	1.10	14.89	24.86	33.14	15.11	28.61	52.12	52.55	84.25
Waduk 2	22.19	51.51	50.69	131.04	17.44	56.50	51.97	10.92	53.10
Waduk 3	0.31	53.13	53.12	81.75	85.15	78.75	70.54	55.65	71.99
	Per 325	Per 326	Per 327	Per 328	Per 329	Per 330	Per 331	Per 332	Per 333
Waduk 1	141.17	38.51	23.40	58.08	44.40	2.69	28.50	69.24	143.86
Waduk 2	38.58	130.65	6.49	119.96	94.13	53.21	141.15	215.58	180.65
Waduk 3	56.49	59.70	73.35	70.89	72.30	7.39	54.65	39.64	77.25
	Per 334	Per 335	Per 336	Per 337	Per 338	Per 339	Per 340	Per 341	Per 342
Waduk 1	13.30	59.55	7.12	69.61	63.35	47.03	24.27	104.41	14.08
Waduk 2	178.41	170.33	10.71	177.41	63.09	113.26	98.35	72.36	61.44
Waduk 3	31.85	40.18	43.58	75.78	29.88	28.21	72.37	74.71	71.32

	Per 343	Per 344	Per 345	Per 346	Per 347	Per 348	Per 349	Per 350	Per 351
Waduk 1	43.91	68.36	16.71	50.24	16.14	74.07	15.76	10.28	17.38
Waduk 2	44.75	173.17	6.53	47.88	94.93	103.16	259.54	98.32	75.01
Waduk 3	54.58	94.13	74.21	55.67	57.12	79.41	1.51	71.97	25.06
	Per 352	Per 353	Per 354	Per 355	Per 356	Per 357	Per 358	Per 359	Per 360
Waduk 1	12.19	73.93	14.99	25.56	48.04	113.20	102.05	40.59	98.79
Waduk 2	99.80	71.71	97.99	40.58	225.99	32.97	21.21	29.73	173.21
Waduk 3	39.11	84.69	84.67	87.62	65.25	84.37	81.04	48.91	57.09
	Per 361	Per 362	Per 363	Per 364	Per 365	Per 366			
Waduk 1	57.51	125.08	104.73	71.73	68.19	131.51			
Waduk 2	188.72	47.46	207.30	41.12	48.54	24.89			
Waduk 3	66.96	74.20	63.54	5.14	58.89	74.97			

Tabel 4-3

Besar Elevasi yang Dihasilkan Dengan Metode *Dynamic Programming*

	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8	Per 9
Waduk 1	261.49	261.43	261.43	261.43	261.45	261.40	261.45	261.50	261.53
Waduk 2	162.80	162.96	162.68	162.56	162.39	162.81	162.73	162.85	162.77
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	135.70	136.00	135.89	136.00
	Per 10	Per 11	Per 12	Per 13	Per 14	Per 15	Per 16	Per 17	Per 18
Waduk 1	261.58	261.61	261.66	261.69	261.69	261.72	261.74	261.71	261.70
Waduk 2	162.93	162.92	162.39	162.36	162.59	162.10	162.00	162.23	162.31
Waduk 3	135.98	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 19	Per 20	Per 21	Per 22	Per 23	Per 24	Per 25	Per 26	Per 27
Waduk 1	261.74	261.78	261.80	261.82	261.82	261.87	261.91	261.96	262.00
Waduk 2	162.19	162.37	162.59	162.81	163.12	162.93	162.75	162.69	162.56
Waduk 3	136.00	135.77	135.66	135.47	135.83	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 28	Per 29	Per 30	Per 31	Per 32	Per 33	Per 34	Per 35	Per 36
Waduk 1	262.04	262.03	262.02	262.03	262.03	262.02	262.09	262.15	262.21
Waduk 2	162.28	162.62	162.93	162.53	162.55	162.63	162.69	163.01	162.77
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 37	Per 38	Per 39	Per 40	Per 41	Per 42	Per 43	Per 44	Per 45
Waduk 1	262.26	262.27	262.32	262.29	262.28	262.30	262.34	262.32	262.31
Waduk 2	162.84	163.08	162.90	162.62	162.28	162.34	162.14	162.13	162.42
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	135.90	136.00	136.00	136.00
	Per 46	Per 47	Per 48	Per 49	Per 50	Per 51	Per 52	Per 53	Per 54
Waduk 1	262.32	262.32	262.33	262.31	262.33	262.37	262.51	262.51	262.56
Waduk 2	162.37	162.63	162.70	162.30	162.39	162.61	162.80	163.23	163.35
Waduk 3	136.00	135.82	135.95	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 55	Per 56	Per 57	Per 58	Per 59	Per 60	Per 61	Per 62	Per 63
Waduk 1	262.61	262.65	262.71	262.78	262.84	262.91	263.00	263.05	263.11
Waduk 2	163.33	163.52	163.62	163.79	163.90	163.81	163.74	163.75	163.83
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 64	Per 65	Per 66	Per 67	Per 68	Per 69	Per 70	Per 71	Per 72
Waduk 1	263.15	263.18	263.24	263.24	263.27	263.34	263.41	263.44	263.46
Waduk 2	163.81	163.84	163.36	163.34	163.44	163.47	163.56	163.72	163.90
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 73	Per 74	Per 75	Per 76	Per 77	Per 78	Per 79	Per 80	Per 81
Waduk 1	263.53	263.62	263.84	263.91	263.99	264.04	264.08	264.10	264.15
Waduk 2	163.78	163.56	163.55	163.94	163.64	163.94	163.89	163.63	163.77
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 82	Per 83	Per 84	Per 85	Per 86	Per 87	Per 88	Per 89	Per 90
Waduk 1	264.19	264.21	264.25	264.28	264.25	264.28	264.29	264.31	264.38
Waduk 2	163.87	163.92	163.81	163.95	164.00	163.96	163.87	163.77	163.95
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	135.85	135.99	136.00	136.00	135.99
	Per 91	Per 92	Per 93	Per 94	Per 95	Per 96	Per 97	Per 98	Per 99
Waduk 1	264.43	264.46	264.50	264.55	264.56	264.57	264.56	264.58	264.62
Waduk 2	164.00	163.92	163.90	163.64	163.75	163.86	163.74	163.73	163.19
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 100	Per 101	Per 102	Per 103	Per 104	Per 105	Per 106	Per 107	Per 108
Waduk 1	264.65	264.68	264.72	264.71	264.71	264.74	264.76	264.78	264.79
Waduk 2	162.71	162.77	162.61	162.64	162.83	162.72	162.67	162.80	162.72
Waduk 3	136.00	135.91	136.00	136.00	135.98	136.00	136.00	135.87	136.00

	Per 109	Per 110	Per 111	Per 112	Per 113	Per 114	Per 115	Per 116	Per 117
Waduk 1	264.77	264.75	264.77	264.79	264.79	264.83	264.79	264.80	264.77
Waduk 2	163.00	163.05	163.13	163.04	163.07	163.08	163.28	163.32	163.38
Waduk 3	135.93	136.00	135.97	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 118	Per 119	Per 120	Per 121	Per 122	Per 123	Per 124	Per 125	Per 126
Waduk 1	264.76	264.77	264.78	264.79	264.80	264.82	264.82	264.84	264.86
Waduk 2	163.46	163.52	163.26	163.29	163.38	163.27	163.37	163.36	163.45
Waduk 3	136.00	135.82	136.00	136.00	135.98	136.00	135.81	135.90	135.77
	Per 127	Per 128	Per 129	Per 130	Per 131	Per 132	Per 133	Per 134	Per 135
Waduk 1	264.86	264.87	264.83	264.85	264.82	264.80	264.81	264.82	264.82
Waduk 2	163.12	162.70	162.95	163.04	163.34	163.38	163.20	163.25	163.01
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	135.97	135.73	135.82	136.00	135.79	136.00
	Per 136	Per 137	Per 138	Per 139	Per 140	Per 141	Per 142	Per 143	Per 144
Waduk 1	264.81	264.76	264.77	264.77	264.77	264.79	264.82	264.83	264.85
Waduk 2	162.97	163.23	163.31	163.42	163.52	163.49	163.54	163.64	163.29
Waduk 3	136.00	135.86	136.00	135.68	135.37	135.58	135.28	134.85	135.90
	Per 145	Per 146	Per 147	Per 148	Per 149	Per 150	Per 151	Per 152	Per 153
Waduk 1	264.82	264.81	264.77	264.77	264.83	264.87	264.90	264.86	264.86
Waduk 2	163.42	163.36	163.36	163.49	163.29	163.38	163.24	163.28	163.30
Waduk 3	135.93	136.00	136.00	135.77	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 154	Per 155	Per 156	Per 157	Per 158	Per 159	Per 160	Per 161	Per 162
Waduk 1	264.88	264.88	264.87	264.90	264.91	264.92	264.93	264.95	264.93
Waduk 2	163.29	163.35	163.49	163.37	163.33	163.33	163.14	163.15	163.34
Waduk 3	136.00	136.00	135.75	135.88	136.00	136.00	136.00	135.87	135.69
	Per 163	Per 164	Per 165	Per 166	Per 167	Per 168	Per 169	Per 170	Per 171
Waduk 1	264.93	264.94	264.95	264.95	264.95	264.94	264.96	264.96	264.95
Waduk 2	163.46	163.38	163.43	163.38	163.45	163.55	163.42	163.13	163.24
Waduk 3	135.35	135.92	136.00	136.00	135.74	135.80	135.98	136.00	135.92
	Per 172	Per 173	Per 174	Per 175	Per 176	Per 177	Per 178	Per 179	Per 180
Waduk 1	264.95	264.91	264.93	264.94	264.92	264.93	264.93	264.90	264.90
Waduk 2	163.22	163.40	163.22	163.28	163.45	163.36	163.45	163.61	163.67
Waduk 3	136.00	135.92	136.00	135.93	135.69	136.00	135.90	135.47	135.35
	Per 181	Per 182	Per 183	Per 184	Per 185	Per 186	Per 187	Per 188	Per 189
Waduk 1	264.89	264.90	264.91	264.90	264.90	264.93	264.89	264.83	264.80
Waduk 2	163.40	163.34	163.38	163.44	163.52	163.53	163.65	163.68	163.78
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	135.73	135.63	135.75	135.99	136.00	136.00
	Per 190	Per 191	Per 192	Per 193	Per 194	Per 195	Per 196	Per 197	Per 198
Waduk 1	264.76	264.77	264.77	264.75	264.77	264.76	264.74	264.74	264.71
Waduk 2	163.87	163.94	163.99	164.00	163.98	164.00	163.82	163.66	163.59
Waduk 3	136.00	135.94	135.58	135.73	135.66	135.34	136.00	136.00	136.00
	Per 199	Per 200	Per 201	Per 202	Per 203	Per 204	Per 205	Per 206	Per 207
Waduk 1	264.72	264.74	264.73	264.69	264.69	264.71	264.70	264.68	264.67
Waduk 2	163.46	163.50	163.50	163.58	163.61	163.50	163.06	163.07	163.16
Waduk 3	136.00	135.72	135.63	135.98	135.96	136.00	136.00	135.97	135.75
	Per 208	Per 209	Per 210	Per 211	Per 212	Per 213	Per 214	Per 215	Per 216
Waduk 1	264.68	264.66	264.62	264.58	264.58	264.57	264.59	264.60	264.62
Waduk 2	163.19	163.36	163.59	163.69	163.70	163.75	163.61	163.58	163.48
Waduk 3	135.45	135.14	134.80	134.68	134.97	135.01	135.77	136.00	136.00
	Per 217	Per 218	Per 219	Per 220	Per 221	Per 222	Per 223	Per 224	Per 225
Waduk 1	264.61	264.62	264.59	264.60	264.55	264.56	264.60	264.62	264.61
Waduk 2	163.61	163.55	163.58	163.45	163.49	163.45	163.32	163.26	163.36
Waduk 3	135.65	135.60	136.00	136.00	136.00	135.97	136.00	136.00	136.00

	Per 226	Per 227	Per 228	Per 229	Per 230	Per 231	Per 232	Per 233	Per 234
Waduk 1	264.62	264.56	264.50	264.45	264.47	264.46	264.44	264.41	264.39
Waduk 2	163.33	163.56	163.58	163.76	163.69	163.37	163.30	163.42	163.44
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	135.90	136.00	136.00	135.89	135.94
	Per 235	Per 236	Per 237	Per 238	Per 239	Per 240	Per 241	Per 242	Per 243
Waduk 1	264.39	264.40	264.41	264.39	264.39	264.39	264.38	264.39	264.39
Waduk 2	163.47	163.51	163.44	163.46	163.52	163.52	163.52	163.31	163.36
Waduk 3	135.56	135.14	135.22	135.40	134.99	134.70	134.53	135.13	134.98
	Per 244	Per 245	Per 246	Per 247	Per 248	Per 249	Per 250	Per 251	Per 252
Waduk 1	264.40	264.42	264.41	264.40	264.39	264.41	264.40	264.41	264.41
Waduk 2	163.23	163.18	163.23	163.23	163.10	163.05	162.92	162.97	162.93
Waduk 3	135.22	134.98	134.59	134.46	135.02	134.74	135.14	134.82	134.68
	Per 253	Per 254	Per 255	Per 256	Per 257	Per 258	Per 259	Per 260	Per 261
Waduk 1	264.40	264.42	264.41	264.39	264.40	264.42	264.37	264.34	264.32
Waduk 2	162.99	162.87	162.66	162.77	162.72	162.83	163.12	163.31	163.45
Waduk 3	134.47	134.61	135.10	134.96	134.90	134.42	133.89	133.75	145.41
	Per 262	Per 263	Per 264	Per 265	Per 266	Per 267	Per 268	Per 269	Per 270
Waduk 1	264.26	264.24	264.23	264.21	264.21	264.20	264.22	264.24	264.22
Waduk 2	163.72	163.82	163.83	163.92	163.73	163.56	163.50	163.49	163.55
Waduk 3	145.47	-5.40	145.50	145.58	145.45	133.75	-5.40	133.64	133.65
	Per 271	Per 272	Per 273	Per 274	Per 275	Per 276	Per 277	Per 278	Per 279
Waduk 1	264.17	264.17	264.18	264.20	264.19	264.18	264.15	264.17	264.12
Waduk 2	163.53	163.53	163.45	163.43	163.42	163.49	163.57	163.48	163.72
Waduk 3	134.49	134.51	134.53	134.22	134.34	133.78	145.34	133.65	145.42
	Per 280	Per 281	Per 282	Per 283	Per 284	Per 285	Per 286	Per 287	Per 288
Waduk 1	264.10	264.10	264.12	264.10	264.11	264.12	264.07	264.05	264.05
Waduk 2	163.83	163.71	163.61	163.62	163.47	163.32	163.33	163.39	163.35
Waduk 3	-5.40	145.46	145.43	145.46	145.42	145.35	133.90	133.98	134.72
	Per 289	Per 290	Per 291	Per 292	Per 293	Per 294	Per 295	Per 296	Per 297
Waduk 1	264.04	264.01	264.03	264.04	264.02	264.02	264.03	264.04	264.03
Waduk 2	163.34	163.41	163.30	163.19	163.24	163.19	163.18	163.12	162.95
Waduk 3	134.54	134.52	134.31	134.38	134.51	134.43	133.87	145.34	133.63
	Per 298	Per 299	Per 300	Per 301	Per 302	Per 303	Per 304	Per 305	Per 306
Waduk 1	264.02	264.03	264.02	263.97	263.98	263.96	263.95	263.96	263.95
Waduk 2	162.98	162.92	163.05	163.24	162.83	162.91	162.88	162.90	162.91
Waduk 3	-5.40	145.34	145.43	145.46	134.20	134.48	134.82	134.43	134.35
	Per 307	Per 308	Per 309	Per 310	Per 311	Per 312	Per 313	Per 314	Per 315
Waduk 1	263.96	263.91	263.87	263.86	263.86	263.86	263.85	263.86	263.89
Waduk 2	162.86	163.05	163.17	163.25	163.22	163.07	163.13	163.20	163.24
Waduk 3	134.09	133.84	133.93	133.74	133.54	133.86	134.29	134.06	133.72
	Per 316	Per 317	Per 318	Per 319	Per 320	Per 321	Per 322	Per 323	Per 324
Waduk 1	263.91	263.93	263.94	263.94	263.95	263.95	263.94	263.93	263.90
Waduk 2	163.25	163.20	163.16	162.96	162.98	162.93	162.95	163.06	163.16
Waduk 3	134.04	134.23	134.31	134.81	134.40	134.28	134.25	133.99	133.97
	Per 325	Per 326	Per 327	Per 328	Per 329	Per 330	Per 331	Per 332	Per 333
Waduk 1	263.85	263.84	263.86	263.90	263.92	263.99	264.04	264.07	264.05
Waduk 2	163.40	163.28	163.42	163.41	163.38	163.37	163.18	162.97	163.00
Waduk 3	134.00	134.57	134.28	134.97	135.37	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 334	Per 335	Per 336	Per 337	Per 338	Per 339	Per 340	Per 341	Per 342
Waduk 1	264.11	264.15	264.21	264.28	264.36	264.41	264.44	264.43	264.47
Waduk 2	162.83	162.64	162.82	162.87	164.00	164.00	163.97	164.00	163.99
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00

	Per 343	Per 344	Per 345	Per 346	Per 347	Per 348	Per 349	Per 350	Per 351
Waduk 1	264.49	264.49	264.52	264.54	264.57	264.56	264.57	264.60	264.62
Waduk 2	164.00	163.87	163.92	163.95	163.85	163.86	163.45	163.36	163.32
Waduk 3	136.00	136.00	135.93	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
	Per 352	Per 353	Per 354	Per 355	Per 356	Per 357	Per 358	Per 359	Per 360
Waduk 1	264.65	264.66	264.70	264.73	264.76	264.76	264.76	264.79	264.81
Waduk 2	163.24	163.35	163.26	163.37	163.15	163.43	163.78	163.90	163.96
Waduk 3	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
Per 361	Per 362	Per 363	Per 364	Per 365	Per 366				
264.85	264.86	264.89	264.95	265.02	265.00				
163.87	164.00	163.98	164.00	164.00	164.00				
136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00				

Tabel 4-4

Perbandingan Besar Energi Yang Dihasilkan Ke-3 PLTA

Per	Energi PLN (MWh)	Energi Program (MWh)			
1	46,45	37,44	196	48,72	65,18
2	43,96	19,41	197	46,57	38,01
3	41,63	48,37	198	45,46	112,72
4	37,75	11,14	199	46,35	43,69
5	37,18	15,85	200	47,63	44,83
6	41,06	58,93	201	47,16	39,11
7	50,87	33,52	202	47,40	61,91
8	47,57	126,23	203	43,71	101,43
9	50,03	103,92	204	43,16	34,06
10	51,12	49,63	205	40,95	11,81
11	43,13	63,72	206	39,73	51,03
12	51,45	21,00	207	40,56	44,94
13	72,60	40,28	208	40,14	43,09
14	70,85	55,31	209	40,19	60,41
15	83,88	33,74	210	41,28	16,30
16	66,05	11,05	211	41,76	37,90
17	60,69	22,56	212	41,29	38,52
18	56,15	28,90	213	41,88	23,70
19	47,90	24,99	214	38,53	61,41
20	48,40	78,32	215	37,12	71,15
21	55,94	11,28	216	37,44	21,58
22	64,15	32,36	217	39,08	9,38
23	114,19	80,65	218	37,68	43,41
24	97,48	18,59	219	37,61	17,04
25	103,90	38,44	220	38,56	46,03
26	88,18	23,80	221	38,94	33,17
27	113,33	65,75	222	38,74	14,69
28	81,04	105,66	223	38,86	11,23
29	77,77	56,14	224	37,56	7,17
30	134,18	24,25	225	37,02	61,66
31	86,06	33,59	226	36,45	72,73
32	83,75	22,70	227	36,36	52,66
33	70,13	67,16	228	36,65	91,39
34	61,88	73,09	229	36,68	34,33
35	129,05	99,09	230	37,71	7,93
36	135,22	21,07	231	37,87	31,67
37	108,15	75,86	232	37,57	17,94
38	66,65	33,41	233	37,67	96,57
39	91,71	39,97	234	36,44	45,97
40	75,13	32,06	235	35,91	41,54
41	50,88	15,67	236	35,32	11,02
42	46,77	49,12	237	35,23	33,56
43	52,41	61,99	238	34,53	8,70
44	70,05	31,14	239	34,73	77,08
45	60,20	76,59	240	35,51	71,21

46	61.32	25.92	241	35.81	6.37
47	70.79	18.94	242	36.12	25.39
48	64.67	26.10	243	35.84	5.34
49	69.93	69.70	244	36.38	19.90
50	68.66	36.75	245	36.01	46.53
51	131.27	88.17	246	34.88	11.11
52	133.36	86.19	247	34.87	58.04
53	132.69	22.28	248	36.62	11.51
54	116.76	88.88	249	34.76	7.29
55	144.22	97.06	250	36.90	57.65
56	136.48	62.54	251	36.86	102.43
57	138.57	24.01	252	36.22	20.15
58	142.14	29.75	253	36.26	9.72
59	138.72	44.90	254	36.36	13.85
60	138.64	66.14	255	36.20	42.51
61	138.26	54.89	256	36.55	37.09
62	98.80	48.51	257	36.47	66.82
63	138.12	88.21	258	43.20	98.42
64	123.28	22.09	259	46.55	47.06
65	135.81	38.51	260	53.20	55.63
66	134.45	100.12	261	54.04	28.42
67	134.80	47.51	262	55.32	47.28
68	81.70	78.96	263	54.12	66.42
69	135.25	122.73	264	54.41	40.32
70	140.33	57.97	265	54.85	82.88
71	136.68	33.68	266	55.97	106.45
72	127.65	102.90	267	55.95	36.34
73	136.35	43.12	268	45.15	32.47
74	138.25	49.74	269	53.77	48.72
75	137.31	42.12	270	55.52	100.85
76	142.08	53.93	271	41.17	64.44
77	136.05	101.61	272	37.26	21.20
78	141.71	69.02	273	37.35	7.41
79	133.99	57.39	274	42.32	9.28
80	132.63	104.48	275	38.29	65.31
81	132.18	52.08	276	36.81	17.47
82	132.25	102.62	277	36.86	48.81
83	137.80	46.97	278	40.43	72.29
84	133.95	42.81	279	42.34	33.79
85	130.13	34.98	280	43.36	94.18
86	130.75	94.90	281	45.43	45.95
87	130.68	46.25	282	45.10	19.38
88	130.62	29.18	283	45.07	53.18
89	131.76	11.95	284	46.56	52.32
90	134.03	61.48	285	55.41	28.31

91	135.04	39.07	286	40.74	28.85
92	138.86	103.14	287	38.55	54.29
93	138.46	22.03	288	41.31	53.24
94	136.22	142.63	289	41.49	53.41
95	133.65	144.82	290	42.33	56.37
96	132.19	123.18	291	42.27	9.75
97	132.16	38.52	292	42.31	40.25
98	101.84	65.09	293	42.02	96.96
99	75.49	14.19	294	42.13	15.93
100	54.19	29.69	295	40.59	109.16
101	62.34	31.17	296	40.44	51.87
102	90.73	16.21	297	40.99	52.33
103	81.28	22.86	298	40.70	22.40
104	69.12	53.93	299	41.21	43.25
105	66.41	78.45	300	40.66	37.79
106	67.88	58.65	301	40.88	55.29
107	67.04	29.36	302	40.42	40.28
108	61.75	53.59	303	41.12	13.24
109	60.42	106.53	304	41.51	18.05
110	65.87	40.60	305	41.86	60.01
111	77.52	25.27	306	43.03	46.97
112	61.66	27.66	307	43.20	51.61
113	59.47	32.13	308	43.46	54.45
114	55.93	80.15	309	42.15	20.36
115	58.72	27.52	310	42.82	11.43
116	58.25	15.36	311	42.79	11.48
117	61.12	46.29	312	42.72	58.03
118	48.62	82.56	313	46.01	69.98
119	59.04	25.09	314	45.01	108.72
120	70.73	51.78	315	44.67	81.60
121	55.19	57.49	316	48.99	18.33
122	53.63	26.53	317	49.01	29.37
123	53.22	52.17	318	47.93	15.92
124	55.05	38.61	319	47.56	45.29
125	54.72	29.38	320	47.61	13.56
126	83.15	56.36	321	47.74	58.73
127	51.78	62.86	322	47.17	44.09
128	50.11	57.48	323	46.96	61.28
129	71.86	24.49	324	47.19	25.29
130	74.40	37.84	325	46.80	19.15
131	81.47	47.92	326	64.10	60.59
132	43.20	59.54	327	59.03	40.94
133	41.87	9.65	328	60.09	28.52
134	44.05	12.92	329	59.10	29.86
135	47.76	43.57	330	68.63	35.17

136	48.09	11.85	331	128.69	68.69
137	51.19	107.29	332	134.22	69.31
138	56.74	12.52	333	133.51	87.77
139	49.54	80.33	334	118.87	97.99
140	49.01	41.27	335	131.14	35.51
141	49.09	18.22	336	133.38	119.00
142	49.88	11.49	337	134.16	110.03
143	51.11	42.87	338	104.73	79.92
144	50.38	113.91	339	46.32	36.46
145	55.88	63.93	340	89.90	25.55
146	64.37	65.97	341	125.44	68.42
147	74.76	8.51	342	136.91	109.50
148	53.83	8.20	343	132.73	73.29
149	110.54	33.34	344	135.01	20.70
150	90.42	18.92	345	132.20	56.58
151	94.03	25.74	346	130.21	23.52
152	45.37	26.20	347	118.59	29.58
153	47.73	43.76	348	66.04	74.62
154	53.40	27.03	349	92.06	116.96
155	51.98	106.68	350	54.24	40.24
156	64.43	57.99	351	52.61	39.10
157	51.66	50.84	352	56.95	36.18
158	46.27	75.98	353	68.25	42.66
159	47.59	82.88	354	80.12	107.72
160	48.49	22.32	355	93.18	21.74
161	47.96	17.09	356	108.17	17.15
162	48.51	69.14	357	130.88	14.55
163	55.56	11.97	358	104.37	32.51
164	49.84	54.68	359	109.84	38.28
165	55.21	5.96	360	108.18	114.75
166	62.98	51.86			
167	59.25	15.26			
168	49.73	41.59			
169	46.94	52.86			
170	50.74	58.33			
171	50.40	59.64			
172	50.37	83.06			
173	49.98	58.66			
174	50.13	61.68			
175	48.67	59.96	361	129.23	44.34
176	47.72	22.50	362	135.18	45.21
177	47.94	15.04	363	130.12	59.30
178	47.62	17.37	364	136.67	43.46
179	47.77	102.37	365	137.58	38.43
180	49.71	102.51	366	134.08	47.09

181	49.94	31.33
182	50.01	64.18
183	50.55	58.30
184	49.97	24.09
185	48.22	58.55
186	47.83	40.81
187	48.24	74.77
188	48.25	39.85
189	48.02	13.87
190	48.05	7.10
191	47.85	31.73
192	48.32	48.63
193	48.47	62.83
194	48.75	41.96
195	47.93	37.51

Dari hasil proses eksekusi *Dynamic Programming* jika dibuat perbandingan buangan air pada waduk yang dihasilkan keseluruhan seperti pada tabel 4-3 berikut:

Tabel 4-5
Perbandingan Total buangan air pada waduk antara Operasi PT. PJB
dengan Metode *Dynamic Programming*

Periode Waktu	Total buangan air pada PT. PJB (m ³)	Total buangan air menggunakan <i>Dynamic Programming</i> (m ³)	Selisih (m ³)	Persentasi selisih (%)
Tahun 2004	129.155.812,91	81.805.646,78	47.350.166,13	57,88

Tabel 4-3 diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Dynamic Programming* terdapat pengurangan pembuangan air melalui spillway yang dilakukan PT. PJB dalm periode 1 tahunnya. Ha ini menguntungkan karena air yang dipakai oleh PT.PJB adalah "milik" Perum Jasa Tirta, jadi buangan harus kecil karena PT. PJB membeli air dari jasa Tirta. Sehingga dari segi ekonomis hal ni juga menguntungkan bagi PT. PJB.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa hasil perhitungan terhadap penggunaan metode *Dynamic Programming* pada penjadwalan unit pembangkit hidro jangka panjang oleh PT. PJB selama tahun 2004 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan *Dynamic Programming* memberikan sebuah analisis penyelesaian yang efektif dalam mengoptimalkan sumber daya air sehingga tidak terjadi pembuangan pada spillway yang besar sekaligus menghasilkan penghematan biaya pada PT. PJB. Adapun total air yang masuk spillway selama tahun 2004 oleh PT. PJB sebesar 129.155.812,91 m³ adapun pada metode *Dynamic Programming* terjadi efisiensi air buangan pada spillway waduk selama tahun 2004 sebesar 81.805.646,78 m³ atau terdapat selisih 47.350.166,13m³ atau penghematan sebesar 57,88 % dengan lama eksekusi 0:3:10;719
2. Metode *Dynamic Programming* ini layak diterapkan pada penjadwalan unit pembangkit hidro khususnya di PT. PJB karena dapat mengefisienkan buangan air pada outflow

5.2. Saran

Perlu adanya pendekatan dengan PT. PJB dan Perum Jasa Tirta untuk mendapatkan data unit pembangkit hidro untuk setiap unit.

Pada skripsi ini digunakan data yang diberikan oleh pihak Perum Jasa Tirta sebagai pengelola air dan dari pihak PJ. PJB sebagai salah satu pengguna air dan penghasil tenaga listrik dari air yang dimanfaatkan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. R. W. Ferrero, J. F. Rivera dan S. M. Shahidehpour., "*A Dynamic Programming Two-Stage Algorithm For Long-Term Hydrothermal Scheduling Of Multireservoir System*"., IEEE Transactions on Power System., Vol. 13, No. 4, November 1998.
2. Wood A. J. an Wollenberg B. F., "*Power Generation, Operation, and Control*"., 2nd ED., New York: Willey., 1996
3. Djiteng Marsudi, Ir., "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*"., Balai Penerbit dan Humas ISTN.
4. Y. R. Sherkat, R. Campo, K. Moslehi, E. O. Lo., "*Sthochastic Long- Term Hydrothermal Optimization For A Multireservoir System*", IEEE Transaction on Pwer Apparatus and System., Vol. PAS-104, No. 8, August 1985.
5. A. Arismunandar, Dr., S. Kuwahara, DR., "*Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik*"., PT. Pradnya Paramita Jakarta., Cetakan VIII 2000

RIWAYAT PENULIS



ARIF RIFAI, ST.

Penulis dilahirkan di Rantauprapat, sebuah kota kecil di Sumatera Utara pada tanggal 16 Oktober 1982. Penulis adalah putra bungsu dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Kasirun, A.mA. dan Ibu Yayah Rokhayah. Menyelesaikan pendidikan di SDN No. 112156 Perlayuan Rantauprapat tahun 1995, SLTPN 5 Rantauprapat tahun 1998, SMK Pemda Labuhanbatu jurusan Listrik Instalasi tahun 2001 dan kemudian melanjutkan pendidikan Strata Satu (S-1) nya di Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang pada Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro yang diselesaikan pada tahun 2006.

Penulis yang memiliki motto hidup: "*Hidup bersama kemuliaan atau mati dengan ke-syahid-an*" yang juga merupakan putra dari seorang guru ini selama pendidikan banyak berkarir dalam dunia pendidikan, penulis pernah menjadi pengajar pada sebuah madrasah, sebagai mentor kegiatan ekstra diberbagai SMUN, sebagai instruktur pada laboratorium Analisa Sistem Tenaga dan Distribusi Elektrik (AST & DE) ITN Malang dan aktif dalam kegiatan kemasyarakatan, sosial dan agama.

Melalui karya tulis (skripsi) yang berjudul *Penjadwalan Unit Pembangkit Hidro Jangka Panjang Menggunakan Algoritma Dua Tahap Berbasis Dynamic Programming Pada PT. PJB* penulis menyelesaikan studinya di ITN Malang dengan meraih gelar Sarjana Teknik (ST)

lampiran



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

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : **ARIF RIFAI**
N.I.M : 01.12.080
Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**
Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**
Program Pendidikan : **STRATA SATU (S-1)**
Judul Skripsi :
**PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC
PROGRAMMING PADA PT. PJB.**
Tanggal Mengajukan : 14 SEPTEMBER 2005
Tanggal Menyelesaikan : 14 MARET 2006
Dosen Pembimbing : **Ir. H. CHOIRI**
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 80 (A) *h*

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

Ir.F Yudi Limpraptono, MT
NIP.P : 103 950 0274

**Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing**

Ir.H. CHOIRI
NIP.130703042



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **ARIF RIFAI**
N.I.M : 01.12.080
Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**
Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**
Program Pendidikan : **STRATA SATU (S-1)**
Judul Skripsi :

**PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC
PROGRAMMING PADA PT. PJB.**

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

Hari : **Sabtu**
Tanggal : **18 Maret 2006**
Dengan Nilai : **75,8 (B+)**



Ir. Mochtar Asroni, MSME.
NIP.P : 101 810 0036

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.
NIP.P : 103 950 0274

Penguji I

Ir. H. Soemarwanto
NIP : 130 873 485

Anggota Penguji

Penguji II

Ir. Choirul Saleh, MT.
NIP.P : 101 808 0190



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

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Jenjang Strata Satu (S-1) yang diselenggarakan pada:

Hari : Sabtu
 Tanggal : 18 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh:

Nama : **ARIF RIFAI**
 N.I.M : 01.12.080
 Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**
 Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**
 Program Pendidikan : **STRATA SATU (S-1)**
 Judul Skripsi :

**PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA PANJANG
 MENGGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC
 PROGRAMMING PADA PT. PJB.**

Perbaikan meliputi:

No.	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Perbaikan salah-salah pengetikan dalam skripsi	JH
2.	Cek hasil outflows dari masing-masing waduk	JH
3.	Validasi program harus disertakan	JH
4.	Analisa kaitkan dengan beban yang harus dipikul ke-3 PLTA dengan disesuaikan jumlah unit masing-masing pembangkit	JH

Penguji I

Ir. H. Soemarwanto
 NIP : 130 873 485

Disetujui/ Diperiksa:

Penguji II

Ir. Choirul Saleh, MT.
 NIP.P : 101 808 0190






**Mengetahui/ Menyetujui
 Dosen Pembimbing**

Ir.H. CHOIRI
 NIP.130703042

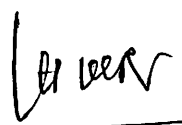


FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ARIF RIFAI
Nim : 01.12.080
Masa Bimbingan : 14 September 2005 s/d 14 Maret 2006.
Judul Skripsi : PENJADWALAN UNIT PEMBANGKIT HIDRO JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PJB.

o.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
	16 Oktober 2005	Konsultasi BAB I (Revisi Rumusan Masalah)	
	04 Januari 2006	Konsultasi BAB II (Revisi Ketikan) Konsultasi BAB III	
	06 Februari 2006	Konsultasi BAB III	
	22 Februari 2006	Konsultasi BAB IV (Revisi Ketikan)	
	24 Februari 2006	Konsultasi BAB V, VI ACC Diseminarkan	

Malang, Maret 2006
Dosen Pembimbing,



Ir. H. Choiri



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : ARIF RI FAI
NIM : 090112080
Perbaikan meliputi :

→ * Perbaikan jumlah ketik. dan skripsi.

→ * Cek hasil outflow or masing-masing wadah. apakah nilai ini sudah benar?

→ Validasi program hrs di serahkan.

Malang,

(_____)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Arif Rifal
N I M : 01.12.080
Perbaikan meliputi :

i. Analisis haitom dengan beban yg harus dipasok ke 3 PLTA dengan disosialisir jumlah unit energi pembangkit.

Malang, 18-03-2006

(Soemarwanto)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

(PENSERO) MALANG
 IK NIAZA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karangic, Km 2 Telp. (0341) 417336 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 17 Sept. 2005

Nomor : ITN-767/I.TA/2/05
 Lampiran : satu lembar
 Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. Ir. H. CHOIRI
 Dosen Institut Teknologi Nasional
 di -
 Malang

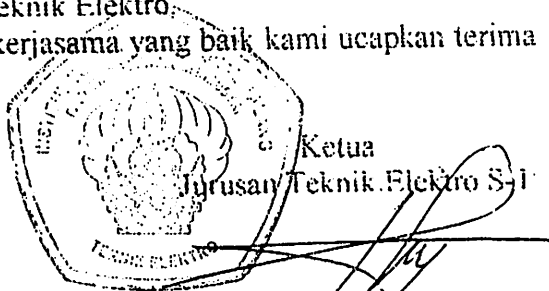
Dengan Hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : ARIF RIFAI
 Nim : 0112080
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro
 Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-I)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal:

14 Sept. 2005 s/d 14 Mar. 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro.
 Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih



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

Tindasan :

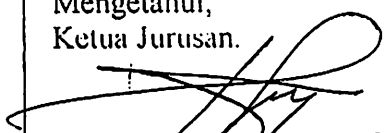
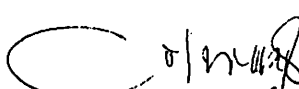
1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



**LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : ARIF RIFAI		Nim : 01 12 080	
2	Waktu pengajuan	Tanggal : 03	Bulan : 08	Tahun : 2005
Spesifikasi judul (berilah tanda silang)				
3	<input type="radio"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="radio"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="radio"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="radio"/> d. Sistem Kendali Industri		<input type="radio"/> e. Elektronika & Komponen <input type="radio"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="radio"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="radio"/> h. lainnya	
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : <i>Ir. I Made Sartana, MT.</i>		Mengetahui, Ketua Jurusan.  Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274	
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	<i>Penjadwalan Hidrotermal Jangka Panjang (LTHS) Menggunakan Algoritma Dua Tahap Berbasis Dynamic Programming pada PT. RUB.</i>		
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu		
Catatan :				
7	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		Disetujui, <i>09 Agustus, 2005</i> Dosen  <i>Ir. I Made Sartana, MT.</i>	

Perhatian :

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan : *) coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g. sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : ARIF RIFAI		Nim : 0112080	
2	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	14 September 2018	08.00 - 09.45	Ruang :
3	Spesifikasi judul **			
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya		
4	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Penjadwalan Hidrotermal Jangka Panjang (LTHS) Menggunakan Algoritma Dua Tahap Berbasis Dynamic Programming Pada PT. PJB		
5	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	Penjadwalan Unit Pembangkit Hidro Jangka Panjang Menggunakan Algoritma Dua Tahap Berbasis Dynamic Programming Pada PT. PJB		
6	Catatan :			
7	Persetujuan Judul Skripsi :			
	Disetujui, Dosen Keahlian I 	Disetujui, Dosen Keahlian II 		
	Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs. 		

Perhatian :

*) coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g. sesuai bidang keahlian.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak **Ir. H. CHOIRI**
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Rifai
NIM : 0112080
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan kiranya bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama/ Pendamping*), untuk penyusunan skripsi dengan judul (proposal terlampir):

**PENJADWALAN HIDROTERMAL JANGKA-PANJANG (LTHS)
MENGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS
DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PJB**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian akhir Sarjana Teknik
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan bapak kami ucapkan terima kasih

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Lmpraptono, MT
NIP.P. 1039500274

Malang, 09 Agustus 2005
Hormat kami

Arif Rifai

Form. S-3a

PERYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai Permohonan dari dari mahasiswa:

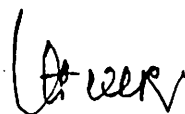
Nama : Arif Rifai
NM : 0112080
Semester : IX
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia/ tidak bersedia*) membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul:

**PENJADWALAN HIDROTERMAL JANGKA PANJANG (LTHS)
MENGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC
PROGRAMMING PADA PT. PJB**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya

Malang, 09 Agustus 2005
Kami Yang Men.buat Pernyataan



IR. H. CHOIRI

Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-045 /III.TA/2/05
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 17 September 2005

Kepada : Yth. Pimpinan
PERUM JASA TIRTA
Sumber Pucung
Di -Malang

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Saudara agar Mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey pada perusahaan yang saudara pimpin untuk mendapatkan data - data guna penyusunan Skripsi dengan judul :
Penjadwalan Hidrotermal Jangka Panjang (LTHS) Menggunakan Algoritma Dua Tahap Berbasis Dynamic Programming Pada PT.PJB Regional 4
Mahasiswa tersebut Adalah :

Arif Rifai

Nim. 01.12.080

Adapun lamanya Survey adalah : 14 Hari

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.

DEKAN
Fakultas Teknologi Industri



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Nip. Y.1018100036

Tembusan disampaikan kepada Yth :

1. Ketua Jurusan
2. Arsip



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

(PERSERO) MALANG
K NIAGA MALANG

Nomor : ITN-1653/III.TA/2/2005
Lampiran :-
Perihal : Survey / Permintaan Data

Malang, 30 Agustus 2005

Kepada : Yth Pimpinan
PT. Pembangkit Jawa Bali
Unit Pembangkitan Brantas
Jl. Basuki Rachmat, Karangates
Sumber Pucung
di-
Malang

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Bapak agar mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri. Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey untuk mendapatkan data-data guna penyusunan Skripsi dengan judul:

PENJADWALAN HIDROTERMAL JANGKA PANJANG (LTHS) MENGGUNAKAN ALGORITMA DUA TAHAP BERBASIS DYNAMIC PROGRAMMING PADA PT. PJB

Mahasiswa tersebut adalah :

1. Arif Rifai NIM : 01 12 080

Adapun lama survey adalah : 2 (Dua) Minggu

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terimakasih.



Dekan

Fakultas Teknologi Industri
Wakil Dekan I

(Signature)
Ir. I Made Wartana, MT
Nip. 131 992 182

Tembusan disampaikan kepada Yth:

1. Ketua Jurusan
2. Arsip

Form.SK-2



PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA I



Sertifikat No. ID03 / 0127

TIRTA I

Nomor : KP.1411.2/UM/DA/2005

Malang, 30 September 2005

Kepada Yth. :

**Dekan
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional
Jl. Bendungan Sigura-Gura No. 2
Malang**

Perihal : Ijin Pengambilan Data

Menunjuk surat Saudara Nomor ITN-045/III.TA/2/05 tanggal 17 September 2005 perihal tersebut di atas, dengan hormat kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kami tidak berkeberatan untuk menerima mahasiswa Saudara :

NO.	NAMA	NIM	JURUSAN
1	Arif Rifai	01.12.080	Teknik Elektro

untuk melakukan Pengambilan Data di Perum Jasa Tirta I, mulai tanggal 3 Oktober 2005 sampai dengan 5 Oktober 2005.

2. Untuk pelaksanaan kegiatan tersebut, kami harap yang bersangkutan agar menghubungi Biro Manajemen Mutu cq PPDL di Jl. Surabaya 2A Malang.
3. Selama melakukan kegiatan tersebut, yang bersangkutan diminta mengikuti ketentuan yang berlaku di Wilayah kerja Perum Jasa Tirta I.

Atas perhatian Saudara, kami ucapkan terimakasih.

a.n. Direktur Administrasi & Keuangan
Kepala Biro SDM & Umum


Ir. Syamsul Bachri, Dipl. Ph

Tembusan Yth.:

1. Kepala Biro Manajemen Mutu cq PPDL

D:\BackUp\DATA\TKIA\WABMHS.DOC



Karangates, 12 September 2005

nomor : N5106335
jenis : Biasa
sifat : -

PADA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional

Perihal : **Ijin Pengambilan Data**

Sehubungan dengan surat Saudara :
Nomor : ITN-1653/III.TA/2/2005
Tanggal : 30 Agustus 2005
Perihal : Survey / Permintaan Data

Dengan ini diberitahukan bahwa pada prinsipnya kami dapat menyetujui atas permohonan Saudara dan memberi ijin kepada mahasiswa Jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Nasional atas nama :

. Arif Rifa'i NIM : 01 12 080

Untuk melaksanakan Pengambilan data di PT PJB Unit Pembangkitan Brantas mulai tanggal 14 s/d 30 September 2005. dengan mematuhi syarat sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas agar menyelesaikan persyaratan dengan menyerahkan surat keterangan kelakuan baik dari kepolisian dan mengisi/menandatangani surat pernyataan.
2. Selama pelaksanaan pengambilan data, mahasiswa tersebut harus mematuhi peraturan/ketentuan yang berlaku di perusahaan kami, karena pembangkit listrik merupakan instalasi yang sangat vital dan berbahaya, maka faktor keselamatan dan keamanan harus benar-benar diutamakan.
3. Semua biaya apapun tidak menjadi tanggungan PT PJB Unit Pembangkitan Brantas.
4. Apabila sampai dengan tanggal yang kami setujui tersebut mahasiswa yang bersangkutan tidak hadir maka kami nyatakan mengundurkan diri.

Demikian Kami sampaikan atas perhatiannya diucapkan terimakasih.

Deputi Manajer SDM & Administrasi UP Brantas

Doddy Herjanto

Tembusan
PH DM Operasi & Pemeliharaan

PT PJB UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS

Jl. Basuki Rahmat No. 271 Karangates Sumberpucung Malang, 65165 Indonesia, phone: 62-341-385545-46, Fax : 62-341-385462
E-Mail : upbrs @ pjb2.com. PO BOX : 4 Sumberpucung

```
unit uObjFunc;
```

```
interface
```

```
uses uUtils,uWaduk;
```

```
type
```

```
  TObjFunc=class
```

```
  private
```

```
    FNWaduk,FNPeriode:integer;
```

```
    FdT,FLamda,FSumQoutMax:double;
```

```
    FQin,FElevStartStop,FQout:dArr2;
```

```
    FUseElevStop:boolean;
```

```
    function getNParam:integer;
```

```
    function DecodeQoutToChrom(const rLength:integer,  
      const rQout:dArr2):bArr2;
```

```
    function DecodeChromToQout(const rChrom:bArr2):dArr2;
```

```
    function FindVolWaduk(const rQout:dArr2;  
      var rPinVol:double):dArr2;
```

```
    function SumQout(const rQout:dArr2):double;
```

```
    function DecodeVolToElev(const rVol:dArr2):dArr2;
```

```
    function CalcEnergi(const rQout,rVol:dArr2):dArr2;
```

```
  public
```

```
    constructor Create(const rdT,rLamda:double;  
      const rQin,rElevStartStop,rQout:dArr2;  
      const rUseElevStop:boolean);
```

```
    function getBatas:TBatasArr1;
```

```
    function getChromAwal(const rLength:integer):bArr2;overload;
```

```
    function getChromAwal:dArr2;overload;
```

```
    function getFitness(const rChrom:bArr2):double;overload;
```

```
    function getFitness(const rChrom:dArr2):double;overload;
```

```
    procedure getFitnessAkhir(const rChrom:bArr2;  
      var rQout,rElev,rEnergiPLN,rEnergiPro:dArr2;  
      var rPinPLN,rPinPro:double);
```

```
    property NParam:integer read getNParam;
```

```
  end;
```

```
var gObjFunc:TObjFunc;
```

```
implementation
```

```
//constructor
```

```
constructor TObjFunc.Create(const rdT,rLamda:double;  
  const rQin,rElevStartStop,rQout:dArr2;  
  const rUseElevStop:boolean);
```

```
var i,j:integer;
```

```
begin
```

```
  inherited Create;
```

```
  FdT:=rdT;
```

```
  FLamda:=rLamda;
```

```

FNWaduk:=high(rQin)+1;
FNPeriode:=high(rQin[0])+1;
SetLength(FQin,FNWaduk,FNPeriode);
SetLength(FQout,FNWaduk,FNPeriode);
SetLength(FElevStartStop,FNWaduk,2);
FSumQoutMax:=0;
for i:=0 to FNWaduk-1 do
begin
for j:=0 to FNPeriode-1 do
begin
FQin[i,j]:=rQin[i,j];
FQout[i,j]:=rQout[i,j];
end;
for j:=0 to 1 do
begin
FElevStartStop[i,j]:=rElevStartStop[i,j];
end;
FSumQoutMax:=FSumQoutMax+gWaduk[i].QoutMax*FNPeriode;
end;
FUseElevStop:=rUseElevStop;
end;

```

```

function TObjFunc.getNParam:integer;
begin
result:=FNWaduk*FNPeriode;
end;

```

```

function TObjFunc.DecodeQoutToChrom(const rLength:integer;
const rQout:dArr2):bArr2;
var i,j,k,sa:integer;
Qout:dArr1;
chrom:bArr2;
begin
SetLength(result,FNWaduk*FNPeriode,rLength);
SetLength(Qout,FNPeriode);
SetLength(chrom,FNPeriode,rLength);
for i:=0 to FNWaduk-1 do
begin
for j:=0 to FNPeriode-1 do
begin
Qout[j]:=getRealToBatas(rQout[i,j],0,gWaduk[i].QoutMax);
end;
chrom:=DecodeFloat2ToBinBase0(rLength,Qout);
sa:=0;
for j:=FNPeriode*i to FNPeriode*i+(FNPeriode-1) do
begin
for k:=0 to rLength-1 do
begin
result[j,k]:=chrom[sa,k];
end;

```

```
    inc(sa);
end;
end;
end;
```

```
function TObjFunc.DecodeChromToQout(const rChrom:bArr2):dArr2;
var i,j,k,Length,sa:integer;
    Qout:dArr1;
    chrom:bArr2;
begin
    Length:=high(rChrom[0])+1;
    SetLength(result,FNWaduk,FNPeriode);
    SetLength(Qout,FNPeriode);
    SetLength(chrom,FNPeriode,Length);
    for i:=0 to FNWaduk-1 do
    begin
        sa:=0;
        for j:=FNPeriode*i to FNPeriode*i+(FNPeriode-1) do
        begin
            for k:=0 to Length-1 do
            begin
                chrom[sa,k]:=rChrom[j,k];
            end;
            inc(sa);
        end;
        Qout:=DecodeBinToFloat2Base0(chrom);
        for j:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
            result[i,j]:=getBatasToReal(Qout[j],0,gWaduk[j].QoutMax);
        end;
    end;
end;
```

```
function TObjFunc.getBatas:TBatasArr1;
var i,j:integer;
begin
    SetLength(result,FNWaduk*FNPeriode);
    for i:=0 to FNWaduk-1 do
    begin
        for j:=FNPeriode*i to FNPeriode*i+(FNPeriode-1) do
        begin
            result[j].min:=0;
            result[j].max:=gWaduk[j].QoutMax;
        end;
    end;
end;
```

```
function TObjFunc.getChromAwal(const rLength:integer):bArr2;
begin
    result:=DecodeQoutToChrom(rLength,FQout);
```

end;

function TObjFunc.getChromAwal:dArr2;

var i,j:integer;

begin

 SetLength(result,FNWaduk,FNPeriode);

 for i:=0 to FNWaduk-1 do

 begin

 for j:=0 to FNPeriode-1 do

 begin

 result[i,j]:=FQout[i,j];

 end;

 end;

end;

function TObjFunc.FindVolWaduk(const rQout:dArr2;

 var rPinVol:double):dArr2;

var i,j:integer;

 VolAwal,VolMin,VolMax:double;

begin

 SetLength(result,FNWaduk,FNPeriode);

 for i:=0 to FNWaduk-1 do

 begin

 for j:=0 to FNPeriode-1 do

 begin

 result[i,j]:=0;

 end;

 end;

 rPinVol:=0;

 for i:=0 to FNWaduk-1 do

 begin

 VolMin:=gWaduk[i].getVolume(gWaduk[i].ElevMin);

 VolMax:=gWaduk[i].getVolume(gWaduk[i].ElevMax);

 for j:=0 to FNPeriode-1 do

 begin

 if j=0 then

 begin

 VolAwal:=gWaduk[i].getVolume(FElevStartStop[i,0]);

 end

 else

 begin

 VolAwal:=result[i,j-1];

 end;

 if i=0 then

 begin

 result[i,j]:=gWaduk[i].getVolumeAkhir(VolAwal,FQin[i,j],
 0,rQout[i,j],FdT);

 end

 else

 begin

```

    result[i,j]:=gWaduk[i].getVolumeAkhir(VolAwal,FQin[i,j],
        rQout[i-1,j],rQout[i,j],FdT);
end;
if result[i,j]>VolMax then
begin
    rPinVol:=rPinVol+(result[i,j]-VolMax);
    result[i,j]:=VolMax;
end;
if result[i,j]<VolMin then
begin
    rPinVol:=rPinVol+(VolMin-result[i,j]);
    result[i,j]:=VolMin;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

function TObjFunc.SumQout(const rQout:dArr2):double;
var i,j:integer;
begin
    result:=0;
    for i:=0 to FNWaduk-1 do
    begin
        for j:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
            result:=result+rQout[i,j];
        end;
    end;
end;
end;

```

```

function TObjFunc.getFitness(const rChrom:bArr2):double;
var Qout,Vol:dArr2;
    ConstVol,sQout:double;
begin
    Qout:=DecodeChromToQout(rChrom);
    Vol:=FindVolWaduk(Qout,ConstVol);
    sQout:=SumQout(Qout);
    result:=(FSumQoutMax-sQout)+FLamda*ConstVol;
end;

```

```

function TObjFunc.getFitness(const rChrom:dArr2):double;
var Vol:dArr2;
    ConstVol,sQout:double;
begin
    Vol:=FindVolWaduk(rChrom,ConstVol);
    sQout:=SumQout(rChrom);
    result:=(FSumQoutMax-sQout)+FLamda*ConstVol;
end;

```

```

function TObjFunc.DecodeVolToElev(const rVol:dArr2):dArr2;

```

```

var i,j:integer;
begin
  SetLength(result,FNWaduk,FNPeriode);
  for i:=0 to FNWaduk-1 do
    begin
      for j:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
          result[i,j]:=gWaduk[i].doFindElev(rVol[i,j]);
        end;
      end;
    end;
end;

function TObjFunc.CalcEnergi(const rQout,rVol:dArr2):dArr2;
var i,j,jam:integer;
begin
  SetLength(result,FNWaduk,FNPeriode);
  jam:=round(FdT) div 3600;
  for i:=0 to FNWaduk-1 do
    begin
      for j:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
          result[i,j]:=gWaduk[i].getDaya(rVol[i,j],rQout[i,j])*jam;
        end;
      end;
    end;
end;

procedure TObjFunc.getFitnessAkhir(const rChrom:bArr2;
  var rQout,rElev,rEnergiPLN,rEnergiPro:dArr2;
  var rPinPLN,rPinPro:double);
var Vol:dArr2;
begin
  Vol:=FindVolWaduk(FQout,rPinPLN);
  rEnergiPLN:=CalcEnergi(FQout,Vol);
  rQout:=DecodeChromToQout(rChrom);
  Vol:=FindVolWaduk(rQout,rPinPro);
  rElev:=DecodeVolToElev(Vol);
  rEnergiPro:=CalcEnergi(rQout,Vol);
end;

end.

```

unit uInput;

interface

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

type

```
TfrmInput = class(TForm)
  PageControl1: TPageControl;
  TabSheet1: TTabSheet;
  TabSheet2: TTabSheet;
  TabSheet3: TTabSheet;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  edtNWaduk: TEdit;
  edtNPeriode: TEdit;
  edtdT: TEdit;
  Label4: TLabel;
  fgWaduk: TStringGrid;
  Panel1: TPanel;
  SaveDialog1: TSaveDialog;
  btnClose: TButton;
  btnSave: TButton;
  Label5: TLabel;
  Label6: TLabel;
  fgInflow: TStringGrid;
  fgOutflow: TStringGrid;
  procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
  procedure btnSaveClick(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure edtNWadukChange(Sender: TObject);
  procedure edtNPeriodeChange(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
```

var

```
  frmInput: TfrmInput;
```

implementation

uses uUtils, uHasil;

```
{ $R *.dfm }
```

```

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

```

```

procedure TfrmInput.btnSaveClick(Sender: TObject);
var input:TextFile;
    NamaFile,Nama:string;
    NWaduk,NPeriode,i,j,Delay,Pipa,dT:integer;
    ElevMin,ElevMax,QoutMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0:double;
    cV2,cQ2,cVQ,cV,cQ,cC0,inflow,outflow:double;
begin
  if btnSave.Caption='&Simpan' then
  begin
    try
      if SaveDialog1.Execute then
      begin
        NamaFile:=SaveDialog1.FileName;
        AssignFile(input,NamaFile+'.txt');
        Rewrite(input);
        NWaduk:=StrToInt(edtNWaduk.Text);
        NPeriode:=StrToInt(edtNPeriode.Text);
        dT:=StrToInt(edtdT.Text);
        Writeln(input,NWaduk);
        Writeln(input,NPeriode);
        Writeln(input,dT);
        for i:=1 to NWaduk do
        begin
          Nama:=fgWaduk.Cells[1,i];
          Delay:=StrToInt(fgWaduk.Cells[2,i]);
          ElevMin:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[3,i]);
          ElevMax:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[4,i]);
          QoutMax:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[5,i]);
          h5:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[6,i]);
          h4:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[7,i]);
          h3:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[8,i]);
          h2:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[9,i]);
          h1:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[10,i]);
          h0:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[11,i]);
          cV2:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[12,i]);
          cQ2:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[13,i]);
          cVQ:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[14,i]);
          cV:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[15,i]);
          cQ:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[16,i]);
          cC0:=StrToFloat(fgWaduk.Cells[17,i]);
          Pipa:=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,',',cC0:12:4,',',cV:8:5,',',
            cQ:13:9,',',cV2:13:11,',',cQ2:13:9,',',cVQ:13:9,',',

```

```

    Pipa,' ',Delay,' ',Nama);
end;;
for i:=1 to NPeriode do
begin
    for j:=0 to NWaduk-1 do
    begin
        inflow:=StrToFloat(fgInflow.Cells[j+1,i]);
        Write(input,inflow:7:2);
    end;
    Writeln(input,' ');
end;
for i:=1 to NPeriode do
begin
    for j:=0 to NWaduk-1 do
    begin
        outflow:=StrToFloat(fgOutflow.Cells[j+1,i]);
        Write(input,outflow:7:2);
    end;
    Writeln(input,' ');
end;
CloseFile(input);
MessageDlg('File Berhasil Disimpan!',mtInformation,[mbOK],0);
end;
except
    MessageDlg('File Tidak Bisa Disimpan!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
end
else
begin
    frmHasil.fgSetElev.RowCount:=fgWaduk.RowCount;
    for i:=1 to fgWaduk.RowCount do
    begin
        frmHasil.fgSetElev.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
        frmHasil.fgSetElev.Cells[1,i]:=fgWaduk.Cells[1,i];
    end;
    frmHasil.Show;
end;
end;
end;

procedure TfrmInput.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    fgWaduk.Cells[0,0]:='No';
    fgWaduk.Cells[1,0]:='Nama';
    fgWaduk.Cells[2,0]:='Delay (jam)';
    fgWaduk.Cells[3,0]:='Elev min (dpl)';
    fgWaduk.Cells[4,0]:='Elev max (dpl)';
    fgWaduk.Cells[5,0]:='Qout max (m3/dt)';
    fgWaduk.Cells[6,0]:='Fh5';
    fgWaduk.Cells[7,0]:='Fh4';
    fgWaduk.Cells[8,0]:='Fh3';

```

```

fgWaduk.Cells[9,0]:='Fh2';
fgWaduk.Cells[10,0]:='Fh1';
fgWaduk.Cells[11,0]:='Fh0';
fgWaduk.Cells[12,0]:='FcV2';
fgWaduk.Cells[13,0]:='FcQ2';
fgWaduk.Cells[14,0]:='FcVQ';
fgWaduk.Cells[15,0]:='FcV';
fgWaduk.Cells[16,0]:='FcQ';
fgWaduk.Cells[17,0]:='FcC0';
fgWaduk.Cells[18,0]:='Pipa';
end;

```

```

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

```

```

procedure TfrmInput.edtNPeriodeChange(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
  if edtNPeriode.Text="" then
    begin
      fgInflow.RowCount:=2;
      fgOutflow.RowCount:=2;
    end
  else
    begin
      fgInflow.RowCount:=StrToInt(edtNPeriode.Text)+1;
      fgOutflow.RowCount:=StrToInt(edtNPeriode.Text)+1;
    end;
end;

```

```
for i:=0 to StrToInt(edtNPeriode.Text)-1 do
begin
  fgInflow.Cells[0,i+1]:=Per '+IntToStr(i+1);
  fgOutflow.Cells[0,i+1]:=Per '+IntToStr(i+1);
end;
end;
end;
end.
```

unit uMenu;

interface

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

type

```
TfrmMenu = class(TForm)
  StatusBar1: TStatusBar;
  Panel1: TPanel;
  btnNew: TButton;
  btnOpen: TButton;
  btnExit: TButton;
  Panel2: TPanel;
  OpenDialog1: 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 uInput, uWaduk;

```
{ $R *.dfm }
```

```
procedure TfrmMenu.btnExitClick(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
  try
    for i:=0 to gNWaduk-1 do
      begin
        gWaduk[i].Free;
      end;
    finally
      Application.Terminate;
    end;
  end;
```

```
procedure TfrmMenu.btnNewClick(Sender: TObject);
begin
```

```

frmInput.Caption:='Input Data';
frmInput.btnSave.Caption:='&Simpan';
frmInput.Show;
end;

```

```

procedure TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
var output:TextFile;
    NamaFile,Nama:string;
    NWaduk,NPeriode,i,j,Delay,Pipa,dT:integer;
    ElevMin,ElevMax,QoutMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0:double;
    cV2,cQ2,cVQ,cV,cQ,cC0,inflow,outflow:double;
begin
    try
        if OpenFileDialog1.Execute then
            begin
                NamaFile:=OpenDialog1.FileName;
                AssignFile(output,NamaFile);
                Reset(output);
                Readln(output,NWaduk);
                Readln(output,NPeriode);
                Readln(output,dT);
                gNWaduk:=NWaduk;
                gNPeriode:=NPeriode;
                gdT:=dT;
                frmInput.edtNWaduk.Text:=IntToStr(NWaduk);
                frmInput.edtNPeriode.Text:=IntToStr(NPeriode);
                frmInput.edtdT.Text:=IntToStr(dT);
                frmInput.fgWaduk.RowCount:=NWaduk+1;
                frmInput.fgInflow.RowCount:=NPeriode+1;
                frmInput.fgInflow.ColCount:=NWaduk+1;
                frmInput.fgOutflow.RowCount:=NPeriode+1;
                frmInput.fgOutflow.ColCount:=NWaduk+1;
                SetLength(gWaduk,NWaduk);
                for i:=1 to NWaduk do
                    begin
                        Readln(output,ElevMin,ElevMax,QoutMax,h5,h4,h3,h2,h1,h0,
                            cC0,cV,cQ,cV2,cQ2,cVQ,Pipa,Delay,Nama);
                        gWaduk[i-
1]:=TWaduk.Create(Nama,Delay,Pipa,ElevMin,ElevMax,QoutMax,h5,
                            h4,h3,h2,h1,h0,cV2,cQ2,cVQ,cV,cQ,cC0);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[1,i]:=Nama;
                        frmInput.fgWaduk.Cells[2,i]:=IntToStr(Delay);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[3,i]:=FloatToStr(ElevMin);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[4,i]:=FloatToStr(ElevMax);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[5,i]:=FloatToStr(QoutMax);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[6,i]:=FloatToStr(h5);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[7,i]:=FloatToStr(h4);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[8,i]:=FloatToStr(h3);
                        frmInput.fgWaduk.Cells[9,i]:=FloatToStr(h2);
                    end;
                end;
            end;
    except
    end;
end;

```

```

frmInput.fgWaduk.Cells[10,i]:=FloatToStr(h1);
frmInput.fgWaduk.Cells[11,i]:=FloatToStr(h0);
frmInput.fgWaduk.Cells[12,i]:=FloatToStr(cV2);
frmInput.fgWaduk.Cells[13,i]:=FloatToStr(cQ2);
frmInput.fgWaduk.Cells[14,i]:=FloatToStr(cVQ);
frmInput.fgWaduk.Cells[15,i]:=FloatToStr(cV);
frmInput.fgWaduk.Cells[16,i]:=FloatToStr(cQ);
frmInput.fgWaduk.Cells[17,i]:=FloatToStr(cC0);
frmInput.fgWaduk.Cells[18,i]:=IntToStr(Pipa);
frmInput.fgInflow.Cells[i,0]:='Waduk '+IntToStr(i);
frmInput.fgOutflow.Cells[i,0]:='Waduk '+IntToStr(i);
end;
gWaduk[0].KonstP:=0.697303758799309;
gWaduk[1].KonstP:=0.164473684210521;
gWaduk[2].KonstP:=0.047518479408659;
SetLength(gInflow,NWaduk,NPeriode);
for i:=1 to NPeriode do
begin
frmInput.fgInflow.Cells[0,i]:='Per '+IntToStr(i);
for j:=0 to NWaduk-1 do
begin
Read(output,inflow);
gInflow[j,i-1]:=inflow;
frmInput.fgInflow.Cells[j+1,i]:=FloatToStr(inflow);
end;
Readln(output);
end;
SetLength(gOutflow,NWaduk,NPeriode);
for i:=1 to NPeriode do
begin
frmInput.fgOutflow.Cells[0,i]:='Per '+IntToStr(i);
for j:=0 to NWaduk-1 do
begin
Read(output,outflow);
if outflow>gWaduk[j].QoutMax then outflow:=gWaduk[j].QoutMax;
gOutflow[j,i-1]:=outflow;
frmInput.fgOutflow.Cells[j+1,i]:=FloatToStr(outflow);
end;
Readln(output);
end;
CloseFile(input);
frmInput.btnSave.Caption:='&Terus';
frmInput.Show;
end;
except
MessageDlg('File Corrupt atau Error Program!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
end;

end.

```

unit uHasil;

interface

uses

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

type

TfrmHasil = class(TForm)
 PageControl1: TPageControl;
 Panel1: TPanel;
 TabSheet1: TTabSheet;
 TabSheet2: TTabSheet;
 TabSheet3: TTabSheet;
 TabSheet4: TTabSheet;
 GroupBox3: TGroupBox;
 fgSetElev: TStringGrid;
 TabSheet5: TTabSheet;
 TabSheet6: TTabSheet;
 btnClose: TButton;
 btnHitung: TButton;
 btnUseDefault: TButton;
 fgQout2: TStringGrid;
 pbProses: TProgressBar;
 Chart2: TChart;
 Series4: TLineSeries;
 Series5: TLineSeries;
 Series6: TLineSeries;
 Chart1: TChart;
 Series1: TLineSeries;
 Series2: TLineSeries;
 Series3: TLineSeries;
 fgEnergi: TStringGrid;
 Label8: TLabel;
 edtTotalProgram: TEdit;
 Label9: TLabel;
 edtTotalPLN: TEdit;
 Label1: TLabel;
 edtSelisih: TEdit;
 Label16: TLabel;
 edtTime: TEdit;
 Label17: TLabel;
 fgElev: TStringGrid;
 edtSpillPLN: TEdit;
 edtSpillPro: TEdit;
 Label2: TLabel;
 Label3: TLabel;
 procedure btnCloseClick(Sender: TObject);

```

procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
procedure btnHitungClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uDinPro,uUtils, uWaduk, uObjFunc, uGABin, uGenVar,
  {$R *.dfm}

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

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgSetElev.Cells[0,0]:= 'No';
  fgSetElev.Cells[1,0]:= 'Nama Waduk';
  fgSetElev.Cells[2,0]:= 'Elev Start';
  fgSetElev.Cells[3,0]:= 'Elev Stop';
  fgEnergi.Cells[0,0]:= 'Per';
  fgEnergi.Cells[1,0]:= 'Energi PLN (MWh)';
  fgEnergi.Cells[2,0]:= 'Energi Program (MWh)';
  fgEnergi.Cells[3,0]:= 'Selisih (MWh)';
end;

procedure TfrmHasil.btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
begin
  fgSetElev.Cells[2,1]:= '261.5';
  fgSetElev.Cells[3,1]:= '263.5';
  fgSetElev.Cells[2,2]:= '163.1';
  fgSetElev.Cells[3,2]:= '162.9';
  fgSetElev.Cells[2,3]:= '135.2';
  fgSetElev.Cells[3,3]:= '135.3';
  btnHitung.Enabled:=true;
end;

procedure TfrmHasil.btnHitungClick(Sender: TObject);
var ElevStartStop,Qout,Elev,EnergiPLN,EnergiPro:dArr2;
    i,j,rows,cols,NParam:integer;
    sumPLN,sumPro>TotalPLN>TotalPro,spillPLN,spillPro:double;

```

```

gas: TGABin2;
BatasChrom: TBatasArr1;
NewParent: TNewParent;
CrossType: TCrossType;
BestChrom: bArr2;
mulai, selesai, selang: TDateTime;
jam, menit, detik, mdetik: word;
begin
rows:=fgSetElev.RowCount-1;
cols:=2;
SetLength(ElevStartStop,rows,cols);
for i:=0 to rows-1 do
begin
for j:=0 to cols-1 do
begin
ElevStartStop[i,j]:=StrToFloat(fgSetElev.Cells[j+2,i+1]);
end;
end;
rows:=high(gOutflow)+1;
cols:=high(gOutflow[0])+1;
SetLength(Qout,rows,cols);
SetLength(Elev,rows,cols);
for i:=0 to rows-1 do
begin
for j:=0 to cols-1 do
begin
Qout[i,j]:=gOutflow[i,j];
end;
end;
end;
gObjFunc:=TObjFunc.Create(gdT,10,gInflow,ElevStartStop,Qout,false);
//doMainDinPro(gWaduk,gInflow,ElevStartStop,true,10,gdT,Qout,Elev);
NParam:=gObjFunc.NParam;
NewParent:=npReplikasi;
CrossType:=crMulti;
BatasChrom:=gObjFunc.getBatas;
pbProses.Max:=500;
gas:=TGABin2.Create(500,50,30,NParam,10000000,0.75,0.005,0.5,CrossType,
NewParent,BatasChrom);
mulai:=Time;
BestChrom:=gas.BestChrom;
selesai:=Time;
gObjFunc.getFitnessAkhir(BestChrom,Qout,Elev,EnergiPLN,
EnergiPro,SpillPLN,SpillPro);
edtSpillPLN.Text:=FormatFloat('#,##0.00',SpillPLN);
edtSpillPro.Text:=FormatFloat('#,##0.00',SpillPro);
Series1.Clear;
Series2.Clear;
Series3.Clear;
Series4.Clear;
Series5.Clear;

```

```

Series6.Clear;
for i:=0 to high(Qout[0]) do
begin
  Series1.Add(Qout[0,i],IntToStr(i+1));
  Series2.Add(Qout[1,i],IntToStr(i+1));
  Series3.Add(Qout[2,i],IntToStr(i+1));
  Series4.Add(Elev[0,i],IntToStr(i+1));
  Series5.Add(Elev[1,i],IntToStr(i+1));
  Series6.Add(Elev[2,i],IntToStr(i+1));
end;
fgQout2.RowCount:=high(Qout)+1+1;
fgQout2.ColCount:=high(Qout[0])+1+1;
fgElev.RowCount:=high(Qout)+1+1;
fgElev.ColCount:=high(Qout[0])+1+1;
for i:=0 to high(Qout[0]) do
begin
  fgQout2.Cells[i+1,0]:='Per '+IntToStr(i+1);
  fgElev.Cells[i+1,0]:='Per '+IntToStr(i+1);
end;
for i:=0 to high(Qout) do
begin
  fgQout2.Cells[0,i+1]:='Waduk '+IntToStr(i+1);
  fgElev.Cells[0,i+1]:='Waduk '+IntToStr(i+1);
  for j:=0 to high(Qout[0]) do
  begin
    fgQout2.Cells[j+1,i+1]:=RealToStr(Qout[i,j],2);
    fgElev.Cells[j+1,i+1]:=RealToStr(Elev[i,j],2);
  end;
end;
fgEnergi.RowCount:=high(EnergiPLN[0])+1+1;
TotalPLN:=0;
TotalPro:=0;
for i:=0 to high(EnergiPLN[0]) do
begin
  fgEnergi.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
  sumPLN:=0;
  sumPro:=0;
  for j:=0 to high(EnergiPLN) do
  begin
    sumPLN:=sumPLN+EnergiPLN[j,i];
    sumPro:=sumPro+EnergiPro[j,i];
  end;
  fgEnergi.Cells[1,i+1]:=FormatFloat('#,##0.00',sumPLN);
  fgEnergi.Cells[2,i+1]:=FormatFloat('#,##0.00',sumPro);
  fgEnergi.Cells[3,i+1]:=FormatFloat('#,##0.00',sumPLN-sumPro);
  TotalPLN:=TotalPLN+sumPLN;
  TotalPro:=TotalPro+sumPro;
end;
edtTotalProgram.Text:=FormatFloat('#,##0.00',TotalPro);
edtTotalPLN.Text:=FormatFloat('#,##0.00',TotalPLN);

```

```
edtSelisih.Text:=FormatFloat('#,##0.00',SpillPLN-SpillPro);
gas.Free;
gObjFunc.Free;
selang:=selesai-mulai;
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime.Text:=IntToStr(jam)+':'+IntToStr(menit)+':'+
    IntToStr(detik)+';'+IntToStr(mdetik);
end;

end.
```



DATA LEVEL AIR MAXIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND./WADUK : SUTAMI
TAHUN : 2004
SATUAN : M

Pa_name	St_name	Tahun	Setuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	1	261,08	267,36	270,56	271,59	271,70	272,29	271,40	269,91	268,63	265,83	261,07	259,84
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	2	261,08	267,39	270,77	271,57	271,71	272,27	271,34	269,96	268,59	265,74	260,89	260,67
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	3	261,08	267,91	270,76	271,45	271,78	272,28	271,27	269,88	268,53	265,66	260,69	264,00
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	4	261,11	268,62	270,80	271,20	271,86	272,28	271,27	269,85	268,47	265,58	260,50	265,08
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	5	261,29	268,48	270,84	270,92	271,89	272,22	271,28	269,92	268,42	265,55	260,27	265,09
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	6	261,67	268,14	270,44	270,78	271,92	272,24	271,22	269,79	268,36	265,55	260,03	265,02
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	7	262,07	268,21	270,13	270,58	271,97	272,28	271,17	269,74	268,29	265,55	259,93	264,58
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	8	262,95	268,32	269,92		271,99	272,27	271,12	269,70	268,23	265,44	259,78	263,69
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	9	262,95	268,41	269,92		271,80	272,28	271,07	269,66	268,18	264,84	259,93	263,16
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	10	263,43	268,49	270,08		271,61	272,27	271,01	269,92	268,09	264,67	260,07	262,42
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	11	263,67	268,62	270,14		271,54	272,30	270,95	269,56	268,03	264,48	260,08	261,55
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	12	264,08	268,65			271,61	272,28	270,87	269,54	267,95	264,24	260,07	260,82
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	13	264,27	268,88	270,53		271,70	272,30	270,82	269,51	267,87	264,10	259,99	260,41
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	14	264,43	268,85	270,94		271,73	272,35	270,75	269,47	268,15	263,98	259,77	260,46
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	15	264,51	268,85	272,94	271,07	271,73	272,27	270,70	269,44	268,10	263,93	259,56	260,65
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	16	264,41	268,92	272,94	271,12	271,75	272,21	270,68	269,41	268,06	263,88	259,32	260,88
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	17	264,48	268,97	272,88	271,13	271,92	272,23	270,61	269,37	267,95	263,49	259,98	261,18
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	18	264,56	269,98	272,72	271,13	271,99	272,16	270,59	269,30	267,81	263,31	259,99	261,73
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	19	264,77	269,23	272,83	271,21	271,99	272,16	270,51	269,25	267,65	263,14	258,82	261,76
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	20	265,07	269,59	272,56	271,14	272,01	272,13	270,45	269,18	267,50	262,95	258,67	261,70
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	21	265,48	269,88	272,61	271,13	272,09	272,09	270,39	269,13	267,33	262,81	258,56	261,76
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	22	265,72	270,63	272,56	271,13	272,16	272,03	270,35	269,09	267,13	262,77	258,70	261,81
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	23	265,88	270,51	272,42	271,20	272,20	271,97	270,32	269,04	268,93	262,81	258,81	261,61
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	24	265,95	270,55	272,25	271,30	272,28	271,94	270,30	269,01	268,74	262,31	260,15	261,70
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	25	266,04	270,47	272,16	271,44	272,22	271,89	270,27	269,98	268,51	262,12	260,73	262,10
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	26	266,18	270,48	271,94	271,45	272,17	271,84	270,24	268,92	268,31	261,95	260,80	262,41
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	27	266,42	270,52	271,84	271,52	272,16	271,70	270,19	268,90	268,10	261,75	260,47	262,43
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	28	266,53	270,52	271,34	271,61	272,25	271,58	270,14	268,85	268,08	261,66	260,22	263,10
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	29	267,14	270,38	271,29	271,58	272,17	271,50	270,09	268,79	268,99	261,54	259,88	263,77
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	30	267,20		271,55	271,63	272,13	271,44	270,03	268,74	268,92	261,34	260,15	263,89
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	31	267,22		271,83		272,19		269,98	268,68		261,21		263,77



DATA LEVEL AIR MINIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND. WADUK : SUTAMI
TAHUN : 2004
SATUAN : M

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	1	281,00	287,18	270,32	271,60	271,80	272,20	271,33	289,85	288,68	285,70	280,90	259,58
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	2	280,98	287,32	270,69	271,48	271,85	272,24	271,28	289,81	288,52	285,68	280,89	259,85
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	3	280,74	287,38	270,71	271,21	271,89	272,25	271,22	289,80	288,48	285,57	280,48	280,85
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	4	280,88	288,03	270,84	270,83	271,76	272,17	271,18	289,79	288,41	285,47	280,27	284,10
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	5	281,14	288,17	270,43	270,88	271,82	272,18	271,21	289,78	288,35	285,40	280,03	285,02
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	6	281,33	287,94	270,18	270,68	271,84	272,17	271,18	289,72	288,28	285,41	259,80	284,60
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	7	281,70	287,94	289,83	270,43	271,87	272,19	271,09	289,88	288,22	285,40	259,75	283,92
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	8	282,11	288,22	289,77		271,81	272,18	271,07	289,83	288,16	284,08	259,87	283,18
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	9	282,88	288,27	289,91		271,82	272,18	271,01	289,59	288,08	284,08	259,71	282,48
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	10	282,98	288,38	270,04		271,42	272,18	270,95	289,58	288,02	284,52	259,98	281,58
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	11	283,47	288,50	270,11		271,42	272,18	270,88	289,50	287,95	284,22	259,98	280,72
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	12	283,88	288,83			271,51	272,19	270,78	289,47	287,87	284,13	280,01	280,28
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	13	284,08	288,84	270,25		271,60	272,22	270,59	289,48	287,80	283,99	259,78	280,03
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	14	284,22	288,80	270,58		271,88	272,22	270,64	289,41	287,81	283,88	259,56	280,37
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	15	284,42	288,82	270,02	270,84	271,88	272,17	270,58	289,38	288,03	283,88	259,34	280,47
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	16	284,32	288,83	272,67	271,03	271,88	272,13	270,60	289,34	287,98	283,52	258,15	280,89
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	17	284,38	288,88	272,58	271,05	271,73	272,12	270,58	289,30	287,85	283,34	258,98	280,82
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	18	284,50	288,95	272,54	271,08	271,89	272,07	270,50	289,24	287,89	283,18	258,00	281,22
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	19	284,51	289,09	272,58	271,08	271,89	272,05	270,45	289,18	287,54	282,97	258,58	281,68
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	20	284,79	289,28	272,47	271,09	271,95	272,01	270,39	289,13	287,37	282,81	258,58	281,08
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	21	285,10	289,00	272,61	271,05	272,00	271,97	270,33	289,07	287,18	282,77	258,38	281,81
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	22	285,48	289,51	272,43	271,07	272,07	271,85	270,30	289,02	288,97	282,81	258,42	281,47
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	23	285,71	270,31	272,22	271,08	272,14	271,80	270,27	288,97	286,78	282,32	258,79	281,20
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	24	285,80	270,48	272,19	271,18	272,20	271,82	270,25	288,92	286,55	282,14	258,87	281,62
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	25	285,98	270,48	271,95	271,28	272,14	271,78	270,22	288,89	286,35	281,95	280,17	281,82
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	26	286,04	270,37	271,88	271,39	272,08	271,72	270,18	288,85	286,14	281,78	280,51	282,22
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	27	286,20	270,36	271,34	271,42	272,08	271,58	270,15	288,82	288,02	281,59	259,78	282,03
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	28	286,39	270,35	271,04	271,48	272,14	271,50	270,08	288,77	285,98	281,51	259,70	282,48
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	29	286,53	270,16	271,10	271,53	272,07	271,43	270,03	288,72	285,92	281,38	259,27	283,03
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	30	287,08		271,22	271,53	272,04	271,37	289,97	288,68	285,84	281,20	259,82	283,77
Water Level	Sutami Dam JRC	2004	m	31	287,07		271,58		272,05		289,91	288,62		281,05		283,29



DATA LEVEL AIR MAXIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND./WADUK : WLINGI
TAHUN : 2004
SATUAN : M

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	1	163,51	163,47	163,45	163,4	163,92	162,99	163,92	163,52	163,52	163,48	163,53	163,48
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	2	163,47	163,56	163,88	163,55	163,51	163,98	163,58	163,98	163,53	163,41	163,54	163,58
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	3	163,51	163,54	163,45	163,49	163,53	163,91	163,53	163,98	163,58	163,7	163,55	163,58
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	4	163,54	163,5	163,98	163,5	163,47	163,96	163,5	163,48	163,48	163,38	163,5	163,43
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	5	163,52	163,59	163,08	163,53	163,89	163,98	163,51	163,51	163,53	163,44	163,51	166,38
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	6	163,52	163,52	163,45	163,53	163,85	163,98	163,54	163,52	163,53	162,98	163,51	163,44
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	7	163,52	163,58	163,44	163,48	163,94	163,98	163,52	163,54	163,5	162,98	163,49	163,82
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	8	163,46	163,5	163,51	163,5	163,89	163,93	163,53	163,5	163,52	163,41	163,98	163,5
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	9	163,51	163,53	163,58	163,89	163,58	163,98	163,54	163,5	163,55	163,51	163,93	163,98
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	10	163,28	163,53	163,37	163,89	163,9	163,98	163,53	163,53	163,5	163,19	163,47	163,98
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	11	163,54	163,54	163,18	163,52	163,75	163,98	163,54	163,51	163,49	163,88	163,54	163,97
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	12	163,58	163,82		163,97	163,35	163,89	163,57	163,54	163,53	163,83	163,88	163,38
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	13	163,58	163,53	163,25	163,5	163,33	163,42	163,58	163,53	163,52	162,98	163,87	163,42
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	14	163,54	163,53	163,3	163,87	163,48	163,48	163,53	163,51	163,51	163,34	163,88	163,53
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	15	163,54	163,52	163,52	163,48	163,47	163,9	163,52	163,55	163,51	163,53	163,91	163,43
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	16	163,83	163,53	163,52	163	163,44	163,96	163,51	163,48	163,54	163,5	163,78	163,54
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	17	163,55	163,49	163,53	163,49	163,44	163,98	163,49	163,51	163,57	163,54	163,88	163,91
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	18	163,53		163,47	163,47	163,45	163,99	163,54	163,58	163,55	163,51	163,29	163,47
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	19	163,52		163,3	163,88	163,48	163,52	163,53	163,57	163,51	163,47	163,87	163,48
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	20	163,51		163,46	163,85	163,44	163,87	163,52	163,54	163,58	163,5	163,85	163,52
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	21	163,55		163,48	163,87	163,52	163,53	163,58	163,5	163,53	163,54	163,49	163,37
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	22	163,54		163,44	163,93	163,45	163,53	163,52	163,51	163,58	163,48	163,9	163,44
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	23	163,48		163,42	163,92	163,44	163,51	163,47	163,51	163,49	163,85	163,52	163,41
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	24	163,51	163,48	163,47	163,87	163,5	163,48	163,97	163,45	163,53	163,52	163,99	163,51
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	25	163,5	163,44	163,53	163,55	163,44	163,58	163,51	163,4	163,54	163,54	163,48	163,53
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	26	163,48	163,18	163,48	163,84	163,5	163,53	163,51	163,53	163,45	163,52	163,37	163,57
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	27	163,5	163,52	163,52	163,85	163,33	163,49	163,49	163,57	163,44	163,88	163,55	163,94
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	28	163,49	163,5	163,53	163,52	163,49	163,54	163,85	163,52	163,38	163,52	163,99	163,54
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	29	163,51	163,5	163,51	163,95	163,4	163,54	163,99	163,53	163,54	163,52	163,55	163,52
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	30	163,81		163,34	163,88	163,89	163,92	163,54	163,52	163,47	163,53	163,53	163,58
Water Level	Wingl Dam JRC	2004	m	31	163,45		162,95		163,72		163,53	163,47		163,52		163,19



DATA LEVEL AIR MINIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND./WADUK : WLINGI
TAHUN : 2004
SATUAN : M

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jen	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	1	182,67	182,66	183,04	182,7	182,47	182,02	183,05	182,8	182,97	182,6	182,42	182,78
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	2	182,77	182,68	182,27	182,7	182,53	182,12	182,68	183,08	183,02	182,48	182,57	183,08
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	3	182,63	182,77	182,75	182,73	182,38	183,03	182,52	182,88	183,03	182	182,45	183,02
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	4	182,48	182,98	182,82	182,84	182,51	182,82	182,85	182,88	182,94	182,32	182,47	183,07
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	5	182,61	182,89	182,89	182,75	182,9	182,89	182,88	182,85	183,01	182,1	182,48	183,18
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	6	182,73	182,71	182,77	182,86	182,05	183,03	182,81	182,78	182,88	182,02	182,48	183,18
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	7	182,68	182,88	182,75	182,61	183,04	182,48	182,54	182,87	182,77	182,02	182,6	182,89
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	8	182,74	182,81	182,52	182,88	155	182,99	182,53	182,78	182,78	182,25	183,02	182,78
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	9	182,88	182,83	182,71	183,08	181,38	183,08	182,87	182,87	182,72	182,63	182,87	182,88
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	10	182,81	182,82	182,92	182,63	183,13	183,05	182,82	182,87	182,73	182,64	182,62	183,04
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	11	182,71	182,57	182,78	182,58	182	182,47	182,88	182,87	182,88	182,64	182,78	182,72
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	12	182,85	182,78		182,52	182,08	182,92	183,05	182,74	182,81	182,33	182,98	182,63
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	13	182,93	182,52	182,86	182,51	182,18	182,48	182,98	182,81	182,78	182,03	182,65	182,58
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	14	182,8	182,65	182,94	182,88	182,33	182,51	183,08	182,9	182,78	182,18	182,08	182,23
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	15	182,81	182,7	182,82	183	182,43	182,97	183,1	182,8	182,91	182,35	182,12	183,12
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	16	182,92	182,58	183,17	182,01	182,78	183,08	183	182,89	182,8	182,45	182,11	182,87
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	17	182,78	182,84	182,89	182,01	182,51	182,7	182,84	182,74	182,67	182,39	182	183,01
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	18	183		182,74	182,88	182,42	183,17	182,88	182,77	182,57	182,21	182,07	183,07
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	19	182,88		182,48	183,11	182,64	182,7	182,83	182,8	182,6	182,34	183,01	183,17
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	20	182,97		182,88	183	182,59	183,1	182,84	182,84	182,88	182,38	182,85	183,14
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	21	182,88		182,83	183,03	182,5	182,87	182,83	182,77	182,88	182,4	182,07	182,82
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	22	182,84		182,87	183,03	182,59	182,71	182,57	182,89	182,87	182,58	182,81	182,82
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	23	182,91		182,82	183,02	182,58	182,44	182,59	182,81	182,58	182,48	182,58	182,2
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	24	182,97	182,73	182,81	183,07	182,44	182,54	182,58	182,57	182,7	182,54	183,04	182,3
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	25	182,78	182,7	182,81	183,08	182,51	182,48	182,58	182,48	182,88	182,28	182,91	182,82
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	26	182,78	182,96	182,88	183,01	182,84	182,59	182,82	182,58	182,7	182,23	182,87	182,78
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	27	182,89	183,23	182,85	182,58	182,45	182,6	182,58	182,68	182,45	182,23	183,04	182,18
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	28	182,8	182,88	182,85	182,53	182,98	182,87	182,97	182,89	182,38	182,38	182,81	182,68
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	29	182,89	182,78	182,81	182,77	182,88	182,74	183,01	182,75	182,58	182,43	182,87	182,75
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	30	183,12		182,48	183,04	182,87	183,07	182,89	182,87	182,51	182,4	182,82	182,91
Water Level	Wlingi Dam JRC	2004	m	31	182,88		182,03		182,45		182,88	183		182,55		182,58



DATA LEVEL AIR MINIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND.WADUK : LODOYO
TAHUN : 2004
SATUAN : M

Pd_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	1	134,41	135,3	135,08	135,51	134,57	138	135,26	135,01	134,33	134	134,21	135,13
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	2	134,58	134,35	135,02	135,52	134,79	138,01	135,16	134,7	133,95	134,02	134,32	135,31
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	3	134,72	134,79	134,88	135,31	135,04	135	134,84	134,08	134,07	134,05	134,4	135,12
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	4	134,13	135,04	135,2	135,4	135,14	135,01	134,83	133,71	134,5	134,17	134,18	135
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	5	133,71	135,2	135,39	135,23	135	134,11	134,7	133,31	134,28	134,17	134,18	134,86
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	6	133,32	134,81	135,23	135,31	135,2	134,93	134,65	133,38	134,83	135,02	134,28	135,05
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	7	134,82	134,93	135,21	134,94	135,01	135,09	134,48	134,38	134,42	135,01	134,42	135,37
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	8	135,08	135,15	134,92	135,08	128	135	134,57	134,89	134,51	134,88	134,81	134,8
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	9	135,19	134,81	135,67	135,88	128	135,09	134,58	134,91	134,58	134,78	134,5	134,8
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	10	135,18	134,93	134,88	134,97	128,7	135	134,84	134,91	134,88	134,8	134,53	135,03
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	11	134,91	134,81	135,91	134,84	134,03	135	134,73	134,83	134,13	135,5	134,48	135,18
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	12	134,98	135,2		135,88	133,72	135,89	135,13	134,4	133,84	134,01	134,22	135,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	13	135,01	134,84	135,48	134,81	134,02	138	134,74	133,91	133,94	135,13	134,12	134,82
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	14	134,91	134,52	135,52	134,88	134,34	135,28	134,89	133,91	134,32	134,18	134,44	134,23
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	15	135,23	134,48	135,1	135,14	134,78	136,01	135,08	134,18	134,75	133,93	134,22	133,49
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	16	135,2	134,73	135,2	134,51	134,83	138	134,42	134,58	135,28	134,08	134,11	134,13
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	17	134,78	135,88	134,88	134,43	135,28	138	134,91	134,81	135,08	134,15	134,05	135,18
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	18	134,79		135,35	134,88	134,74	135	135,23	134,88	135	134,37	134,82	135,07
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	19	134,7		135,28	135,05	135,12	135	134,88	134,51	135,18	134	134,11	135
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	20	135,01		135,01	135,08	135,18	135,01	134,98	134,64	134,98	133,94	134,18	135,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	21	134,74		135,48	134,88	135	135,18	135,11	134,79	134,83	134,07	134,88	135,11
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	22	134,84		135,28	135,02	134,83	135,14	134,75	134,2	134,89	133,88	134,84	135,07
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	23	135,39		135,23	135,1	134,83	134,82	134,35	133,84	134,74	135,08	134,97	134,58
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	24	135,08		135,08	135,88	135,07	134,38	134,91	133,98	134,88	133,82	134,78	134,53
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	25	135,08		135,18	135,02	135,38	134,38	134,53	133,68	134,91	133,93	135,18	134,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	26	135,19		135,27	135	135,68	134,42	134,58	133,48	135,05	135,04	135	134,15
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	27	135,13		135,57	135,02	134,88	134,88	134,48	133,98	135,04	133,68	135,42	134,48
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	28	134,37		135,27	134,93	135,28	135,31	135,93	134,28	133,93	133,87	134,88	134,35
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	29	135,27		135,13	135,18	134,38	135,02	135,18	134,42	133,97	134,04	135,02	134,13
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	30	135,58		135,17	135,03	135,01	135,01	135,14	134,67	134,31	134,38	135,3	134,52
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	31	135,08		135,65		134,33		135,1	134,98		134,37		135,05



JASA TIRTA I

DATA LEVEL AIR MAXIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND./WADUK : LODOYO
TAHUN : 2004
SATUAN : M

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	1	135,93	135,97	135,9	135,95	136,02	136,98	136,02	136,05	136,02	135,99	136,01	136,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	2	135,95	135,95	136,73	136,93	136,03	136,98	136,01	136,02	135,59	135,92	136,03	135,94
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	3	135,97	135,98	136,01	135,88	136,08	135,98	135,97	136,03	135,58	135,92	136,7	135,98
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	4	135,85	135,99	136,01	135,93	136,04	135,99	135,98	135,76	135,85	135,88	136,01	136,03
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	5	135,91	135,85	135,97	135,99	135,99	135,98	136	135,47	135,77	136,07	136,01	135,95
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	6	135,72	135,95	135,98	135,99	135,99	135,97	136	135,48	136,03	136,07	136,1	136,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	7	136,02	136,02	136,03	136	135,98	135,97	136,02	135,74	136,04	135,97	136,1	135,99
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	8	135,97	136	136,01	135,93	136,45	136,98	136,01	136,05	135,98	136,08	136,04	136,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	9	135,99	136,03	135,96	135,95	127,2	136,98	136,01	136,04	136,04	136,09	136,04	136,01
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	10	135,99	135,97	135,97	136,04	136,03	135,99	136,03	136,07	136,02	136,08	136,03	135,98
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	11	135,98	135,95	135,98	136,03	136,03	136,01	136,01	136,06	136,08	136,03	136,03	135,98
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	12	135,99	136,01		136,06	136,87	136,99	136,1	136,04	135,83	136,04	136,02	136,02
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	13	135,99	135,99	136,08	135,97	135,99	136,99	136,04	135,95	135,81	135,99	135,95	136
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	14	136,01	136,02	135,97	135,9	135,99	136,08	136,01	135,88	135,78	135,98	136,97	135,84
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	15	136,04	136	135,8	135,88	136,02	136,98	136,04	135,77	136	135,98	136,83	135,07
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	16	136,01	135,98	135,47	136,01	136,04	136,99	136,05	136,05	136,02	136,08	135,98	135,41
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	17	135,97	136,01	135,94	136,03	136,05	136,9	136,03	136,02	136,03	135,93	136,99	135,92
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	18	135,97		136	136,03	136,02	136,75	136,07	136,03	136,03	136,09	136,08	135,82
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	19	135,92		136,02	136,06	136,07	135,99	136,02	136,01	136,05	136,03	136,99	136
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	20	136		135,96	136,96	136,02	136,99	136,01	136,01	135,99	135,95	136,99	135,85
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	21	135,88		136,01	136	136,88	136,99	136,03	136,05	136,04	136	136,85	135,88
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	22	136,03		136	136,94	136,03	136,03	136,02	136,1	136,02	136,01	136,04	135,78
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	23	136,05		135,99	135,95	136,04	136,03	136,02	135,84	135,99	135,96	136,04	135,72
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	24	136,03		136	136,97	136	136,05	136,09	135,9	136,01	135,82	136,85	135,81
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	25	136,04		135,93	136,99	136,03	135,97	136,05	135,88	136,09	135,87	136,09	135,81
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	26	136,01		136	136,03	136,82	136,01	136,04	135,88	136,08	136,01	136,01	135,27
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	27	135,85		135,99	135,98	136,02	136,03	136,03	135,83	136	135,89	136,02	135,88
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	28	135,97		136,03	135,98	136,02	136,08	136,85	136,08	136,02	135,93	136,03	134,84
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	29	136,03		136	136,02	136,03	136,1	136,08	135,99	135,85	135,93	136,01	135,08
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	30	136,02		135,99	136,02	136,08	136,04	136,11	136,08	136,78	136,04	136,05	135,96
Water Level	Lodoyo BRG	2004	m	31	135,97		135,97		136,08		136,08	135,97		136,1		135,5



DATA DEBIT OUTFLOW MAXIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA I

BEND./WADUK : LODOYO
TAHUN : 2004
SATUAN : M3/DETIK

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	1	m3/s	105	210	318	345	102	88	95	83	81	61	81	388
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	2	m3/s	88	168	318	345	102	102	85	77	52	51	76	627
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	3	m3/s	278	384	344	331	142	95	81	78	45	51	81	2047
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	4	m3/s	88	388	277	291	129	143	74	81	49	48	88	1765
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	5	m3/s	74	291	265	238	118	118	75	54	49	47	81	273
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	6	m3/s	70	223	288	305	118	81	75	54	81	47	81	278
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	7	m3/s	158	238	278	237	278	75	78	50	88	47	81	289
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	8	m3/s	247	238	235		400	75	78	81	55	73	157	288
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	9	m3/s	284	184	237	135,87	90	77	75	84	58	88	157	305
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	10	m3/s	284	129	388	135,88	143	76	75	84	83	75	91	288
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	11	m3/s	198	102	292		102	158	75	84	58	118	147	287
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	12	m3/s	157	197		135,94	71	85	81	83	52	88	128	283
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	13	m3/s	184	197	291	135,82	88	108	95	59	49	51	88	282
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	14	m3/s	157	144	317		88	157	75	52	49	51	88	178
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	15	m3/s	184	159	580		75	117	75	51	88	58	78	208
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	16	m3/s	211	158	458	143	75	118	74	49	118	58	88	234
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	17	m3/s	170	131	418	143	118	85	75	85	102	51	88	274
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	18	m3/s	131		422	143	88	108	102	84	118	78	88	184
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	19	m3/s	158		345	144	88	95	118	84	102	88	70	184
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	20	m3/s	183		287	170	88	95	95	84	102	52	75	340
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	21	m3/s	197		284	128	88	102	85	83	102	52	81	348
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	22	m3/s	243		238	143	102	85	81	85	129	88	283	345
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	23	m3/s	282		280	128	122	88	81	58	102	57	308	410
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	24	m3/s	280		284	128	128	75	88	51	102	80	170	2307
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	25	m3/s	281		211	118	129	70	89	54	118	52	314	459
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	26	m3/s	237		238	143	157	88	89	48	88	54	274	433
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	27	m3/s	284		238	115	170	75	88	50	102	54	398	382
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	28	m3/s	285		238	128	282	88	89	55	88	54	372	481
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	29	m3/s	284		238	128	277	88	97	55	51	51	418	573
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	30	m3/s	282		304	104	211	95	80	88	58	50	352	377
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	31	m3/s	265		325		157		83	59		81		253



DATA DEBIT OUTFLOW MINIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA I

BEND./WADUK : LODOYO
TAHUN : 2004
SATUAN : M3/DETIK

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	1	m3/s	90	142	274	197	78	72	75	64	52	16	47	184
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	2	m3/s	88	103	155	210	88	72	74	81	41	10	47	219
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	3	m3/s	74	91	208	209	88	75	68	60	41	10	50	852
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	4	m3/s	70	210	208	183	88	75	68	52	41	10	50	233
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	5	m3/s	68	211	234	182	78	78	70	47	42	39	50	157
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	6	m3/s	52	182	210	208	88	70	70	48	44	39	50	164
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	7	m3/s	50	103	183	183	78	70	68	48	50	39	18	198
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	8	m3/s	76	156	130		70	68	68	47	47	46	18	189
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	9	m3/s	102	101	115	134,64	82	71	68	52	47	50	63	183
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	10	m3/s	102	101	236	135,88	80	70	68	55	47	50	47	183
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	11	m3/s	90	88	251		72	70	68	58	47	61	54	183
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	12	m3/s	88	88		134,18	81	70	68	58	44	44	63	181
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	13	m3/s	102	118	211	135,69	81	81	70	52	43	42	54	108
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	14	m3/s	102	101	223		64	83	68	44	42	44	61	100
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	15	m3/s	102	102	283		64	68	68	44	44	44	61	90
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	16	m3/s	103	128	417	80	65	83	65	44	50	42	47	77
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	17	m3/s	101	102	258	102	65	68	61	47	61	44	61	78
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	18	m3/s	101		261	102	64	63	74	58	52	48	54	98
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	19	m3/s	88		210	101	65	82	69	57	63	47	61	128
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	20	m3/s	74		208	102	68	83	69	58	63	48	54	128
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	21	m3/s	101		209	102	74	82	70	52	56	47	61	157
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	22	m3/s	102		184	101	75	75	63	52	52	47	63	210
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	23	m3/s	170		198	78	78	68	63	31	63	48	92	157
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	24	m3/s	130		224	88	78	65	61	42	52	48	70	181
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	25	m3/s	158		198	88	88	63	61	42	58	47	100	184
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	26	m3/s	128		168	101	88	63	61	43	70	48	158	233
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	27	m3/s	157		157	78	88	65	61	42	68	47	184	210
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	28	m3/s	118		168	88	102	68	61	47	18	44	198	232
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	29	m3/s	103		168	102	103	78	65	47	44	42	181	231
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	30	m3/s	208		174	88	122	78	64	47	47	42	210	167
Measured Outflow	Lodoyo BRG	2004	31	m3/s	158		210		72		69	54		47		208



**DATA DEBIT OUTFLOW MAXIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA I**

BEND./WADUK : WLINGI
TAHUN : 2004
SATUAN : M3/DETIK

Pa_name	St_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	1	m3/s	140	292	341	274	157	147	132	122	87	160	152	288
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	2	m3/s	135	159	253	288	157	147	132	126	87	140	150	546
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	3	m3/s	242	311	270	245	180	147	128	128	78	140	150	1833
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	4	m3/s	151	318	228	227	157	154	128	128	87	148	147	1095
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	5	m3/s	148	245	224	204	157	149	128	128	87	152	150	198
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	6	m3/s	148	227	224	259	152	149	149	129	132	148	150	222
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	7	m3/s	159	202	228	207	149	149	149	122	119	148	142	220
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	8	m3/s	218	179	200	177	374	149	149	118	125	148	160	225
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	9	m3/s	224	174	218	177	128	147	149	108	130	130	150	218
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	10	m3/s	199	148	253	157	157	147	147	108	119	132	142	211
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	11	m3/s	152	151	223	177	151	149	143	114	115	151	172	220
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	12	m3/s	158	178	180	182	147	118	118	119	119	91	140	220
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	13	m3/s	154	159	223	157	180	149	118	118	119	140	140	220
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	14	m3/s	158	159	223	157	157	177	114	117	119	144	140	149
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	15	m3/s	178	148	400	185	138	149	114	119	118	152	140	478
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	16	m3/s	218	158	348	188	128	149	98	119	111	152	132	220
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	17	m3/s	148	148	304	157	152	128	143	122	132	152	140	283
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	18	m3/s	154	174	275	157	152	135	109	118	143	182	183,55	172
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	19	m3/s	154	289	283	157	153	132	132	122	145	152	183,25	172
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	20	m3/s	171	393	223	157	147	132	132	122	143	174	140	287
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	21	m3/s	171	269	223	160	145	132	135	118	140	152	140	261
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	22	m3/s	224	330	193	157	145	130	132	128	137	142	278	259
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	23	m3/s	224	285	224	180	149	142	134	140	140	150	278	249
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	24	m3/s	224	288	223	154	158	149	134	140	140	147	150	228
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	25	m3/s	217	219	223	152	188	147	143	137	140	183	209	338
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	26	m3/s	223	387	223	157	153	147	143	140	132	147	198	301
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	27	m3/s	221	384	207	157	158	138	143	130	143	183	308	278
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	28	m3/s	198	271	207	160	223	132	120	132	143	155	287	399
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	29	m3/s	224	398	207	160	223	130	109	130	143	150	375	442
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	30	m3/s	221		288	157	170	132	109	78	143	150	270	281
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	31	m3/s	224		210		158		132	80		140		205



DATA DEBIT OUTFLOW MINIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA I

BEND./WADUK : WLINGI
TAHUN : 2004
SATUAN : M3/DETIK

Pa_name	St_name	Tahun	Setuan	Tgl.	Bulan												
					Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	1	m3/s	14	88	141	117	15	14	39	27	7	7	7	7	108
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	2	m3/s	14	14	88	108	15	14	3	7	7	7	7	7	135
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	3	m3/s	14	14	189	133	18	14	14	7	7	7	7	653	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	4	m3/s	14	121	115	93	15	87	14	7	7	7	7	122	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	5	m3/s	14	114	131	88	18	14	14	7	7	2	7	129	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	6	m3/s	14	105	127	128	16	43	14	7	6	7	7	158	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	7	m3/s	14	14	115	11	18	14	14	2	3	7	7	118	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	8	m3/s	14	81	11	77	14	14	14	11	28	7	7	75	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	9	m3/s	28	14	88	14	78	14	14	4	13	15	7	183	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	10	m3/s	87	14	182	14	8	14	14	7	2	13	7	114	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	11	m3/s	14	14	208	88	16	17	11	18	7	7	8	141	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	12	m3/s	30	14		77	18	14	11	7	7	25	8	114	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	13	m3/s	14	23	181	28	16	14	11	7	7	7	8	59	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	14	m3/s	27	14	170	20	18	14	11	7	7	7	8	8	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	15	m3/s	77	14	200	88	15	14	11	7	7	7	8	10	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	16	m3/s	14	87	244	15	15	14	11	7	3	7	8	10	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	17	m3/s	14	14	148	15	18	14	11	3	4	7	8	17	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	18	m3/s	14	81	142	15	15	2	28	10	44	7	82	11	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	19	m3/s	14	87	141	15	15	18	3	16	12	7	8	88	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	20	m3/s	28	188	118	15	15	23	2	6	3	7	8	78	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	21	m3/s	32	121	126	15	13	2	35	15	7	7	10	72	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	22	m3/s	13	121	119	16	13	31	24	7	7	7	10	142	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	23	m3/s	84	14	113	15	13	14	10	7	7	7	18	103	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	24	m3/s	87	115	143	15	13	14	10	7	7	7	10	88	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	25	m3/s	108	189	114	15	38	14	10	7	7	7	72	91	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	26	m3/s	87	148	114	15	88	14	10	7	35	7	148	127	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	27	m3/s	116	151	114	15	13	14	10	33	3	7	117	95	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	28	m3/s	87	138	95	3	82	18	8	8	1	7	125	182	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	29	m3/s	76	124	101	30	13	4	20	16	2	7	110	174	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	30	m3/s	130		133	15	88	13	11	4	3	7	105	105	
Measured Outflow	Wlingi Dam JRC	2004	31	m3/s	88		13		13		4	5		7		99	



JASA TRITA 1

DATA DEBIT OUTFLOW MAXIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TRITA 1

BEND./WADUK : SUTAMI
TAHUN : 2004
SATUAN : M³/DETIK

Pa_name	Su_name	Tahun	Satuan	Tgl.	Bulan											
					Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	1	m ³ /s	121	152	148	148	142	125	126	108	85	135	88	144
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	2	m ³ /s	118	130	143	147	138	128	127	105	90	91	107	152
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	3	m ³ /s	148	151	150	147	140	126	128	105	85	78	120	151
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	4	m ³ /s	88	153	148	147	142	137	128	108	88	80	120	138
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	5	m ³ /s	92	155	148	146	142	136	127	108	87	80	118	138
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	6	m ³ /s	95	151	150	148	142	137	127	105	85	80	122	155
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	7	m ³ /s	115	127	151	148	148	138	126	108	87	90	123	153
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	8	m ³ /s	116	127	148	144	138	138	126	105	88	90	88	150
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	9	m ³ /s	115	138	148	147	125	138	125	107	87	82	102	150
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	10	m ³ /s	108	108	147	148	140	138	126	108	87	83	121	148
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	11	m ³ /s	110	128	148	145	88	137	128	108	87	83	122	147
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	12	m ³ /s	115	129	143	143	88	141	83	108	87	72	121	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	13	m ³ /s	135	128	150	128	125	139	83	107	87	82	122	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	14	m ³ /s	138	128	148	143	125	138	82	108	108	82	122	121
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	15	m ³ /s	142	130	245	142	125	138	92	106	107	92	124	120
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	16	m ³ /s	140	130	354	147	125	137	127	108	131	28	123	118
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	17	m ³ /s	139	130	208	140	125	140	128	104	131	28	120	122
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	18	m ³ /s	133	145	212	141	142	137	130	107	135	91	122	122
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	19	m ³ /s	114	148	151	143	143	125	127	108	132	83	124	118
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	20	m ³ /s	113	152	145	141	143	125	131	108	133	91	124	143
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	21	m ³ /s	131	152	157	143	143	122	127	83	147	85	131	142
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	22	m ³ /s	138	150	148	143	128	126	129	106	149	83	135	144
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	23	m ³ /s	136	150	148	137	139	140	123	128	148	94	139	148
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	24	m ³ /s	142	152	147	141	141	135	129	88	148	86	138	142
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	25	m ³ /s	142	147	148	141	138	128	127	72	148	94	142	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	26	m ³ /s	138	151	148	142	140	127	127	72	134	98	147	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	27	m ³ /s	149	1485	147	127	128	128	127	72	134	86	144	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	28	m ³ /s	150	150	149	142	144	127	127	108	88	85	144	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	29	m ³ /s	140	150	148	141	144	126	128	88	138	85	146	151
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	30	m ³ /s	156	148	148	142	148	124	127	88	90	94	148	152
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	31	m ³ /s	148	148	148	148	127	128	128	88	86	86	151	151



DATA DEBIT OUTFLOW MINIMUM HARIAN WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA I

BEND./WADUK : SUTAMI
TAHUN : 2004
SATUAN : M3/DETIK

Pt_name	St_name	Tahun	Setuan	Tgl.	Bulan												
					Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	1	m3/s	31	70	103	144	26	26	26	26	26	26	3	27	138
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	2	m3/s	31	30	70	142	27	28	27	24	25	25		27	139
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	3	m3/s	30	28	145	142	28	28	27	24	25	9		27	129
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	4	m3/s	27	148	145	140	28	54	25	24	24	25		27	30
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	5	m3/s	28	140	145	144	28	28	28	24	28	24		28	87
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	6	m3/s	27	105	144	137	28	28	27	24	24	25		27	130
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	7	m3/s	28	28	144	68	28	28	27	24	25	25		27	145
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	8	m3/s	25	57	28	68	58	27	27	24	25	27		27	100
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	9	m3/s	19	27	147	27	54	28	27	24	25	29		28	140
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	10	m3/s	28	28	142	28	57	28	28	24	24	28		27	143
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	11	m3/s	28	28	144	70	27	28	27	24	25	0		27	143
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	12	m3/s	27	28		32	27	28	28	24	25	25		24	82
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	13	m3/s	37	38	141	27	28	30	34	24	25	27		27	30
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	14	m3/s	37	29	147	27	28	35	34	24	25	28		27	30
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	15	m3/s	74	28	147	27	28	33	35	24	25	28		28	30
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	16	m3/s	28	34	176	27	28	28	27	24	28	18		28	30
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	17	m3/s	30	28	145	27	28	24	27	25	22	2		28	28
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	18	m3/s	28	75	144	11	28	24	27	24	28	28		28	38
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	19	m3/s	28	72	141	27	28	28	27	24	28	28		28	81
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	20	m3/s	30	133	142	27	28	23	27	24	28	28		28	82
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	21	m3/s	30	145	143	27	28	24	24	24	28	28		28	82
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	22	m3/s	30	138	140	28	28	28	24	24	28	28		28	135
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	23	m3/s	93	144	138	27	28	28	24	24	28	27		28	30
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	24	m3/s	37	145	138	27	28	28	24	27	28	28		28	83
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	25	m3/s	74	145	138	28	31	28	24	24	28	27		31	83
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	26	m3/s	74	142	140	28	55	28	25	24	28	28		142	108
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	27	m3/s	110	140	143	16	28	28	24	28	28	27		0	138
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	28	m3/s	29	141	144	28	54	28	24	24	28	27		0	138
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	29	m3/s	20	141	142	28	28	28	24	24	25	28		95	140
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	30	m3/s	133		141	26	68	27	24	24	25	27		139	132
Measured Outflow	Sutami Dam JRC	2004	31	m3/s	57		141		28		24	25		27			143

Bulan

Tgl.	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Ok	Nop	Des
1	88,14	168,87	326,41	282,22	89,73	73,69	79,56	73,39	52,23	53,09	52,63	259,82
2	89,32	132,48	212,96	292,90	90,55	88,72	77,81	66,61	45,93	46,01	54,23	348,38
3	80,58	150,88	284,94	278,27	98,28	63,19	70,97	65,26	41,25	45,76	55,28	1.354,88
4	74,42	321,79	240,76	236,01	98,70	96,08	71,62	55,36	46,25	43,78	56,11	558,49
5	68,11	250,64	248,52	216,10	90,22	83,81	72,51	50,08	45,49	47,88	53,81	226,96
6	60,81	207,08	234,20	226,98	91,02	73,60	73,05	48,67	50,08	56,13	54,34	232,93
7	80,29	154,28	231,03	192,27	103,41	72,13	72,60	49,74	56,24	62,02	53,83	242,43
8	109,29	187,17	159,59	138,40	161,28	72,02	72,47	54,32	50,75	61,42	75,05	228,11
9	155,24	140,98	283,63	121,57	86,72	73,86	72,45	58,57	52,09	57,67	74,70	235,41
10	172,36	107,07	318,43	110,46	108,13	73,66	72,90	59,76	53,37	60,82	68,36	217,55
11	113,49	92,11	265,51	150,25	87,50	87,67	72,78	59,06	48,86	76,98	79,77	250,44
12	115,18	115,80	226,86	139,89	65,04	77,67	75,32	59,28	66,97	51,03	84,50	197,66
13	127,65	141,36	247,04	116,95	64,22	92,82	71,79	54,07	45,16	46,70	67,36	135,43
14	127,86	114,39	266,45	107,62	66,32	96,19	70,73	47,42	46,70	67,22	67,09	122,08
15	144,51	115,59	465,77	122,69	71,40	97,55	70,53	46,92	57,25	47,71	67,49	122,22
16	135,44	136,07	433,92	129,41	68,88	89,65	68,33	46,07	74,91	50,92	80,91	115,31
17	123,41	114,52	325,10	112,13	95,55	72,48	70,33	57,63	78,94	48,07	64,89	139,93
18	115,29	150,82	325,93	113,69	70,56	83,36	78,71	59,32	80,68	51,91	62,22	133,71
19	99,22	174,16	266,75	116,72	74,09	86,62	76,18	58,66	82,40	53,20	66,99	151,56
20	105,61	357,91	236,86	130,30	74,09	86,43	75,75	59,26	80,50	49,00	67,60	211,04
21	117,42	289,20	236,12	110,48	81,03	87,40	75,07	59,43	67,51	49,89	70,01	226,11
22	130,30	286,35	219,05	112,77	82,20	83,91	69,81	55,62	77,33	51,43	126,61	272,41
23	217,79	185,70	217,76	97,15	88,74	75,24	67,42	49,19	76,06	49,63	138,52	281,40
24	212,97	332,88	245,13	108,50	87,44	68,56	63,63	45,80	70,20	49,00	117,02	250,40
25	220,42	273,43	210,70	98,14	103,08	65,49	64,77	45,71	78,07	50,16	179,44	299,31
26	183,74	261,87	204,71	109,30	114,68	65,78	64,31	44,81	79,80	50,83	218,37	288,31
27	227,86	400,62	202,12	91,06	99,44	69,38	64,31	47,13	81,12	49,66	272,40	276,55
28	181,80	287,06	189,03	102,21	241,28	76,92	67,55	50,68	55,22	48,27	271,67	337,03
29	172,72	298,85	201,22	109,32	175,65	86,40	70,63	50,14	48,20	46,20	272,25	403,73
30	261,03		226,47	98,95	169,70	84,79	68,48	53,46	51,96	47,29	265,26	280,03
31	180,05		248,10		91,98		73,36	56,76		53,40		221,47
Rata-2	139,43	206,20	257,81	145,62	99,58	80,90	71,48	64,46	61,38	63,33	107,29	278,10
Mak	261,03	400,62	465,77	292,90	241,28	97,65	79,56	73,39	82,40	97,22	272,40	1.364,88
Min	60,81	92,11	159,59	91,06	64,22	65,49	63,63	44,81	41,25	43,78	52,63	115,31
Dkd-1	99,86	182,22	252,15	209,32	101,40	79,08	73,69	58,18	48,37	53,48	59,83	380,50
Dkd-2	120,76	161,27	306,02	123,97	73,77	87,04	73,05	54,77	66,23	67,27	68,88	157,94
Dkd-3	192,37	290,66	219,13	103,69	121,38	76,66	68,12	60,79	68,66	49,61	193,16	285,16

Tgl.	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	74,27	132,56	228,10	215,46	77,45	66,45	61,88	51,84	46,29	52,98	53,40	216,57
2	67,44	105,34	160,86	221,77	80,28	79,72	63,04	48,68	44,83	46,21	59,23	273,01
3	60,82	128,27	196,58	196,90	79,85	71,99	61,70	48,82	45,12	48,76	53,59	1.026,32
4	59,11	228,35	191,38	186,48	81,42	84,31	63,73	49,89	45,58	46,47	55,27	279,59
5	58,83	187,27	189,57	174,80	75,81	74,26	66,14	49,31	45,68	54,70	55,39	157,05
6	61,81	152,93	185,79	178,00	77,46	66,48	64,60	50,34	45,64	53,11	55,42	176,50
7	80,35	118,54	179,36	146,58	75,01	64,96	65,39	49,59	45,53	54,18	55,59	190,27
8	102,31	144,86	120,61	114,98	102,15	68,28	62,57	48,81	45,53	54,04	70,07	176,56
9	117,62	113,65	220,41	88,83	107,19	66,72	65,97	50,32	45,29	55,79	70,24	181,83
10	121,40	87,51	215,89	88,37	108,66	68,99	67,48	50,42	47,14	56,67	61,10	161,85
11	87,79	74,87	189,70	128,70	24,18	77,63	64,90	52,70	45,65	68,28	78,23	164,66
12	94,47	96,50	181,98	115,11	61,44	78,23	68,94	47,51	47,29	46,63	65,62	154,15
13	105,91	102,99	198,92	101,91	62,84	78,41	69,21	48,45	47,79	51,37	63,84	101,85
14	103,98	97,69	200,38	97,89	66,45	85,21	63,12	48,41	51,89	50,30	63,21	84,44
15	113,43	95,26	363,43	107,82	67,61	82,70	63,91	47,10	60,44	53,61	61,10	98,21
16	113,32	107,69	294,61	102,80	71,90	72,85	56,31	48,85	64,04	52,61	60,41	94,35
17	101,05	94,03	226,01	91,87	85,73	61,50	59,55	48,40	66,32	52,89	60,05	108,21
18	94,43	122,92	234,39	95,23	67,09	68,08	57,32	47,06	67,98	53,92	58,88	117,45
19	80,11	147,17	201,30	100,25	72,00	65,27	62,08	47,00	68,09	63,65	63,16	125,14
20	99,78	255,57	185,60	108,47	73,57	64,14	59,58	47,12	67,71	52,48	65,68	162,28
21	86,33	207,23	179,33	91,21	74,44	63,44	59,25	47,28	68,10	50,79	73,26	188,88
22	113,41	193,17	174,70	87,28	72,92	67,42	56,42	46,13	66,72	51,74	105,44	190,49
23	174,43	202,85	176,54	83,41	84,87	64,15	56,01	45,64	67,87	48,71	116,89	205,71
24	164,23	244,07	190,00	86,73	76,78	65,03	53,76	46,92	69,42	52,25	100,39	171,68
25	165,55	198,35	174,23	85,21	89,82	62,53	55,50	43,29	67,10	51,97	136,99	215,77
26	142,47	223,13	171,04	95,42	99,51	63,88	55,33	48,39	70,07	52,92	169,61	194,70
27	176,98	256,62	167,56	71,15	88,78	64,05	53,50	44,15	63,57	53,66	202,42	221,21
28	131,19	200,45	165,56	89,45	180,47	64,27	55,85	43,47	44,22	50,63	191,37	235,24
29	143,81	240,36	167,48	98,56	132,47	62,43	51,77	47,60	46,59	52,51	224,55	300,97
30	179,63		189,78	86,88	138,29	62,96	55,07	46,83	48,76	52,90	181,38	193,31
31	128,83		212,97		78,26		52,54	45,70		56,24		187,69

Rata-2	109,91	167,26	197,87	117,92	84,99	69,64	60,40	47,94	66,21	62,68	91,06	206,03
Mak	179,63	266,62	363,43	221,77	180,47	86,21	69,21	62,70	70,07	68,26	224,55	1.026,32
Min	68,83	74,87	120,61	71,16	24,18	61,60	61,77	43,29	44,22	46,21	63,40	84,44
Dkd-1	80,42	139,93	188,86	161,22	86,63	71,22	64,26	49,80	46,66	62,29	68,93	283,96
Dkd-2	99,43	119,47	227,63	106,01	86,28	73,40	62,49	48,26	58,72	63,67	64,02	121,07
Dkd-3	148,26	218,47	179,02	87,63	101,61	64,02	65,00	46,96	61,24	62,21	160,23	209,60



DATA DEBIT RERATA HARIAN INFLOW WADUK
PERUSAHAAN UMUM (PERUM) JASA TIRTA

BEND/WADUK : SUTAMI
TAHUN : 2004
SATUAN : M3/DETIK

Tgl.	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	44,67	88,45	165,93	129,90	46,54	55,92	42,95	32,13	29,67	28,09	31,15	128,74
2	38,82	63,15	106,38	121,13	47,85	50,08	41,40	35,70	27,09	29,09	28,07	189,56
3	37,13	108,96	137,92	104,13	59,81	52,29	42,22	36,27	28,81	28,57	30,89	198,92
4	41,83	190,89	115,51	95,98	61,18	53,18	49,36	33,29	28,94	29,74	24,84	132,32
5	47,01	108,01	112,80	115,15	57,17	45,45	41,28	34,33	26,88	31,68	28,40	83,66
6	65,75	84,85	102,66	113,31	55,47	50,25	44,66	31,12	27,68	31,77	29,39	91,50
7	80,40	79,50	56,96	69,13	62,04	46,95	35,43	31,12	27,72	30,63	41,04	79,35
8	86,05	95,02	82,80	77,23	66,00	42,02	43,45	30,89	27,62	47,53	39,09	76,11
9	62,60	74,29	140,26	68,87	62,24	47,01	44,27	32,91	27,33	28,55	55,24	77,33
10	78,62	50,99	139,73	72,59	59,63	46,66	39,15	90,96	24,39	31,32	54,70	69,26
11	57,14	50,76	130,07	90,01	47,83	66,08	29,04	30,93	30,47	32,73	46,10	82,48
12	82,11	66,05	145,84	74,19	49,05	54,16	40,45	32,53	28,83	29,17	45,37	75,44
13	88,44	63,96	166,01	72,31	50,01	55,23	40,14	29,98	28,74	24,18	31,67	58,93
14	90,11	52,41	186,55	63,35	48,50	64,33	38,08	35,25	74,24	24,81	33,23	38,19
15	85,57	58,18	438,48	73,40	47,98	51,52	41,23	31,49	41,11	27,66	33,28	51,71
16	59,85	72,93	185,85	63,76	60,50	43,84	41,09	30,39	49,28	28,49	35,55	52,07
17	63,76	86,64	171,03	91,09	75,63	44,45	38,37	30,94	40,58	29,97	36,23	73,00
18	54,27	61,74	168,39	53,64	51,24	42,16	39,99	29,76	38,28	27,44	36,65	97,65
19	62,78	102,71	141,36	79,50	48,93	47,30	38,74	28,99	37,67	28,48	35,99	74,25
20	69,50	177,61	144,85	67,24	73,78	43,04	37,17	30,00	37,68	30,47	43,32	82,50
21	85,84	250,56	127,28	56,90	56,63	42,70	35,09	27,84	33,95	28,44	45,62	108,68
22	87,89	140,08	125,57	56,96	58,11	35,63	36,45	27,58	39,14	27,15	65,53	107,18
23	127,01	134,49	114,68	72,96	56,40	49,30	37,14	30,06	34,60	27,08	125,19	99,16
24	98,84	139,24	127,37	69,86	55,27	39,26	36,96	28,58	33,77	26,89	73,10	109,04
25	110,22	138,85	107,73	67,92	59,03	41,63	35,45	28,52	86,94	27,10	129,80	126,77
26	97,92	123,30	86,42	59,36	64,81	41,67	35,34	31,50	32,45	26,18	119,98	138,09
27	127,39	150,21	85,50	55,34	56,12	31,40	35,11	29,23	26,70	30,21	111,76	133,32
28	84,78	117,97	106,75	63,39	112,62	36,16	34,14	27,86	27,79	33,99	104,59	172,83
29	118,18	133,72	157,83	66,47	86,30	38,82	33,06	30,27	26,96	29,88	124,69	185,94
30	129,50		184,56	61,03	82,14	38,68	34,76	29,11	33,32	31,52	123,91	191,79
31	86,36		129,94		57,37		32,76	29,05		32,72		95,87

Rata-2	79,04	106,02	141,39	77,64	60,72	46,24	38,64	32,86	35,29	29,73	56,79	105,86
Mak	129,60	260,56	438,48	129,90	112,62	64,33	49,36	90,96	86,94	47,53	129,80	198,92
Min	37,13	50,76	56,96	53,64	46,54	31,40	29,04	27,58	24,39	24,18	24,84	38,19
Dkd-1	68,29	94,41	115,10	86,74	68,69	48,98	42,42	38,87	27,61	31,70	36,28	112,68
Dkd-2	71,38	77,30	187,84	72,85	65,15	50,21	38,33	31,03	40,69	28,34	37,88	68,62
Dkd-3	104,88	147,80	123,06	63,02	67,62	39,52	35,21	29,05	37,56	29,20	102,42	133,52