

# SKRIPSI

**Penjadwalan Perawatan Unit Termal Di PLTGU Gresik Dengan Menggunakan Metode Kombinasi *Algoritma Genetika, Simulated Annealing dan Tabu Search***



**Disusun Oleh :**

**ROHANDI RACHMAN**

**NIM : 00.12.024**

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

**MEI 2008**

1978-79

REPORT ON THE WORK OF THE COMMISSION FOR THE YEAR 1978-79  
AND THE PROGRESS OF THE WORK OF THE COMMISSION FOR THE YEAR 1979-80

THE COMMISSION FOR THE YEAR 1978-79  
AND THE PROGRESS OF THE WORK OF THE COMMISSION FOR THE YEAR 1979-80

REPORT ON THE WORK OF THE COMMISSION FOR THE YEAR 1978-79  
AND THE PROGRESS OF THE WORK OF THE COMMISSION FOR THE YEAR 1979-80

1978-79



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

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI


1. Nama : **ROHANDI RACHMAN**
2. NIM : **00.12.024**
3. Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
4. Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**
5. Judul Skripsi : **PENJADWALAN PERAWATAN UNIT TERMAL  
DI PLTGU GRESIK DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE KOMBINASI ALGORITMA GENETIKA,  
SIMULATED ANNEALING DAN TABU SEARCH**

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

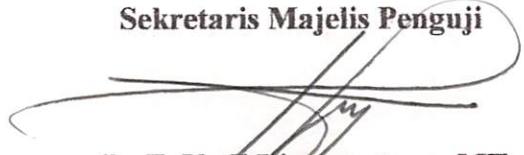
Hari : **Selasa**  
Tanggal : **18 Meret 2008**  
Dengan Nilai : **76,5 (B+)** *Ref*

### Panitia Ujian Skripsi

**Ketua Majelis Penguji**

  
**Ir. Mochtar Asroni, MSME**  
NIP. Y. 1018100036

**Sekretaris Majelis Penguji**

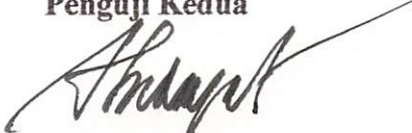
  
**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
NIP. Y. 1039500274

### Anggota Penguji

**Penguji Pertama**

  
**Bambang Prio Hartono ST, MT**  
NIP. Y. 1028400082

**Penguji Kedua**

  
**Ir. H. Taufik Hidayat, MT**  
NIP. Y. 10187000154

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**Penjadwalan Perawatan Unit Termal Di PLTGU Gresik Dengan Menggunakan Metode Kombinasi *Algoritma Genetika, Simulated Annealing dan Tabu Search***

**SKRIPSI**

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

*Disusun Oleh :*

**Rohandi Rachman  
NIM. 00.12.024**



**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP.Y. 1039500274**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I**

**Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE  
NIP.P. 103 9000 208**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing II**

**Irrine Budi S, ST, MT  
NIP. 132314400**

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



### PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

- Hari : Selasa  
Tanggal : 18 Maret 2008  
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :
1. Nama : Rohandi Rachman.
  2. NIM : 00 120 24.
  3. Jurusan : Teknik Elektro S-1.
  4. Konsentrasi : Tenaga Listrik.
  5. Judul Skripsi : Penjadwalan Perawatan Unit Termal di PLTGU Gresik Dengan Menggunakan Metode Kombinasi GA, SA dan TS.

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1	Abstrak di buat 1 Spasi	
2	Rumusan Masalah diperbaiki	
3	Tujuan Pembahasan	
4	Sumber data dimasukkan ke Daftar Pustaka	

Anggota Penguji

**(Bambang Prio Hartono ST, MT)**  
Penguji Utama

Dosen Pembimbing

**(Ir. Almizan Abdullah, MSEE)**  
Pembimbing Utama

**(Irrine Budi S, ST, MT)**  
Pembimbing Kedua



## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

- Hari : Selasa  
Tanggal : 18 Maret 2008  
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :
1. Nama : Rohandi Rachman.
  2. NIM : 00 120 24.
  3. Jurusan : Teknik Elektro S-1.
  4. Konsentrasi : Tenaga Listrik.
  5. Judul Skripsi : Penjadwalan Perawatan Unit Termal di PLTGU Gresik Dengan Menggunakan Metode Kombinasi GA, SA dan TS.

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1	Tambahkan tabel penjadwalan pembangkit sebelum dan sesudah optimasi	
2	Istilah asing dicetak miring	
3	Sumber data di masukan ke Daftar Pustaka	

Anggota Penguji

**(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)**  
Penguji Kedua

Dosen Pembimbing

**(Ir. Almizan Abdullah, MSEE)**  
Pembimbing Utama

**(Irrine Budi S, ST, MT)**  
Pembimbing Kedua



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi ini aku persembahkan buat orang-orang yang sangat penting dan berarti dalam hidup aku:*

- *Bapak dan Ibuku tersayang yang tak henti-hentinya mendoakan aku dan yang telah memberikan dukungan baik material maupun spiritual "Bapak, Ibu aku lulus!"*
- *Dede'ku Resti, "Akhirnya Aa' lulus juga meskipun nyaris bareng sama kamu, tapi tetep aza duluan Aa'"*
- *Chayangku Ani yang selama ini selalu setia dan mau menunggu aku dengan penuh kesabaran "Chayang skripsi ini aku persembahkan buat kamu. Thanks atas semua motivasi dan doanya. terselesainya skripsi ini adalah salah satu bentuk keseriusanku sama kamu. Semoga harapan dan doa kita selama ini dapat terwujud. Amin"*
- *Besti programmerku yang telah banyak membantu pembuatan program "Tanpa kamu, sampai sekarang mungkin aku belum lulus. Thanks ya Bos!"*
- *Suham n Niniet yang telah memberikan support juga "Sorry ya ngrepotin terus."*
- *Mbak Titik sekeluarga yang telah memberikan aku tempat menginap selama di Malang. "Thanks for all"*

## **ABSTRAK**

### **PENJADWALAN PERAWATAN UNIT TERMAL DI PLTGU GRESIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI ALGORITMA GENETIKA, SIMULATED ANNEALING DAN TABU SEARCH**

**Rohandi Rachman**

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik

Dosen Pembimbing I : Ir.H.Almizan Abdullah, MSEE

Dosen Pembimbing II : Irrine Budi S,ST,MT

*Tugas perencanaan memainkan peran utama dalam menjamin pengoperasian yang aman dan ekonomis dari sistem daya modern. Di PLTGU Gresik memiliki 3 blok unit pembangkit dan area pelayanan meliputi daerah Jawa-Bali dan dari beberapa pembangkit yang ada tidak semuanya beroperasi ( 2 blok beroperasi dan 1 blok cadangan) maka dari itu diperlukan adanya suatu perencanaan. Dalam Skripsi ini di bahas penjadwalan perawatan yang menyangkut penentuan periode kerja perawatan pada unit pembangkit sehingga dapat mempertahankan cadangan pada level tertentu. Berdasarkan latar belakang di atas, maka timbul pertanyaan bagaimana kombinasi Algoritma Genetika (GA), Simulated Annealing (SA) dan Tabu Search (TS) dapat dipakai untuk melakukan penjadwalan perawatan pada unit pembangkit termal di PLTGU Gresik dalam menekan biaya meningkatkan keandalan sistem.*

*Skripsi ini menggambarkan sebuah metode untuk memecahkan masalah penjadwalan perawatan unit termal skala besar jangka panjang. Solusinya adalah penggunaan GA, SA, dan TS secara bersama-sama. Dalam skripsi ini juga diuraikan keuntungan-keuntungan dari masing-masing algoritma serta ditunjukkan alasan penggabungan dari local search dan global search. Metode ini mempertimbangkan penggunaan kelas perawatan dan jadwal perawatan tahunan beberapa tahun sebelumnya. Beberapa contoh skala nyata memperlihatkan keefektifan dari metode ini.*

*Setelah optimasi Fuel Cost mengalami efisiensi sebesar 38%, Biaya Perawatan mengalami efisiensi sebesar 0,00088% dan Jumlah Cadangan Pembangkitan mengalami optimasi sebesar 0,64%.*

**Kata kunci : GA, SA, TS, Fuel Cost, Biaya Perawatan**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, barokah dan hidayahNya, sehingga kami bisa menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Adapun Skripsi ini dengan judul **“Penjadwalan Perawatan Unit Termal di PLTGU Gresik Dengan Menggunakan Metode Kombinasi GA, SA dan TS”**.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tak lupa penulis sampaikan kepada:

1. Bpk. Drs. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bpk. Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bpk. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro ITN Malang.
4. Bapak Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE selaku Dosen Pembimbing I.
5. Dan Irrine Budi S, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, saran dan pemikiran serta supportnya sehingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Bapak Bambang Prio Hartono ST, MT selaku Dosen Penguji I.
7. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen Penguji II.
8. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Elektro ST S1 ITN Malang.
9. Teman Seperjuangan Rully Lesmana, Paullus, Vilton, Pongki (*Jikustik*) dan spesial *Programmer* M. Bahesti yang Ganteng, terima kasih atas semua bantuan yang telah di berikan selama mengerjakan skripsi.

Pada akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan dari skripsi ini, karena penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalam skripsi ini. Dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat di kemudian hari. Amin.

Malang, Maret 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	iii
<b>KATA PENGHANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metodologi Penulisan .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
1.7. Kontribusi Penulisan.....	5
<b>BAB II TEORI DASAR</b>	
2.1. Teori Penjadwalan Perawatan Pada Sistem Tenaga .....	7
2.1.1 Pendahuluan .....	7
2.1.2 Jadwal Perawatan Pada Sistem Tenaga .....	9

2.1.3	Latar Belakang Penggunaan Program Komputer Pada Penjadwalan Perawatan .....	12
2.2.	Fungsi Objective.....	13
2.3.	Algoritma Genetika .....	16
2.4	Parameter Algoritma Genetika.....	16
2.5	Simulated Annealing .....	20
2.6	Tabu Search.....	23
2.7	Penggunaan Kombinasi Algoritma Genetika, Simulated Annealing dan Tabu Search dalam Penjadwalan Unit Termal ..	26

### **BAB III PLTGU UNIT PEMBANGKITAN GRESIK**

3.1.	Sejarah PLTGU Gresik.....	35
3.2.	Konfigurasi dan Kapasitas Unit Pembangkitan Gresik .....	36
3.3.	Komponen-komponen utama yang terdapat di Unit Pembangkitan Gresik.....	39
3.4.	Data Input Biaya Perawatan.....	43
3.5.	Validasi Program .....	51

### **BAB IV SIMULASI DAN ANALISA PENJADWALAN PERAWATAN UNIT TERMAL MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI ALGORITMA GENETIKA, SIMULATED ANNEALING, DAN TABU SEARCH**

4.1.	Pendahuluan .....	56
4.2.	Penyelesaian Masalah Penjadwalan Unit Pembangkit dengan GASATS .....	56
4.2.1.	FlowChart GASATS.....	57
4.3.	Program Aplikasi GASATS.....	60

4.4.	Hasil Perhitungan dan Analisis Data .....	64
4.4.1.	Data Analisis .....	64
4.4.2.	Hasil Perhitungan Optimal .....	67

## **BAB V PENUTUP**

5.1.	Kesimpulan .....	73
5.2.	Saran .....	74

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Reprerentasi Segitiga Daya .....	8
Gambar 2.2. Umur Ekonomis Peralatan .....	9
Gambar 2.3. Diagram kesiapan peralatan dalam satu tahun (8760 jam) .....	12
Gambar 2.4. <i>FlowChart Algoritma Genetika</i> .....	18
Gambar 2.5. <i>FlowChart Simulated Annealing</i> .....	21
Gambar 2.6. <i>FlowChart Tabu Search</i> .....	24
Gambar 2.7. <i>Kromosom</i> .....	27
Gambar 2.8. <i>FlowChart GASATS</i> .....	32
Gambar 4.1. <i>FlowChart GASATS</i> .....	57
Gambar 4.2. Tampilan <i>Form Utama</i> .....	61
Gambar 4.3. Tampilan <i>Form Set Parameter</i> .....	62
Gambar 4.4. Tampilan <i>Form Data Input Tab Sheet Data Pembangkit</i> .....	62
Gambar 4.5. Tampilan <i>Form Data Input Tab Sheet Data Unit Termal</i> .....	63
Gambar 4.6. Tampilan <i>Form Data Input Tab Sheet Data Aktual Pembebanan</i> .....	63
Gambar 4.7. Tampilan <i>Form Hasil Perhitungan</i> .....	64
Gambar 4.8. <i>TabSheet Schedule Gen</i> .....	70
Gambar 4.9. <i>TabSheet Klasifikasi Perawatan</i> .....	70
Gambar 4.10. <i>TabSheet Final Result</i> .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Reverensi <i>Encode / Decode</i> Data.....	28
Tabel 2.2. Acuan klas Perawatan dan Periode Perpanjangan .....	29
Tabel 2.3. Cara <i>Mendecode</i> Bit untuk perpanjangan masa .....	30
Tabel 3.1. Tipe Pembangkit di Unit Pembangkitan Gresik .....	37
Tabel 3.2. Data Biaya Perawatan Pada UP di PLTGU Gresik.....	43
Tabel 3.3. Realisasi Penggunaan Bahan Bakar Tahun 2004.....	44
Tabel 3.4. <i>Input</i> Data.....	48
Tabel 3.5. <i>Input</i> Data Unit Termal PLTGU Gresik .....	49
Tabel 3.6. <i>Input</i> Data dari Jurnal.....	50
Tabel 3.7. Tabel Data Unit <i>Maintenance</i> Jurnal .....	51
Tabel 3.8. Data Beban Jurnal .....	52
Tabel 3.9. Tabel Error $W=0$ .....	52
Tabel 3.10. Tabel Error $W=0,5$ .....	53
Tabel 3.11. Tabel Error $W=1$ .....	53
Tabel 3.12. Hasil <i>Komputasi</i> .....	55
Tabel 4.1. Data Unit Termal .....	65
Tabel 4.2. Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 1 – 8.....	65
Tabel 4.3. Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 9 – 16.....	66

Tabel 4.4.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 17-24 terlampir pada lampiran.....	75
Tabel 4.5.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 25-32 terlampir pada lampiran.....	75
Tabel 4.6.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 33-40 terlampir pada lampiran.....	76
Tabel 4.7.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 41-48 terlampir pada lampiran.....	76
Tabel 4.8.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual periode 49-53 terlampir pada lampiran.....	77
Tabel 4.9. Data Pembebanan Aktual periode 1 – 8.....	66
Tabel 4.10.Data Pembebanan Aktual periode 9 – 16.....	67
Tabel 4.11.Data Pembebanan Aktual periode 17-24 terlampir pada lampiran....	77
Tabel 4.12.Data Pembebanan Aktual periode 25-32 terlampir pada lampiran....	78
Tabel 4.13.Data Pembebanan Aktual periode 33-40 terlampir pada lampiran....	78
Tabel 4.14.Data Pembebanan Aktual periode 41-48 terlampir pada lampiran....	79
Tabel 4.15.Data Pembebanan Aktual periode 49-53 terlampir pada lampiran....	79
Tabel 4.16.Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal Periode 1 - 8 .....	68
Tabel 4.17.Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal Periode 9 - 16 .....	68
Tabel 4.18.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal periode 17-24 terlampir pada lampiran.....	80

Tabel 4.19.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal periode 25-32 terlampir pada lampiran.....	80
Tabel 4.20.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal periode 33-40 terlampir pada lampiran.....	81
Tabel 4.21.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal periode 41-48 terlampir pada lampiran.....	81
Tabel 4.22.Data Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal periode 49-53 terlampir pada lampiran.....	82
Tabel 4.23. Data Pembebanan Optimal periode 1 – 8.....	69
Tabel 4.24. Data Pembebanan Optimal periode 9 – 16.....	69
Tabel 4.25.Data Pembebanan Optimal periode 17-24 terlampir pada lampiran..	82
Tabel 4.26.Data Pembebanan Optimal periode 25-32 terlampir pada lampiran..	83
Tabel 4.27.Data Pembebanan Optimal periode 33-40 terlampir pada lampiran..	83
Tabel 4.28.Data Pembebanan Optimal periode 41-48 terlampir pada lampiran..	84
Tabel 4.29.Data Pembebanan Optimal periode 49-53 terlampir pada lampiran..	84

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1. <i>Maint. Cost</i> Jurnal dan Program dengan $W=0$ , $W=0,5$ dan $W=1$ .....	54
Grafik 3.2. <i>Fuel Cost</i> Jurnal dan Program dengan $W=0$ , $W=0,5$ dan $W=1$ .....	54
Grafik 3.3. <i>Total Cost</i> Jurnal dan Program dengan $W=0$ , $W=0,5$ dan $W=1$ .....	55
Grafik 4.1. <i>Fuel Cost</i> Sebelum dan Sesudah Optimasi .....	71
Grafik 4.2. <i>Maintenance Cost</i> Sebelum dan Sesudah Optimasi .....	71
Grafik 4.3. Jumlah <i>Reserve</i> Sebelum dan Sesudah Optimasi .....	72

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Tugas perencanaan memainkan peran utama dalam menjamin pengoperasian yang aman dan ekonomis dari sistem daya modern. Di PLTGU Gresik memiliki 3 blok unit pembangkit dan area pelayanan meliputi daerah Jawa-Bali dan dari beberapa pembangkit yang ada tidak semuanya beroperasi ( 2 blok beroperasi dan 1 blok cadangan) maka dari itu diperlukan adanya suatu perencanaan. Tugas – tugas ini dibagi dalam dua kategori : perencanaan sistem untuk periode waktu yang sangat panjang dan perencanaan pengoperasian untuk periode yang lebih pendek dengan cakupan dari beberapa menit sampai beberapa tahun. Bila perencanaan sistem dikaitkan dengan investasi jangka panjang sistem tenaga dan dihubungkan dengan pemasangan unit pembangkit baru serta pembangunan saluran transmisi daya yang baru, maka perencanaan operasi melaksanakan penjadwalan perawatan unit tenaga, komitmen unit dan *economic dispatch*.

Dalam Skripsi ini di bahas penjadwalan perawatan yang menyangkut penentuan periode kerja perawatan pada unit pembangkit sehingga dapat mempertahankan cadangan pada level tertentu. Penjadwalan perawatan memerlukan pertimbangan beberapa faktor yang berbeda seperti tersedianya kru perawatan, keperluan spesifik untuk order perawatan unit, dan sejarah perawatan yang lalu.

Penjadwalan perawatan unit termal menjadi permasalahan yang mendasar dalam sebuah sistem berskala besar. Secara tradisional permasalahan perawatan pada unit termal ini dapat dipecahkan dengan *dynamic programming*, metode *branch and bound*, *integer programming*, dan metode yang lainnya. Metode tersebut memberi solusi optimum untuk ukuran yang tidak terlalu besar. Tetapi, bila permasalahan perawatan menjadi semakin kompleks dan skala menjadi besar maka “ kutukan dimensi “ (*curse of dimensionality*) membatasi penerapan teknik optimasi yang matematikal. Hal ini disebabkan waktu yang akan digunakan untuk perawatan dapat diperpanjang untuk beberapa tahun secara berturut – turut dan kelas perawatan unit termal harus dipertimbangkan untuk mendapatkan solusi yang tepat. Jadi, sebagai jalan keluar dalam masalah penjadwalan perawatan unit termal beberapa pendekatan telah dikenalkan yaitu kombinasi sistem ahli (*expert system*) dan pemrograman matematika, SA, jaringan saraf tiruan dan lain-lainnya.

Pada skripsi ini akan digunakan metode kombinasi dari *Algoritma Genetika* ( GA ), *Simulated Annealing* dan *Tabu Search*. Kombinasi tersebut, dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan atau kecepatan tingkat konvergensi dari GA dengan menggunakan SA dan disempurnakan lagi oleh TS untuk menghindari optimum lokal. Bagaimanapun, sangat sulit untuk menemukan solusi optimum hanya dengan menggunakan operasi genetik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka timbul pertanyaan bagaimana kombinasi *Algoritma Genetika* (GA), *Simulated Annealing* (SA) dan *Tabu Search*

(TS) dapat dipakai untuk melakukan penjadwalan perawatan pada unit pembangkit termal di PLTGU Gresik dalam menekan biaya meningkatkan keandalan sistem.

### 1.3. Tujuan Pembahasan

Menjadwalkan Perawatan agar tercapai minimalisasi dengan menggunakan metode kombinasi *algoritma genetika*, *simulated annealing* dan *tabu search*.

### 1.4. Batasan Masalah

Untuk mencegah meluasnya masalah yang timbul kearah yang tidak relevan, perlu kiranya diberi batasan masalah. Masalah yang dibatasi adalah sebagai berikut :

1. Sistem yang ditinjau adalah unit-unit pembangkit yang ada di PLTGU Gresik.
2. Waktu penjadwalan adalah berapakai dalam setahun unit mengalami perawatan dan harus dihentikan pengoperasiannya.
3. Metode kombinasi *Algoritma Genetika*, *Simulated Annealing* dan *Tabu Search* digunakan untuk melakukan penjadwalan perawatan unit-unit pembangkit.
4. Tidak ada kendala perawatan pasangan mesin dalam waktu yang bersamaan.
5. Menyusun program komputer dengan bahasa pemrograman *Delphi*.
6. Data yang digunakan adalah data Biaya Perawatan, Biaya Bahan Bakar , Penjadwalan Perawatan Pada Tahun 2004 s/d 2006 dan pada saat kondisi normal.

### 1.5. Metodologi Penulisan

Untuk dapat mencapai maksud dan tujuan pembahasan , maka *metodologi* yang digunakan adalah :

1. Studi lapangan untuk mendapatkan data keadaan sebenarnya tentang penjadwalan perawatan pada unit – unit pembangkit yang ada di PLTGU Sektor Gresik.
2. Studi kepustakaan
3. Pengumpulan referensi-referensi yang mendukung dalam penyusunan proposal ini antara lain :
  - Teori tentang perawatan unit termal.
  - Teori tentang *Algoritma Genetika*.
  - Teori tentang *Simulated Annealing*.
  - Teori tentang *Tabu Search*
4. Menyusun program komputer dengan bahasa pemrograman *Delphi*
5. Membuat analisa dan evaluasi, sehingga dapat disimpulkan apakah metode yang diterapkan lebih efisien atau ekonomis dibandingkan dengan yang digunakan pada PLTGU Sektor Gresik.

### 1.6. Sistematika Penulisan

BAB I : Memberikan gambaran umum mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, metodologi penulisan, sistematika penulisan, dan kontribusi.

**BAB II** : Membahas teori dasar mengenai PLTGU serta GA, SA dan TS.

**BAB III** : Membahas tentang PLTGU Gresik serta data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dan *alternative* pemecahan yang mungkin dapat diterapkan di lapangan..

**BAB IV** : Melakukan analisa optimasi dan solusi yang diambil serta evaluasinya dengan metode kombinasi GA, SA, dan TS dan juga data validasi program computer.

**BAB V** : Kesimpulan

### **1.7. Kontribusi Penulisan**

Dengan dilakukannya penulisan ini diharapkan penjadwalan perawatan unit termal dengan menggunakan metode kombinasi *Algoritma Genetika*, *Simulated Annealing* dan *Tabu Search* dapat menghasilkan jadwal perawatan yang optimal serta dapat digunakan sebagai masukan oleh PLTGU Gresik dalam memastikan jadwal perawatan unit – unit pembangkit.

## 2.5. Simulated Annealing

Optimasi SA adalah suatu *simulasi* dari proses fisik pendinginan logam tidak murni, di mana suatu partikel cair didinginkan pelan – pelan dari temperatur yang sangat tinggi sampai mengeras pada temperatur rendah. Jumlah *iterasi* di dalam metode SA adalah penganalisa untuk tingkat temperatur. Sejumlah percobaan dilakukan dalam suatu *iterasi*. Pada setiap percobaan, suatu solusi calon dihasilkan. Manakala solusi calon yang baru mempunyai biaya yang lebih rendah dibanding solusi yang sekarang akan diterima sebagai solusi yang ditemukan kemudian. Cara lainnya jika solusi calon yang baru adalah lebih jelek, solusi itu diterima dengan suatu kemungkinan penerimaan  $P_r(\Delta)$  :

$$P_r(\Delta) = \left[ \frac{1}{(1 + \exp(\Delta/T))} \right] \quad (8)$$

dimana  $\Delta$  adalah jumlah solusi buruk, solusi baru dan solusi lama, dan T adalah temperatur di mana solusi yang baru dihasilkan. Temperatur T dikurangi pada awal suatu *iterasi* menurut :

$$T_k = r^{(k-1)} T_0 \quad (9)$$

dimana  $T_0$  dan  $T_k$  adalah temperatur awal dan temperatur di *iterasi* berturut – turut, dan r adalah faktor pengurangan temperatur. Solusi yang diterima digunakan untuk menghasilkan suatu calon baru di dalam percobaan yang berikutnya. Solusi yang baru dibentuk dengan mengubah solusi lama. Proses solusi berlanjut sampai jumlah maksimum percobaan dicapai dan banyaknya *iterasi* kemudian menjadi 1. Proses

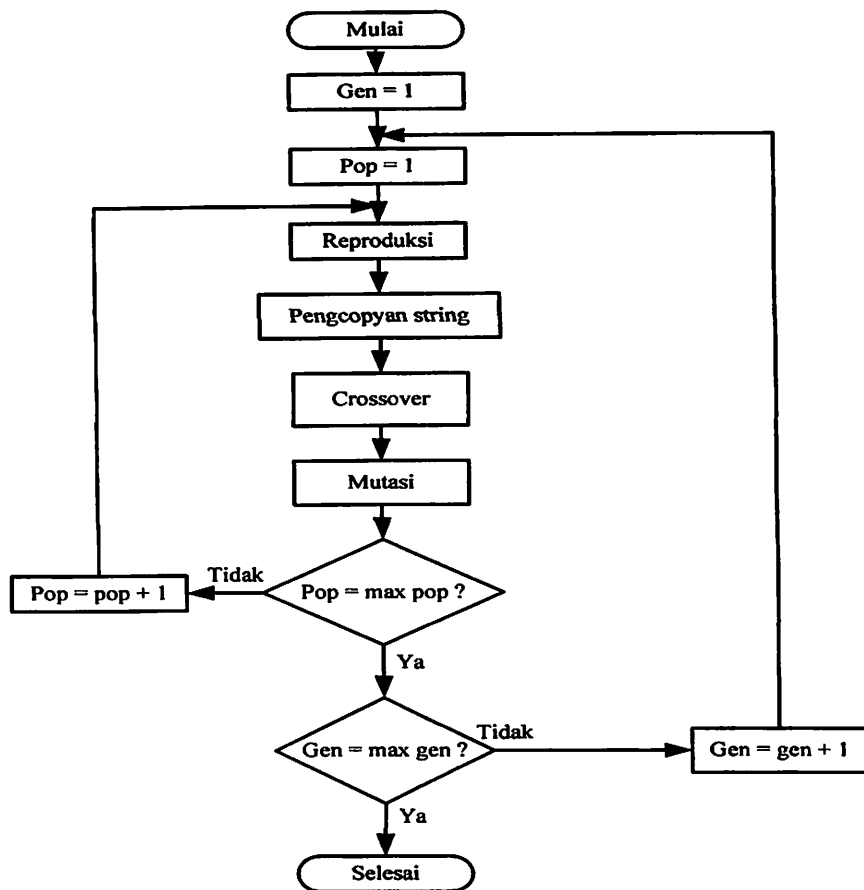
### ***Algoritma Program FlowChart Genetika Algoritma***

1. Mulai
2. Set Generasi = 1
3. Set nilai populasi = 1
4. Melakukan tahapan reproduksi untuk membangkitkan kromosom pada generasi ke-i
5. Pengkopian nilai *string*
6. Melakukan operasi *crossover* atau persilangan pada kromosom.
7. Menerapkan operator *mutasi* pada tiap kromosom berdasarkan nilai *fitnessnya*
8. Apakah jumlah populasi = maksimum populasi ?
9. Jika Tidak, Maka naikan nilai 1(satu) pada jumlah populasi = Pop+1, dan kembali ke langkah-4.
10. Jika Ya, Maka lakukan langkah selanjutnya.
11. Apakah Jumlah generasi = maksimum generasi ?
12. Jika Tidak, Maka naikan nilai satu pada pencacah jumlah generasi, dan lakukan langkah-3.
13. Jika Ya, Maka lakukan langkah selanjutnya.
14. Selesai.

### ❖ Panjang Kromosom (*NVAR*)

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

### FlowChart Algoritma Genetika



Gambar 2.4. Flowchart Algoritma Genetika

#### ❖ Jumlah Generasi (*MAXGEN*)

Merupakan jumlah perulangan (*iterasi*) dilakukannya *rekombinasi* dan seleksi. Jumlah generasi ini mempengaruhi kestabilan *output* dan lama *iterasi* (waktu proses GA). Jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan kearah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada *local optimum solution*.

#### ❖ Ukuran Populasi (*POPSIZE*)

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektifitas dari GA. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencakup ruang permasalahan, sehingga pada umumnya kinerja GA menjadi buruk. Dalam hal ini dibutuhkan ruang yang lebih besar untuk mempersentasikan keseluruhan ruang permasalahan. Selain itu penggunaan populasi yang besar dapat mencegah terjadinya *konvergensi* pada wilayah lokal.

#### ❖ Probabilitas Mutasi (*Pm*)

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi, karena frekuensi terjadinya mutasi tersebut menjadi  $Pm \times POPSIZE \times N$ , dimana  $N$  adalah panjang struktur/gen dalam satu individu. *Probabilitas* mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan akan semakin mirip dengan induknya.

### **2.3. Algoritma Genetika**

*Algoritma Genetika* merupakan metode yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Metode ini didasarkan pada proses evolusi yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti mekanisme alam, dimana individu yang lebih kuat memiliki kemungkinan untuk menjadi pemenang dan mempunyai kesempatan hidup yang lebih besar di dalam lingkungan yang *kompetitif*. Dengan meniru proses ini GA dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

GA pertama kali di kembangkan oleh *Jhon Holland* 1962. Teori *algoritma genetika* didasari oleh teori *Darwin*. Landasan *Algoritma Genetika* terinspirasi dari mekanisme alam, dimana individu yang lebih kuat memiliki kemungkinan untuk menjadi pemenang dan mempunyai kesempatan hidup yang lebih besar didalam lingkungan yang *kompetitif*.

### **2.4. Parameter Algoritma Genetika**

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam GA. Parameter tersebut digunakan untuk melihat kompleksitas dari GA. Parameter yang digunakan tersebut adalah :

- $R$  : jumlah maksimum perawatan  
 $S_{avg}$  : tingkat cadangan rata-rata  
 $S_j$  : tingkat cadangan berputar pada periode  $j$   
 $t_i(k_r)$  : masa perawatan yang dibutuhkan unit  $i$  untuk kelas  $k_r$   
 $v_d$  : jumlah set / perangkat menurut kendala kelompok kerja  
 $W$  : koefisien bobot untuk biaya dan variasi tingkat cadangan  
 $x_{ij}$  : variabel keadaan, jika unit  $i$  adalah dalam kondisi perawatan pada periode  $j$  maka  $x_{ij} = 1$ ; bila tidak  $x_{ij} = 0$   
 $\gamma$  : koefisien konversi biaya untuk variasi tingkat cadangan

Pada persamaan (5), perpanjangan masa maksimum yang tersedia,  $E_{i,r}(k_{i,r2}, k_{i,r1})$  ditentukan oleh persamaan berikut :

[ Pada kasus  $k_{i,r1} = A, B$  ]

$$E_{i,r}(k_{i,r2}, k_{i,r1}) = \begin{cases} 59 : k_{i,r0} = A \\ 29 : k_{i,r0} = B \\ 7 : k_{i,r0} = C \end{cases} \quad (6)$$

[ Pada kasus  $k_{i,r2}, k_{i,r1} = C$  ]

$$E_{i,r}(k_{i,r2}, k_{i,r1}) = 7 \quad (7)$$

dimana :  $k_{i,r0}$ ,  $k_{i,r1}$ ,  $k_{i,r2}$  menyatakan kelas perawatan unit  $i$  ke  $r$ , ke  $r-1$  dan ke  $r-2$ .

$$\sum_{j \in I} x_{ij} = \sum_{r=1}^R M_i(k_r) \quad (i = 1, 2, \dots, I) \quad (3)$$

### 3. Batasan perawatan awal

$$\sum_{i \in d_v} x_{ij} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, J; d_v = 1, 2, \dots, v_d) \quad (4)$$

### 4. Perpanjangan yang tersedia

$$q_{1i} + M_i(k_{i,r1}) + 48 < q_{0i} \text{ dan } q_{0i} \leq q_{1i} + M_i(k_{i,r1}) + 48 + E_{ir}(k_{i,r2}, k_{i,r1}) \quad (5)$$

dimana :

$C_{ir}(q_{0r}, k_{ir})$  : biaya perawatan unit  $i$  pada periode  $q_0$  untuk kelas  $k_{ir}$

$D_j$  : permintaan beban pada periode  $j$

$E_{i,r}(k_{i,r2}, k_{i,r1})$  : masa perpanjangan yang disediakan

$f_i$  : koefisien biaya bahan bakar unit  $i$

$I$  : jumlah unit

$I_{dv}$  : jumlah pasang kendala kelompok kerja

$J$  : nomor rencana pemasangan ( dalam minggu )

$M_i(k_{r0}), M_i(k_{r1}), M_i(k_{r2})$  :  $r_{th}, (r-1)_{th}, (r-2)_{th}$  masa perawatan unit  $i$  dengan kelas  $k_r$

$P_i$  : keluaran rata – rata dari unit  $i$

$P_{ij}$  : keluaran dari unit  $i$  pada periode  $j$

$P_{MAX}$  : jumlah kapasitas dari semua unit

$q_{0i}, q_{1i}$  : periode awal perawatan ke  $r$  dan ke  $r-1$  dari unit  $i$

$$\sum_{j \in I} x_{ij} = \sum_{r=1}^R M_i(k_r) \quad (i = 1, 2, \dots, I) \quad (3)$$

### 3. Batasan perawatan awal

$$\sum_{i \in d_v} x_{ij} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, J; d_v = 1, 2, \dots, v_d) \quad (4)$$

### 4. Perpanjangan yang tersedia

$$q_{1i} + M_i(k_{i,r1}) + 48 < q_{0i} \text{ dan } q_{0i} \leq q_{1i} + M_i(k_{i,r1}) + 48 + E_{ir}(k_{i,r2}, k_{i,r1}) \quad (5)$$

dimana :

$C_{ir}(q_{0r}, k_{ir})$  : biaya perawatan unit  $i$  pada periode  $q_0$  untuk kelas  $k_{ir}$

$D_j$  : permintaan beban pada periode  $j$

$E_{i,r}(k_{i,r2}, k_{i,r1})$  : masa perpanjangan yang disediakan

$f_i$  : koefisien biaya bahan bakar unit  $i$

$I$  : jumlah unit

$I_{dv}$  : jumlah pasang kendala kelompok kerja

$J$  : nomor rencana pemasangan ( dalam minggu )

$M_i(k_{r0}), M_i(k_{r1}), M_i(k_{r2})$  :  $r$ th,  $(r-1)$ th,  $(r-2)$ th masa perawatan unit  $i$  dengan kelas  $k_r$

$P_i$  : keluaran rata – rata dari unit  $i$

$P_{ij}$  : keluaran dari unit  $i$  pada periode  $j$

$P_{MAX}$  : jumlah kapasitas dari semua unit

$q_{0i}, q_{1i}$  : periode awal perawatan ke  $r$  dan ke  $r-1$  dari unit  $i$

berjalan. Juga timbul pertanyaan apakah laporan yang dipersiapkan secara manual dapat sejalan dengan sebuah penjadwalan perawatan yang secara berkelanjutan berubah dalam suatu upaya untuk menyesuaikan diri dengan unit pembangkit baru yang tidak beroperasi karena terpaksa (*forced outage*), penundaan dalam pemasangan kapasitas baru, masalah tenaga kerja, dan keterbatasan suku cadang.

Kunci masalah lainnya dalam sistem dimana cadangan sangat ketat adalah suatu kebutuhan untuk meminimasi pembelian kapasitas yang mahal untuk menutup biaya perawatan dan unit pembangkit yang tidak beroperasi karena terpaksa.

Dalam hal ini khususnya penggunaan program komputer untuk penjadwalan perawatan, dimana teknik komputerisasi dapat menyediakan kualitas penjadwalan yang tinggi, menyediakan cara untuk menentukan cepat tidaknya penanganan dalam kaitannya dengan masalah operasi tak terduga dan dapat mengurangi kertas kerja tabulasi dan pemetaan data perawatan sistem.

## 2.2. Fungsi Objective

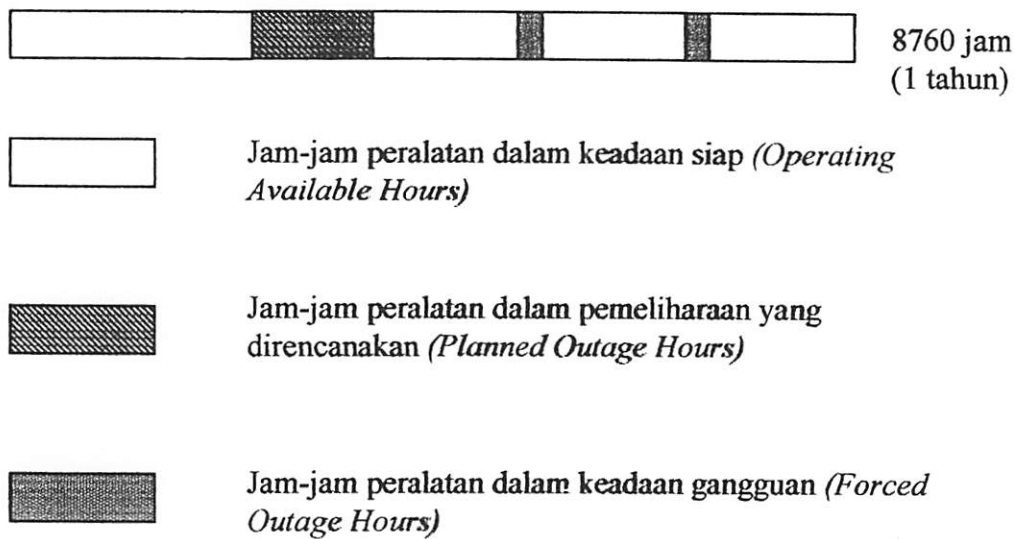
$$\text{Minimize } z = W \left( \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_i(P_{ij}) + \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R C_{ir}(q_{oi}, k_{ir}) \right) + (1-W) \left( \gamma \sum_{i=1}^J (S_{avg} - S_j)^2 \right) \quad (1)$$

Batasan :

1. Keseimbangan Permintaan / Persediaan

$$\sum_{i \in J} P_i x_{ij} \leq P_{MAX} - D_j \quad (j = 1, 2, \dots, J) \quad (2)$$

2. Periode Perawatan



**Gambar 2.3. Diagram kesiapan peralatan dalam satu tahun (8760 jam)**

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.

### 2.1.3. Latar Belakang Penggunaan Program Komputer Pada Penjadwalan Perawatan

Keandalan operasi, biaya produksi, dan pengeluaran modal dalam sebuah sistem tenaga dipengaruhi oleh penghentian operasi unit pembangkit (*outage*) untuk perawatan. Disamping itu biaya operasi langsung untuk perawatan semakin meningkat akibat semakin kompleksnya peralatan. Dengan makin meningkatnya jumlah dan kerumitan unit-unit, dipertanyakan apakah metode manual murni untuk penjadwalan perawatan dapat menjamin jadwal yang mendekati optimumnya.

Aspek lainnya adalah meningkatnya volume kertas kerja yang diperlukan untuk menabulasi tanggal pemulaian perawatan, kapasitas cadangan mingguan, kebutuhan tenaga kerja, kerja yang selesai, dan kerja yang sedang

- e. Bejana-bejana yang bertekanan tinggi dan packing-packing tekanan tinggi serta katup-katup pengaman.
- f. Bagian-bagian yang bertugas/bersifat mengumpulkan kotoran, seperti saringan dan kolam tando atau kolam pengendap pada PLTA.
- g. Kontak-kontak listrik yang bergerak (*moving contacts*).
- h. Sistem pentanahan peralatan listrik, khususnya yang terletak diluar gedung, misalnya sistem pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).
- i. Alat-alat ukur dan alat-alat pengaman perlu ditera secara periodik.
- j. Isolasi peralatan perlu diukur secara periodik.
- k. Bagian mekanik yang dilalui cairan atau gas yang berkecepatan tinggi seperti sudu jalan turbin.
- l. Sambungan-sambungan listrik khususnya apabila terletak di tempat yang banyak bergetar dan/atau banyak mengalami perubahan suhu.
- m. Katup-katup mekanik untuk cairan maupun gas/uap dan mekanismenya *switch gear*.

Perawatan yang teratur selain memperpanjang umur ekonomis peralatan juga mempertinggi keandalan peralatan. Dengan memperhatikan gambar 2.3. maka perawatan peralatan dapat memperkecil jam pemadaman terpaksa (*Forced Outage Hours*) yang berarti peralatan dapat lebih diandalkan bagi kepentingan operasi.

Apabila peralatan dirawat menurut jadwal perawatan, maka nilai ekonomisnya akan turun menurut garis A pada gambar 2.1. Tetapi apabila perawatannya sering tertunda, maka nilai ekonomisnya akan lebih cepat menurun misalnya menuruti garis B.

Dilain pihak untuk menjamin keandalan Sistem Tenaga Listrik, perawatan peralatan perlu dikoordinir agar tetap tersedia cadangan pembangkitan yang cukup dan juga tidak terdapat bagian dari sistem yang menjadi *overloaded*. Dalam sistem yang terdiri dari ratusan peralatan, maka masalah koordinasi perawatan peralatan ini menjadi sulit dan sebaiknya tersedia fasilitas komputer untuk menanganinya. Koordinasi perawatan peralatan yang kurang baik juga akan memperbesar biaya operasi. Oleh karena itu untuk sistem yang besar adalah memadai menggunakan komputer untuk menentukan jadwal perawatan yang optimum.

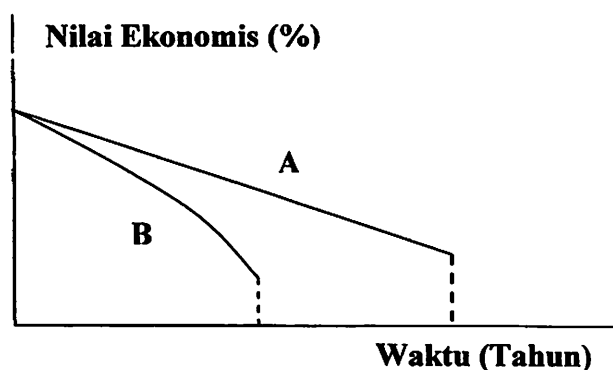
Secara garis besar bagian-bagian dari peralatan yang beroperasi dalam sistem yang perlu pemeriksaan dan perawatan periodik adalah :

- a. Bantalan-bantalan yang menyangga poros yang berputar dengan kecepatan tinggi.
- b. Bagian-bagian mekanik yang bergeser satu sama lain seperti piston ring pada mesin diesel dan kompresor.
- c. Ruang bakar dan bagian-bagian yang dilalui gas-gas hasil pembakaran.
- d. Bagian-bagian yang mempertemukan dua zat yang tinggi perbedaan suhunya seperti alat-alat pemanas maupun pendingin.

pemeliharaan dari pabrik. Perawatan ini perlu dikoordinir agar unit pembangkit beserta peralatan lainnya yang sedang tidak dirawat, yang siap operasi, masih cukup untuk dapat memikul beban sistem. Dalam kenyataannya unit pembangkit yang beroperasi banyak yang mengalami gangguan dan terpaksa dikeluarkan dari operasi, untuk menghadapi kemungkinan ini perlu diperhitungkan/direncanakan adanya unit pembangkit cadangan. Besarnya daya pembangkitan cadangan beserta jumlah unitnya sesungguhnya merupakan ukuran keandalan penyediaan daya dalam sistem.

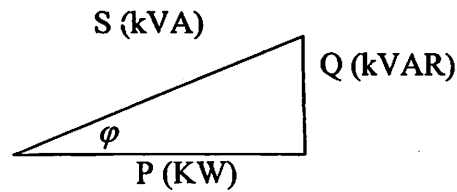
### 2.1.2. Jadwal Perawatan Pada Sistem Tenaga

Peralatan dalam sistem tenaga listrik perlu dirawat secara periodik sesuai petunjuk dari buku perawatan peralatan yang dibuat oleh pabriknya. Penundaan perawatan akan memperbesar kemungkinan rusaknya peralatan. Oleh karena itu jadwal perawatan sedapat mungkin harus ditaati.



**Gambar 2.2. Umur Ekonomis Peralatan**

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.



**Gambar 2.1. Reprntasi segitiga daya**

Sumber : William D. Stevenson 1996, "*Analisis sistem Tenaga Listrik*," Edisi IV Erlangga

Hubungan antara ketiganya dapat ditunjukkan dengan persamaan matematika sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$Q = V \times I \times \sin \varphi$$

$$S = V \times I$$

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= \frac{P}{S} \\ &= \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \end{aligned}$$

Dilain pihak besarnya beban sistem yang harus dilayani tidaklah konstan besarnya, melainkan selalu berubah besarnya sepanjang waktu tergantung kepada keperluan para pemakai tenaga listrik. Tidak ada rumus eksak yang dapat memastikan besarnya beban untuk setiap saat, melainkan yang dapat dilakukan hanyalah memperkirakan besarnya beban dengan melihat angka statistik serta mengadakan analisa beban.

Unit pembangkit serta peralatan listrik lainnya yang dipergunakan untuk penyediaan tenaga listrik harus secara rutin dirawat sesuai buku instruksi

frekwensi sedangkan daya reaktif hubungannya dengan tegangan. Dalam keadaan *steady state* frekwensi adalah sama dalam seluruh sistem sehingga pengaturan frekwensi dapat dilakukan dengan pengaturan daya nyata MW. Tetapi tidak demikian halnya dengan masalah pengaturan tegangan, karena pengaturan tegangan tergantung pada sumber daya reaktif MVAR setempat.

Dalam sistem tenaga listrik, pembangkit – pembangkit tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga listrik kepada pelanggan sesuai dengan permintaan beban listrik yang ada. Dan hal yang harus diperhatikan adalah sistem yang tetap konstan, dalam hal ini tegangan dan frekuensi harus tetap konstan karena berhubungan dengan daya. Daya listrik yang di bangkitkan dikenal dengan istilah:

- Daya aktif adalah daya terpakai, yaitu daya yang dapat dikonversikan ke bentuk lain (KW).
- Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban – beban induktif (KVAR).
- Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif (KVA).

Selain diatas dikenal juga istilah faktor daya ( *power faktor*) atau cosphi faktor daya adalah merupakan perbandingan antara daya aktif dan daya semu yang dalam bentuk vektor dapat digambarkan sebagai berikut :

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1. Teori Penjadwalan Perawatan Pada Sistem Tenaga**

##### **2.1.1. Pendahuluan**

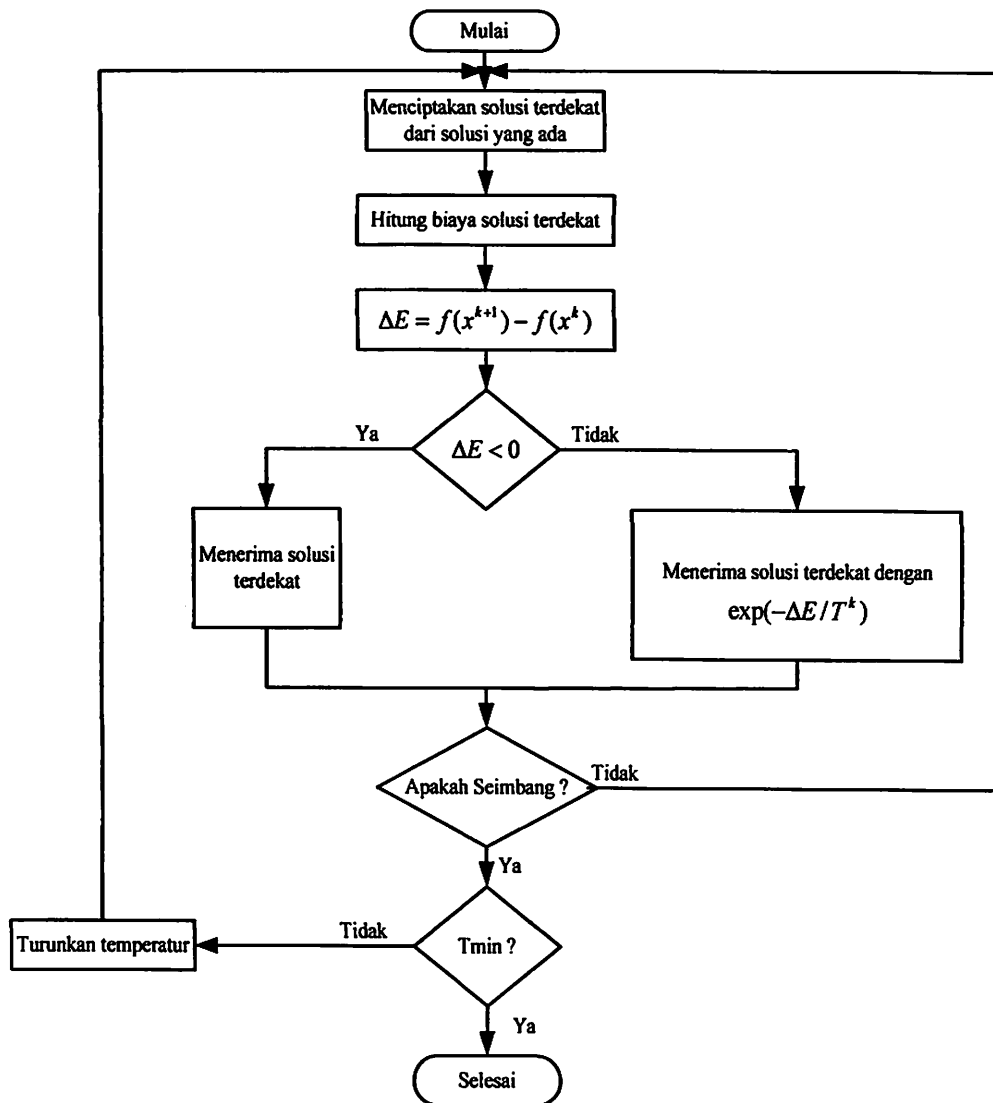
Perawatan peralatan sangat diperlukan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan. Di lain pihak perawatan peralatan sistem tenaga listrik sebagian besar memerlukan pembebasan tegangan yang berarti bahwa peralatan yang dipelihara harus dikeluarkan dari operasi (tidak beroperasi). Hal ini menyebabkan berkurangnya kemampuan penyediaan daya dari sistem tenaga listrik terutama apabila yang dirawat adalah unit pembangkit, jadi mengurangi keandalan sistem. Oleh karenanya perawatan peralatan dan syarat keandalan sistem kedua-duanya harus dapat dipenuhi.

Masalah yang unik dalam operasi sistem tenaga listrik adalah bahwa : Daya yang dibangkitkan /diproduksi harus selalu sama dengan daya yang dikonsumsi oleh para pemakai tenaga listrik secara teknis umumnya dikatakan sebagai beban sistem. Apabila daya yang dibangkitkan lebih kecil daripada beban sistem, maka frekwensi dan tegangan akan turun. Sebaliknya apabila lebih besar, maka frekwensi dan tegangan akan naik. Mutu listrik yang baik adalah apabila frekwensi dan tegangan tidak terlalu jauh menyimpang dari nilai nominal, untuk itu haruslah diusahakan agar daya yang dibangkitkan selalu sama dengan beban.

Daya yang dibangkitkan maupun beban yang dipakai terdiri dari daya nyata MW dan daya reaktif MVAR. Daya nyata hubungannya adalah dengan

optimasi diakhiri manakala jumlah maksimum generasi telah didapatkan atau solusi dengan biaya yang diinginkan telah ditemukan.

***FlowChart Simulated Annealing***



**Gambar 2.5. Flowchart Simulated Annealing**

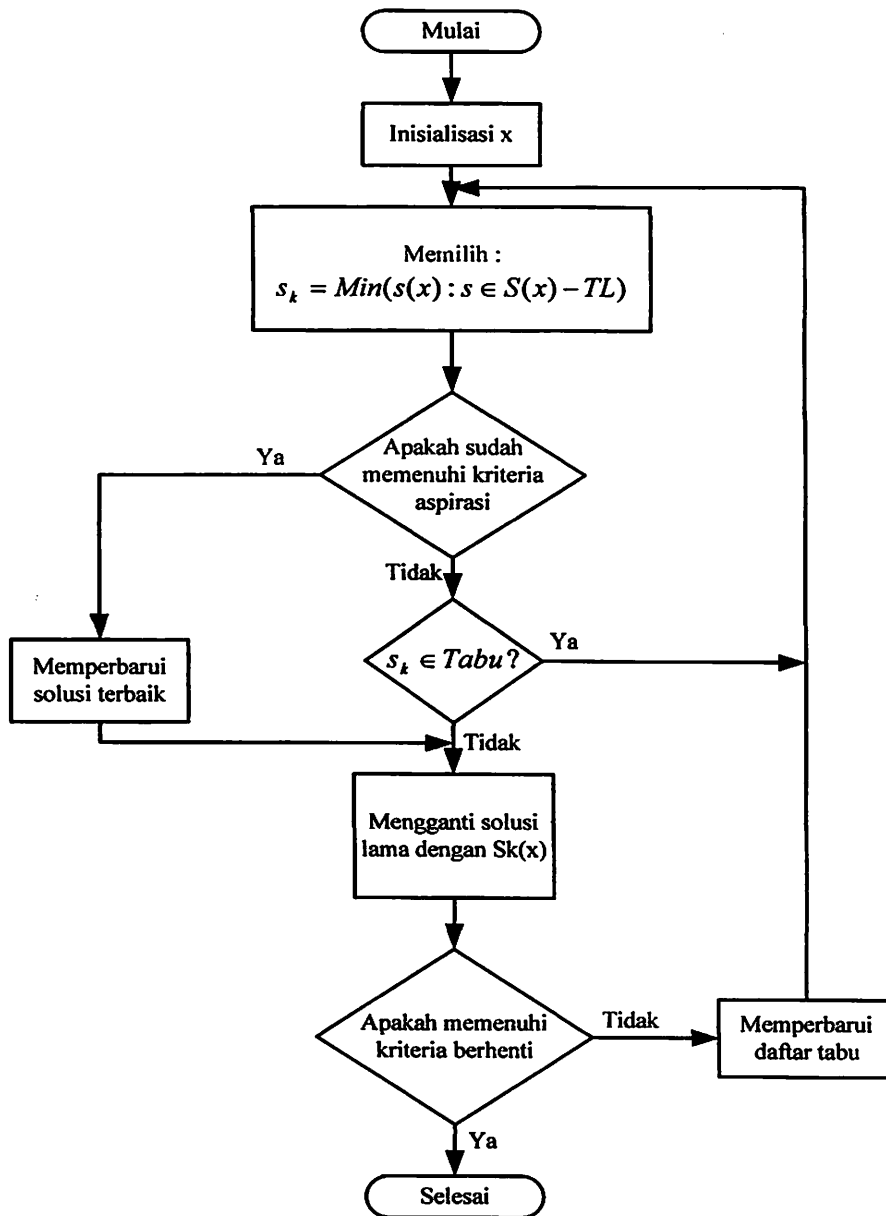
***Algoritma Program FlowChart Simulated Annealing***

1. Mulai
2. Membangkitkan bakal solusi pada lingkungan solusi sekarang.
3. Hitung biaya solusi terdekat
4. Evaluasi kondisi sekarang dengan menghitung  $\Delta E$  nilai selisih dari nilai fungsi tujuan ke-i dan fungsi tujuan ke(i-1)
5. Apakah nilai  $\Delta E < 0$  ?
6. Jika Tidak, maka akan menerima solusi terdekat dengan  $\exp(-\Delta E/T^k)$
7. Jika Ya, maka akan menerima solusi terdekat sebagai solusi terbaik.
8. Apakah seimbang ?
9. Jika Tidak, kembali kelangkah -2
10. Jika Ya, lakukan langkah berikutnya
11. Apakah temperatur  $< T_{min}$  ?
12. Jika Tidak, Maka turunkan temperatur dan kembali ke langkah-2.
13. Jika Ya, Maka lakukan langkah selanjutnya
14. Selesai.

## 2.6. *Tabu Search*

*Tabu Search* adalah sebuah prosedur peningkatan iteratif yang dimulai dari beberapa solusi awal dan mencoba untuk menentukan solusi yang lebih baik dengan cara *algoritma* penurunan terbesar. Tetapi, *Tabu Search* ditandai kemampuan untuk menghindari *optima* lokal (yang biasanya menyebabkan *algoritma* penurunan sederhana berhenti) dengan menggunakan memori jangka pendek dari solusi-solusi terbaru. Selain itu *tabu list* memungkinkan *backtracking* kepada solusi sebelumnya atau menjauhi sistem optimum lokal, yang pada akhirnya akan menghasilkan solusi yang lebih baik melalui arah yang berbeda dan membimbing langkah pergerakan maju menuju suatu titik optimum *global*.

**FlowChart Tabu Search**



**Gambar 2.6. Flowchart Tabu Search**

***Algoritma Program FlowChart Tabu Search***

1. Mulai.
2. Inisialisasi  $x$  .
3. Meminimumkan  $s(x)$ .
4. Apakah sudah memenuhi kriteria aspirasi ?
5. Jika Ya, maka akan memperbaiki solusi terbaik.
6. Jika Tidak, apakah  $S_k$  tidak ada dalam himpunan *tabu*?
7. Jika Ya, Kembali kelangkah -3.
8. Jika Tidak, akan mengganti solusi lama dengan  $S_k(x)$ .
9. Apakah sudah mencapai kondisi *konvergen* ?
10. Jika Tidak, maka akan memperbarui daftar *tabu* dan kembali kelangkah -3
11. Jika Ya maka Selesai.

## 2.7. Penggunaan kombinasi *Algoritma Genetika*, *Simulated Annealing* dan *Tabu Search* dalam Penjadwalan Perawatan Unit *Thermal*

Berawal dari GA menjadi dasar dari *algoritma* ini, fungsi *fitness*, dan struktur larik atau kumpulan data genetik harus dijelaskan. Dalam makalah ini beberapa teknik baru diperkenalkan seperti cara *encode /decode* dari larik genetik serta pengoperasian genetik. Selanjutnya akan dijelaskan pada berikut ini.

### □ Fungsi *fitness*

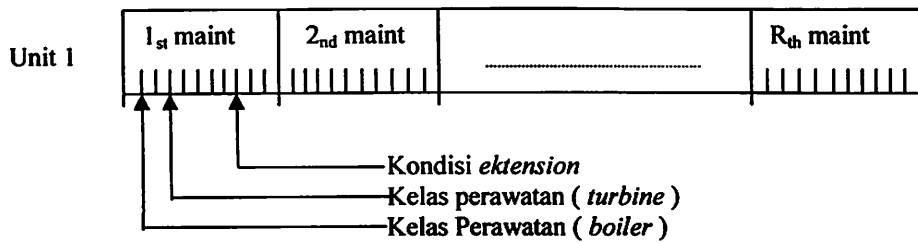
Fungsi ini diperoleh dari persamaan (1). Fungsi ini terdiri dari tiga bagian, yaitu : bahan bakar dan biaya perawatan dari total rencana, variasi antara tingkat cadangan rata-rata dan tingkat cadangan masing-masing periode, serta penentuan keseimbangan batasan permintaan/persediaan dan untuk batasan awal. Fungsi *fitnessnya* ditunjukkan dengan pers.(10) berikut :

$$F = W \left( \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_i(p_{ij}) + \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R C_{ir}(q_{0i}, k_{ir}) \right) + (1-W) \left( \gamma \sum_{j=1}^J (S_{avg} - S_j)^2 \right) + \alpha z + \beta w \quad (10)$$

dimana  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah koefisien biaya konversi untuk *penalty*;  $z$  dan  $w$  adalah *penalty* untuk pelanggaran pada batasan awal.

### □ Struktur kromosom

Pada metode kombinasi ini, penjadwalan perawatan diwakili oleh panjang dari *string biner* ( simulasi kromosom ). Struktur dari *string* genetika ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 2.7. Kromosom**

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.

Satu kromosom pada gambar di atas menyatakan jadwal perawatan untuk beberapa tahun berturut – turut, dan jadwal masing – masing unit dinyatakan oleh satu baris dari kromosom pada gambar di atas. Lusinan kromosom disiapkan sebagai inisial populasi.

#### □ Teknik *encode/decode*

Teknik *encode /decode* pada metode ini diambil dan digunakan untuk menghindari kromosom mati. Untuk memproses program ini diperlukan *encode /decode* yaitu :

*Encode* : Mengkodekan data dalam kode tertentu ( mengkategorikan jenis perawatan kedalam klas nya)

*Decode* : Mengembalikan data tercode dalam format awal.

Klasifikasi perawatan di PLTGU ada 6 jenis perawatan yaitu SE, MI, ME, TI, SI dan CI. Dalam skripsi ini ke-6 jenis perawatan di encode menjadi 3 klas yaitu klas A (perawatan besar), klas B (perawatan sedang) dan klas C (perawatan kecil), untuk menyelesaikan dengan klasifikasi journal yang dipakai sebagai acuan.

Cara Mengencode Jenis Perawatan Menjadi Kelas Perawatan  
ditampilkan pada tabel berikut :

**Tabel 2.1. Tabel *Reverensi Encode / Decode Data***

NO	KLAS	JENIS PERAWATAN
1	A	SE dan MI
2	B	ME dan TI
3	C	CI dan SI

**Keterangan :**

Klas A : Perawatan Besar

Klas B : Perawatan Sedang

Klas C : Perawatan Kecil

SE : *Serious Inspection* ( 45 - 46 Hari )

MI : *Major Inspection* ( 34 – 52 Hari )

ME : *Mean Inspection* ( 35 Hari )

TI : *Turbin Inspection* ( 22 – 36 Hari )

SI : *Simple Inspection* ( 12 – 18 Hari )

CI : *Combuster Inspection* ( 8 – 10 Hari )

**Tabel 2.2. Acuan Klas Perawatan dan Periode Perpanjangan.**

- Tidak ada perpanjangan yang diperbolehkan untuk unit yang baru diinstal
- Unit yang tidak dirawat lebih dari 1,5 tahun ( 78 minggu, turbin : lebih dari 156 minggu ), harus dirawat melalui kelas A dan selanjutnya perawatan harus disempurnakan dalam 1,5 tahun
- Perawatan kelas B harus disempurnakan dalam 1,5 tahun ( 78 minggu, turbin : dalam 156 minggu )
- Tidak ada perpanjangan yang diperbolehkan sebelum dan sesudah kelas C
- Kelas perawatan sebelum dan sesudah perawatan kelas C haruslah kelas A
- Kelas C tidak akan bisa di adopsi secara terus menerus untuk unit yang sama

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.

Sebagai contoh, perawatan  $r_{th}$ , jika kelas  $(r-1)_{th}$  adalah C dan kelas  $(r-2)_{th}$  bukanlah A, maka kelas perawatan  $r_{th}$  *didecode* A berdasarkan peraturan kelas perawatan sebelum dan sesudah kelas C haruslah A. Periode awal perawatan  $q_{0i}$  pada pers.5 diberikan dengan rumus sebagai berikut :

$$q_{0i} = q_{1i} + M_{i(k,r)} + 48 + \text{periode perpanjangan} \quad (11)$$

**Tabel 2.3. Cara Mendecode bit untuk perpanjangan masa**

Kelas Perawatan	Perpanjangan kelas perawatann $r_{th}$	Nomor bit untuk <i>mendecode</i>	Masa perpanjangan (minggu)
A atau B	A	6	0-59
	B	5	0-29
	C	3	0-7
C	A,B	3	0-7

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.

□ **Operasi *crossover***

Untuk mendapatkan contoh yang baru dari *string genetika* berdasarkan proses evolusi, dua tingkat operasi persilangan, tingkat unit dan tingkat kromosom yang digunakan. Jadwal yang baik harus diharapkan oleh perubahan periode perawatan unit dalam jadwal. Untuk mewujudkan perubahan jadwal perawatan antar unit, tingkat operasi genetik dalam satu kromosom dikeluarkan. Ketika bagian dari *string* kromosom tidak memiliki nilai fungsi, proses pemilihan dilakukan dengan acak. Untuk *intensifikasi* penemuan wilayah, beberapa acakan unit yang terseleksi dilarang untuk dipasangkan satu sama lain berdasarkan tingkatan unit operasi genetik oleh pengingatnya dalam masa pertengahan memori daftar tabu.

Kekurangan putaran untuk optimum lokal dari Algoritma Genetika dapat diperbaiki dengan mengadopsi kemampuan SA. Walaupun nilai fungsi produksi *string* baru lebih rendah daripada *string* lama, produk baru menerima secara penuh

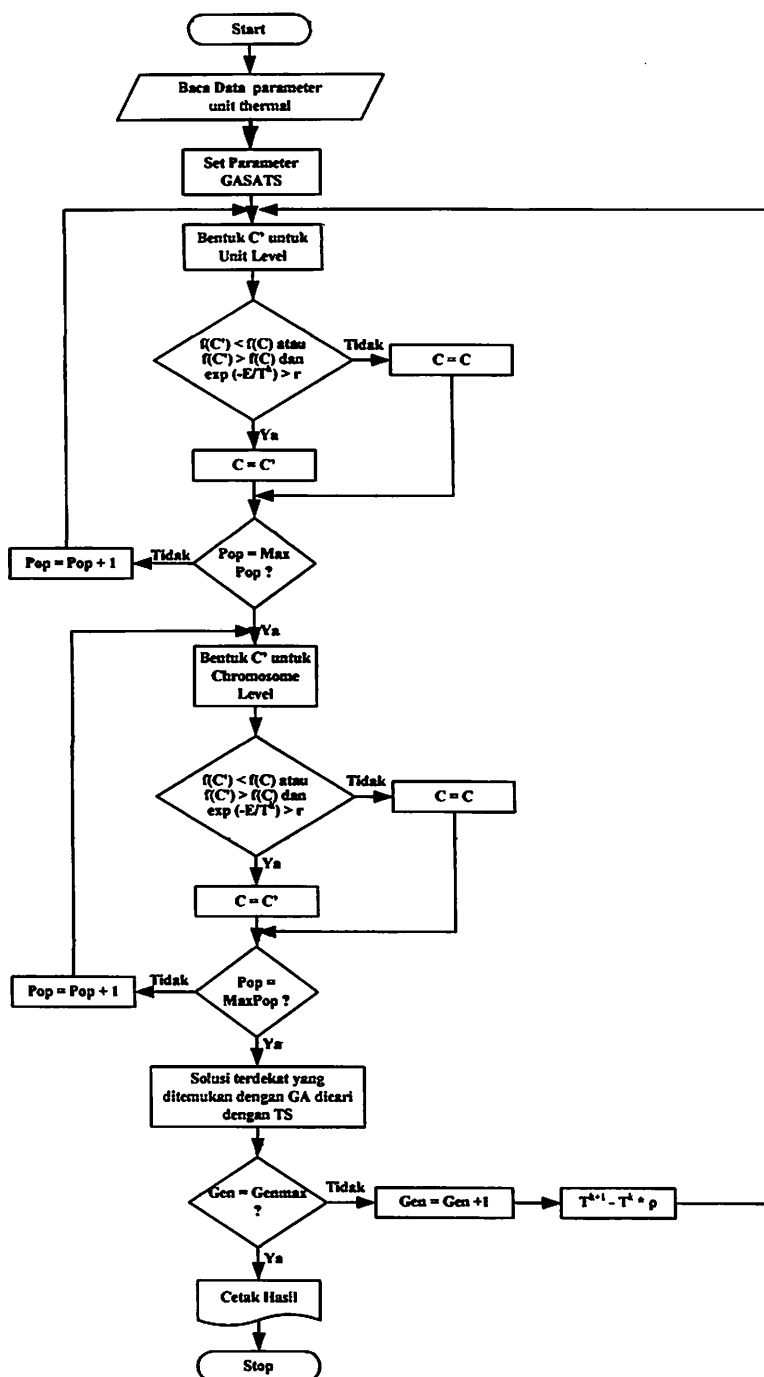
dengan mudah proses yang dilakukan. Akan tetapi, pada kesempatan yang akan datang, *string* dengan fungsi yang rendah jarang diterima.

#### □ Pencarian *String Genetika* Pada Solusi Terdekat

Untuk memperkuat kemampuan penerimaan, lingkungan solusi dihasilkan oleh persilangan dan operasi *mutasi* ditemukan oleh *Tabu Search* ( TS ). Hasil yang memiliki nilai fungsi yang lebih baik diseleksi sebagai 3 solusi baru berdasarkan lingkungan solusi yang lama. Lingkungan didefinisikan sebagai pengurangan dari dan penambahan nilai periode awal pada masing – masing perawatan unit pada solusi yang lama oleh pers.(1). Lingkungan solusi disusun oleh  $I$  ( jumlah unit ) \*  $J$  ( perawatan ) \* 2 kandidat solusi.

Untuk mencegah pemutaran dan pelarian dari optimum lokal, jenis daftar *tabu* diadopsi dalam metode ini. Walaupun kondisi *tabu* akan *overwritten* ketika hasil yang diperoleh lebih baik daripada beberapa solusi yang jauh.

### FlowChart GASATS



Gambar 2.8. Flowchart GASATS

### **Algoritma Program FlowChart GASATS**

1. Mulai
2. Baca dat parameter ( Biaya perawatan, Jenis Perawatan, Pembebanan aktual )  
Data Unit Termal berupa data operasional pembangkit.
3. Set parameter *GASATS* berupa maksimum populasi, maksimum generasi,  
*konstanta flip, probabilitas mutasi.*
4. Membuat C' dengan level unit operasi *genetika.*
5. Menentukan penerimaan *offspring* dari unit, Apakah :  
 $f(C') < f(C)$  atau  $f(C') > f(C)$  dan  $\exp(-\Delta E/T^k) > r$ .  
Jika Tidak, maka  $C = C$  yang artinya *aktual = aktual*  
Jika Ya, maka  $C = C'$  yang artinya *aktual = Perhitungan GASATS.*
6. Setelah menerima penerimaan *offspring* dari unit, Apakah Populasi = Populasi maksimum?  
Jika Tidak, maka perlu adanya penambahan jumlah populasi yaitu  $Pop = Pop + 1$  dan kembali kelangkah -4.  
Jika Ya, maka dapat melanjutkan ke langkah berikutnya.
7. Membentuk C' untuk level *chromosome.*
8. Menentukan penerimaan *offspring* dari chromosome apakah :  
 $f(C') < f(C)$  atau  $f(C') > f(C)$  dan  $\exp(-\Delta E/T^k) > r$ .  
Jika Tidak, maka  $C = C$  yang artinya *aktual = aktual.*  
Jika Ya, maka  $C = C'$  yang artinya *aktual = Perhitungan GASATS.*

9. Setelah menentukan penerimaan *offspring* dari *chromosome*, Apakah Populasi = Populasi maksimum?

Jika Tidak, maka perlu adanya penambahan jumlah populasi yaitu  $Pop = Pop+1$  dan kembali kelangkah -7.

Jika Ya, maka dapat melanjutkan ke langkah berikutnya.

10. Menentukan solusi terdekat yang ditemukan oleh GA dicari dengan TS.

11. Apakah Generasi = Generasi Max ?

Jika Tidak, maka perlu penambahan Generasi (  $Gen = Gen+1$  ) dan  $(T^{k+1} - T^k * \rho)$  kemudian kembali ke langkah -4.

Jika Ya, maka dapat dilanjutkan kelangkah berikutnya.

12. Cetak Hasil dari perhitungan *GASATS*.

13. Selesai.

## **BAB III**

### **PLTGU UNIT PEMBANGKITAN GRESIK**

#### **3.1. Sejarah PLTGU Gresik**

Sejalan dengan meningkatnya pembangunan di propinsi Jawa Timur Khususnya di sektor industri dan untuk memenuhi permintaan tenaga listrik yang makin meningkat, maka dibangunlah Pusat Pembangkit Tenaga Listrik di kota Gresik.

Pada pertengahan tahun 1978 untuk pertama kalinya dikota Gresik dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan total kapasitas 40 MW yang terdiri dari 2 mesin pembangkit yang masing-masing berkapasitas 20 MW yang termasuk dalam unit kerja PLN Sektor Perak.

Awal 1981 dilokasi ini dibangun lagi 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berkapasitas masing-masing 100 MW berdasarkan SK Direksi PLN No.023/DIR/81 tanggal 16 Maret 1981. Kedua pembangkit listrik tersebut dijadikan satu wilayah kerja tersendiri dengan nama PLN Sektor Gresik. Penambahan mesin pembangkitpun terus dilaksanakan sejalan dengan tuntutan kebutuhan tenaga listrik hingga pada awal 1989 total kapasitas PLN sektor Gresik menjadi  $\pm$  702 MW.

Pada tahun 1992 dibangun PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap) berdasarkan SK Dirut PT PLN Pusat No.006.K/DIR/1992 tanggal 4 Februari 1992. Tanggal 14 Juni 1992 Sektor Gresik digabung dengan sektor Gresik Baru (PLTGU) yang didirikan berdasarkan SK Dirut PT PLN Pusat No.006.K/DIR/1992 tanggal 4

Februari 1992. Sektor Gresik Baru dengan total kapasitas 526,33 MW yang terdiri dari 3 unit PLTG 112,45MW dan 1 unit PLTU 188,98MW.

Pada tahun 1997 penggabungan antara sektor Gresik dan Sektor Gresik Baru menjadikan satu nama baru yaitu PT PLN PJB II Unit Pembangkitan Gresik dengan total kapasitas 1974,66 MW yang sekarang dikenal dengan nama PT PJB Unit Pembangkitan Gresik, dengan rincian kapasitas Blok sebagaimana Blok 1 : 759,2 MW, Blok 2 : 759,2 MW, dan Blok 3 : 456,26 MW.

### **3.2. Konfigurasi dan Kapasitas Unit Pembangkitan Gresik**

PLTGU Unit pembangkitan Gresik terdiri dari 3 blok, masing-masing blok terdiri atas 3 buah Turbin gas dengan 3 Generator Turbo, 3 HRSG dan 1 buah Turbin Uap dengan 1 generator turbo. Blok 1 dan blok 2 dapat menggunakan bahan bakar berupa *High Speed Diesel* (HSD), dan Gas Alam atau *Natural Gas* (NG), sedangkan blok 3 hanya berbahan bakar Gas.

Terdapat beberapa kemungkinan konfigurasi untuk mengoperasikan Blok PLTGU Unit Pembangkitan Gresik, yaitu:

- Konfigurasi 1 GT, 1 HRSG, dan 1 ST
- Konfigurasi 2 GT, 2 HRSG, dan 1 ST
- Konfigurasi 3 GT, 3 HRSG, dan 1 ST

Tabel 3.1 Tipe Pembangkit di Unit Pembangkitan Gresik

NO	UNIT	BAHAN BAKAR	DAYA	JENIS	TAHUN TERPASA NG
<b><i>Gas Turbin Power Plant</i></b>					
<b>I</b>	GT 1	HSD/NG	20 MW	Alsthom-France	7/6/1978
	GT 2	HSD/NG	20 MW	Alsthom-France	9/6/1978
	GT 3	HSD	21 MW	Alsthom-France	20/8/1984
	GT 4	HSD/NG	20 MW	GE-USA	2/9/1994
	GT 5	HSD/NG	21 MW	GE-USA	24/2/1995
<b><i>Steam Turbin Power Plant</i></b>					
<b>II</b>	ST 1	HSD/RO	100 MW	Toshiba-Japan	31/8/1981
	ST 2	HSD/RO	100 MW	Toshiba-Japan	14/11/1981
	ST 3	HSD/NG	200 MW	Toshiba-Japan	15/3/1988
	ST 4	HSD/NG	200 MW	Toshiba-Japan	1/7/1988

<b>Combined Cycle Power Plant</b>					
<b>III</b>	<b>Blok 1</b>				
	GT 1.1	NG	112,45 MW	Mitsubishi	30/3/1992
		HSD	100,98 MW		24/4/1994
	GT 1.2	NG	112,45 MW	Mitsubishi	1/5/1992
		HSD	100,98 MW		2/5/1994
	GT 1.3	NG	112,45 MW	Mitsubishi	2/6/1992
		HSD	100,98 MW		1/5/1994
	GT 1.0		118,91 MW	Mitsubishi	10/4/1993
	<b>Blok 2</b>				
	GT 2.1	NG	112,45 MW	Mitsubishi	20/07/1992
		HSD	100,98 MW		1/5/1994
	GT 2.2	NG	112,45 MW	Mitsubishi	14/08/1992
		HSD	100,98 MW		4/2/1994
	GT 2.3	NG	112,45 MW	Mitsubishi	18/09/1992
		HSD	100,98 MW		3/5/1994
	GT 2.0		118,91 MW	Mitsubishi	5/8/1993
	<b>Blok 3</b>				
	GT 3.1	NG	112,45 MW	Mitsubishi	14/01/1993
	GT 3.2	NG	112,45 MW	Mitsubishi	19/01/1993
GT 3.3	NG	112,45 MW	Mitsubishi	13/01/1993	
GT 3.0		118,91 MW	Mitsubishi	30/11/1993	
<b>TOTAL KAPASITAS</b>			<b>2280 MW</b>		

Sumber data operational PLTGU  
Gresik

HSD : *HIGH SPEED DIESEL*

NG : *NATURAL GAS (GAS ALAM)*

RO : *RESIDUAL OIL*

**Kapasitas terpasang PLTGU Unit Pembangkitan Gresik :**

Turbin Gas	: 112,45 MW ( BBG ) dan 100,98 MW ( BBM )
Turbin Uap	: 188,92 MW ( BBG ) dan 157,79 MW ( BBM )
Kapasitas total per Blok, Konfigurasi 3.3.1	: 526,26 MW
Kapasitas total PLTGU ( BBG )	: 1578,78 MW

**Kapasitas Minimum :**

Kapasitas total per Blok, konfigurasi 3.3.1	: 125 MW
Kapasitas total PLTGU	: 375 MW

**Kapasitas Maksimum :**

<i>Turbin Gas</i>	: 115 MW ( BBG ), Konfigurasi 3.3.1
<i>Turbin Uap</i>	: 189 MW ( BBG ), Konfigurasi 3.3.1
Kapasitas total per Blok, konfigurasi 3.3.1	: 538,2 MW
Kapasitas total PLTGU ( BBG )	: 1614,6 MW

**3.3. Komponen-komponen utama yang terdapat di Unit Pembangkitan****Gresik meliputi :**

- Blok pengolahan bahan bakar
- Blok Turbin Gas

- Blok Turbin Uap
- Blok kendali operasi

Berikut ini akan dijelaskan secara umum tentang peralatan-peralatan utama yang terdapat di PLTGU Unit Pembangkitan Gresik.

**a) Blok pengolahan bahan bakar PLTGU Unit Pembangkitan Gresik.**

Berfungsi untuk memperbaiki mutu gas alam yang akan digunakan sebagai bahan bakar utama PLTGU, karena mutu bahan bakar tersebut mungkin menurun selama proses pengiriman.

Peralatan utama yang terdapat pada *sirkuit* bahan bakar :

- *Inlet Scrubber*
- *Condensat Drain Tank*
- *Cold Stack*
- *Filter Separator*
- *Pressure Control Valve*

**b) Blok Turbin Gas PLTGU Unit Pembangkitan Gresik.**

Selain berfungsi sebagai peralatan konversi energi listrik dari bahan bakar, juga merupakan sumber energi panas yang akan dimanfaatkan oleh *sirkuit* HRSG.

Peralatan utama yang terdapat pada *sirkuit* turbin gas meliputi :

- *Compressor*
- *Combustion Chamber*

- Gas turbin
  - Turbo Generator
- c) **Blok turbin uap PLTGU Unit Pembangkitan Gresik.**

**Meliputi beberapa peralatan utama :**

1. *Heat Recovery Steam Generator ( HRSG )* terdiri,

- *Exhaust damper*
- *By pass stack*
- *Silancer*
- *Preheater*
- *Economizer ( low & high pressure )*
- *Evaporator ( low & high pressure )*
- *Superheater ( primary & secondary )*
- *Steam drum ( primary & secondary )*
- *Water wal tube*
- *Deaerator*

2. *Steam turbin (dual pressure)*

3. Generator turbo

**Peralatan yang terdapat pada sistem air bersih dan sirkulasi meliputi :**

1. *Condesat Ejector pump*
2. *Condenser*
3. *Gland Leakage Condenser*

4. *Air Ejector*
5. *Boiler Feed Pump*
6. *Boiler Circulation Pump*
7. *Down Comer*

**Dan peralatan yang terdapat pada sistem air pendingin meliputi :**

1. *Feed Water Tank*
2. *Condenser Water Pump*

**d) Blok kendali Operasi PLTGU Unit Pembangkitan Gresik**

Berfungsi sebagai pusat sistem kontrol bagi seluruh Blok PLTGU. Pengendalian operasi PLTGU berlangsung secara otomatis yang dipantau melalui terminal komputer yang terpasang di *Control Centre Room* (CCR). Didalam CCR terdapat 4 (empat) buah *Block Control Desk* (BCD) yang pada prinsipnya merupakan terminal *input-output* dari komputer tersebut untuk memantau operasi PLTGU. Tugas utama komputer adalah untuk menyelenggarakan *supervise* dan pengendalian operasi PLTGU. Untuk menyelenggarakan tugas *supervise* dan pengendalian tersebut, komputer mengumpulkan data dan informasi dari sistem yang kemudian diolah menurut prosedur tertentu, dimana prosedur ini diatur oleh perangkat lunak (*software*) komputer. Informasi yang dikumpulkan komputer berasal dari peralatan-peralatan telemetri yang menghasilkan sinyal *analog*, melalui *Direct Digital Controler* (DDC) informasi tersebut diterima oleh komputer sebagai sinyal digital untuk kemudian diolah dan ditampilkan sebagai informasi *real time* yang perlu diketahui operator yang bertugas. Selain informasi *real time*, komputer juga menyimpan data-data masa lalu

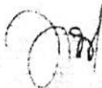
(*history*) yang direkam dalam suatu media penyimpan informasi tertentu. Fungsi komputer yang demikian ini disebut telah melakukan *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA).

### 3.4. Data input Biaya Perawatan

Tabel 3.2. Data Biaya Perawatan Pada UP di PLTGU Gresik

**DATA BIAYA PERAWATAN PADA UNIT PEMBANGKIT DI PLTGU  
TAHUN 2005**

TOT PLTU	36,000,000,000 (36 M)	16,700,000,000 (16.7 M)	52,700,000,000 (52.7 M)
TOT PLTG	2,500,000,000 (2.5 M)	450,000,000 (0.45 M)	2,950,000,000 (2.95 M)
TOT PLTGU	159,500,000,000 (159.5 M)	6,900,000,000 (6.9 M)	166,400,000,000 (166.4 M)

  
Ahmad Fajar Pios

**Sumber : Data Biaya Perawatan dari UP di PLTGU Gresik**



**REALISASI PRODUKSI (MWH) DGN BBM**  
**Januari s/d Desember 2004**

Unit	Periode	D. P06	D. MPU	REALISASI PRODUKSI (MWH) DGN BBM - PERBULAN												TOTAL 2004	
				JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MAY	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKT	NOV	DES		
PLTU 1	0704	100	00	66.64	47.04	51.32	48.80	62.76	48.80	61.37	62.76	66.64	66.64	66.64	66.64	66.64	613.77
PLTU 2	0704	100	00	62.76	48.80	61.32	61.32	62.76	61.32	61.37	62.76	66.64	61.32	66.64	66.64	66.64	666.66
PLTU 3	0704	100	170	75.40	54.80	62.91	62.91	61.32	62.91	62.91	75.40	75.40	62.91	67.10	75.40	75.40	666.66
PLTU 4	0704	100	170	62.91	62.91	62.91	61.32	48.80	62.91	62.91	62.91	66.64	66.64	61.32	71.17	66.64	776.76
Tot. PLTU 1-4	0704	400	340	268.71	213.55	238.76	234.35	235.15	235.94	236.35	268.71	268.71	268.71	268.71	268.71	268.71	2687.10
PLTU 1	0704	20.10	10	0.00	0.70	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
PLTU 2	0704	20.10	10	1.10	0.00	0.00	0.00	7.01	1.00	4.00	0.77	1.24	1.10	1.00	2.00	7.23	0.00
PLTU 3	0704	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. PLTU 1-3	0704	40.20	20.00	109.23	126.14	0.00	106.23	106.80	79.77	106.82	224.73	209.80	209.82	109.70	104.01	1066.20	0.00
PLTU 1 GHI Thru	0704	20.10	17	7.01	0.70	0.00	0.00	0.00	0.77	2.00	0.90	0.30	1.01	2.00	1.10	0.71	7.80
PLTU 2 GHI Thru	0704	20.10	17	1.10	0.00	0.00	0.00	7.23	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	1.14	0.00	0.00
Tot. PLTU GHI	0704	40.20	34.00	106.80	107.74	16.01	107.23	107.80	172.50	172.50	172.50	172.50	172.50	172.50	172.50	172.50	1725.00
PLTU ST. 11	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 12	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 13	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 14	0704	100.01	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 15	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 16	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 17	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 18	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 19	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 20	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 21	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 22	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 23	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 24	0704	100.01	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 25	0704	112.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLTU ST. 26	0704	100.01	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. PLTU ST.	0704	1120.00	1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. PLTU	0704	1120.00	1000	268.71	213.55	238.76	234.35	235.15	235.94	236.35	268.71	268.71	268.71	268.71	268.71	268.71	2687.10

**REALISASI PEMAKAIAN BBG (MMBTU)**

Januari s/d Desember 2004

Unit	Periode	D. PGG	D. MPU	REALISASI PEMAKAIAN BBG (MMBTU)												TOTAL 2004
				JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MAY	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOPEMBER	DESEMBER	
PLTU 1	0040	100	86	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTU 5	0040	100	86	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTU 3	0040	200	178	206.74	428.42	328.86	384.38	704.72	103.88	.	84.87	138.11	168.80	198.48	143.48	2.863.878
PLTU 4	0040	200	178	186.76	374.87	311.27	388.82	.	201.834	302.81	188.27	111.28	188.22	188.23	138.87	2.333.869
TOT. PLTU	0040	400	364	393.50	803.29	640.13	773.20	704.72	205.71	206.81	326.54	349.39	357.02	386.71	282.35	5.197.878
PLTG 1	0040	20.10	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTG 2	0040	20.10	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTG 3	0040	8.00	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tot. PLTG 1-3	0040	48.20	38.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTG 1 GHI Timor	0040	20.10	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTG 2 GHI Timor	0040	20.10	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tot. PLTG GHI	0040	40.20	34.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TOT. PLTG	0040	88.40	72.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTOU GT. 11	0040	112.48	100	838.744	888.781	848.872	788.118	878.488	878.818	834.888	813.748	788.148	772.87	784.788	718.182	8.488.438
PLTOU GT. 12	0040	112.48	100	882.838	881.872	842.888	882.884	837.884	873.838	848.77	788.717	748.247	771.188	778.118	747.734	8.788.838
PLTOU GT. 13	0040	112.48	100	888.888	843.888	818.812	878.874	823.873	822.118	838.888	788.888	474.818	784.834	748.844	738.344	8.814.384
PLTOU ST. 18	0040	188.91	188	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTOU BLK. 1	0040	88.28	88	2.812.188	2.888.122	2.888.882	2.888.888	2.188.377	2.872.188	2.823.434	2.882.817	1.878.211	2.388.148	2.878.818	2.381.288	28.788.238
PLTOU GT. 21	0040	112.48	100	1.72	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.72
PLTOU GT. 22	0040	112.48	100	113.481	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	113.481
PLTOU GT. 23	0040	112.48	100	1.72	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.72
PLTOU ST. 28	0040	188.91	188	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTOU BLK. 2	0040	88.28	88	113.888	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	113.888
PLTOU GT. 31	0040	112.48	100	782.444	887.878	888.883	813.228	887.884	781.78	188.831	834.887	884.882	887.188	874.834	882.888	7.788.848
PLTOU GT. 32	0040	112.48	100	787.411	727.122	841.788	188.884	882.288	781.883	738.888	887.838	843.818	818.227	888.422	881.188	7.328.248
PLTOU GT. 33	0040	112.48	100	772.884	.	881.882	887.883	887.187	723.878	788.188	888.873	888.888	818.888	788.274	882.883	7.888.444
PLTOU ST. 38	0040	188.91	188	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLTOU BLK. 3	0040	88.28	88	2.382.448	1.423.887	1.787.843	1.781.878	2.888.218	2.317.818	1.883.838	1.827.188	1.883.838	1.884.888	1.428.718	1.888.888	22.777.448
TOT. PLTOU	0040	1878.78	1888	8.878.442	4.887.218	4.277.438	4.238.888	4.888.883	4.888.183	4.178.438	4.238.188	3.888.738	4.188.238	3.188.238	3.887.888	81.884.77
TOT. MP-GHI	0040	21.28	208	8.888.838	4.888.238	4.888.817	4.888.881	4.888.881	4.288.873	4.878.438	4.834.788	4.288.888	4.888.148	4.188.238	4.188.811	88.788.438



Untuk Tabel Realisasi Penggunaan Bahan Bakar Tahun 2005 dan 2006 serta Data input Rencana Perawatan di PLTGU Gresik Tahun 2004, 2005, dan 2006 terlampir di lampiran.

Berdasarkan data pada tabel diatas dapat diketahui nilai *Fuel Cost* dengan menerapkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{GAS} = \frac{\text{Total (MMBTU)} \times \text{Biaya Bahan Bakar}}{\text{Realisasi Produksi (MWH) dengan Total BBG}}$$

$$\text{BBM} = \frac{\text{Total (HSD)} \times \text{Biaya Bahan Bakar}}{\text{Realisasi Produksi (MWH) dengan Total BBM}}$$

Dengan menggunakan data Total (MMBTU), Biaya Bahan bakar, dan Realisasi (MWH) dengan total BBG dan BBM serta dengan menerapkan rumus perhitungan di atas maka di dapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 3.4. Input Data**

UNIT	FUEL COST
Rp / MWH	
GT.1.1	411972,1
GT.1.2	415170,1
GT.1.3	295530,5
ST.1.0	0
GT.2.1	634585,1
GT.2.2	635180,5
GT.2.3	718555,2
ST.2.0	0
GT.3.1	322744,9
GT.3.2	319925,7
GT.3.3	316377,9
ST.3.0	0

Dari keseluruhan Input Data dan *Cost* didapat tabel sebagai berikut :

**Tabel 3.5. Input Data Unit *Thermal* PLTGU Gresik**

No	Maint.A	Maint.B	Maint.C	Maint.Cost.A	Maint.Cost.B	Maint.Cost.C	Rated Power	Fuel Cost	2nd Year	1st Year
1	3	1	1	18897160880	524937240	419929824	90	411972.1	-55	-23
2	4	4	1	24146372210	524937240	472421052	90	415170.1	-56	-26
3	4	1	1	23096529940	524937240	472421052	112.45	295530.5	-61	-30
4	4	1	1	2414596488	629924688	4199369080	170	0	-71	-38
5	4	3	2	21521766540	1522317996	524912280	90	634585.1	-74	-24
6	3	2	1	16797476320	997333332	472443516	90	635180.5	-58	-36
7	5	5	1	30969824520	27295899020	524937240	90	718555.2	-55	-33
8	4	2	1	2414596488	944887032	3674447945	170	0	-50	-9
9	4	2	1	2204631576	1312343100	7348895890	112.45	322744.9	-65	-33
10	3	3	1	1784766616	1417263156	5249211350	112.45	319925.7	-66	-35
11	4	2	1	1942267788	1154807016	5249211350	112.45	316377.9	-69	-34
12	4	3	2	2362105260	1837280340	8923659295	188.91	0	-78	-43

*Sumber : Data Biaya Perawatan dari UP di PLTGU Gresik*

Berdasarkan Tabel 3.7 dapat dilihat jenis perawatan A, B dan C lengkap dengan biaya perawatan, energi rata-rata yang dihasilkan serta biaya bahan bakar yang digunakan. Data input diatas digunakan untuk penghitungan minimalisasi biaya bahan bakar, biaya perawatan dan meningkatkan cadangan pembangkitan.

Tabel 3.6. Input Data Dari Jurnal

No	Maintenance			Maintenance Cost			Rated Power (MW)	Fuel Cost (MWH)	Maint. Bef	
	A	B	C	A	B	C			2nd Year	1 <sup>st</sup> Year
1	7	5	2	70	50	30	650	0.73	-74	-4
2	10	6	3	89	60	40	790	0.382	-103	-34
3	7	5	2	150	110	70	439	0.382	-94	-19
4	10	6	3	125	100	70	464	0.42	-93	-54
5	7	5	3	130	100	60	230	0.391	-63	-1
6	5	3	2	118	90	50	230	0.391	-103	-14
7	4	3	2	190	150	100	378	0.7	-89	-23
8	10	6	3	356	250	150	158	0.302	-103	-58
9	7	5	2	68	50	30	468	0.411	-89	-4
10	7	5	2	90	70	40	468	0.411	-103	-55
11	7	5	2	78	60	40	681	0.711	-98	-45
12	7	5	2	78	60	40	108	0.523	-81	-52
13	6	4	2	158	120	80	108	0.523	-90	-3
14	10	6	3	217	160	110	108	0.523	-103	-1
15	7	5	2	220	160	110	468	0.749	-69	-16
16	12	8	3	91	60	40	648	0.345	-104	-27
17	10	6	3	101	60	40	228	0.911	-99	-2
18	3	2	2	101	60	40	472	0.699	-52	-16
19	9	5	3	107	90	50	331	0.703	-74	-24
20	10	6	3	210	160	110	339	0.71	-103	-14
21	6	4	2	800	600	400	340	0.865	-59	-14
22	10	6	3	1000	800	500	141	0.502	-69	-14
23	10	6	3	356	250	150	113	0.502	0	0

Sumber : jurnal IEEE Transaction On Power System, Vol. 12 No.1 . February 1997.

### 3.5 Validasi Program

Pada tulisan ini data validasi yang digunakan adalah data yang diperoleh dari jurnal *IEEE Transaction On Power System, Vol. 12 No.1 . February 1997*.

Berikut adalah data unit *maintenance* pada jurnal.

**Tabel 3.7**  
**Tabel Data Unit Maintenance Jurnal**

No	Maintenance			Maintenance Cost			Rated Power (MW)	Fuel Cost (MWH)	Maint. Bef	
	A	B	C	A	B	C			2nd Year	1st Year
1	7	5	2	70	50	30	650	0.73	-74	-4
2	10	6	3	89	60	40	790	0.382	-103	-34
3	7	5	2	150	110	70	439	0.382	-94	-19
4	10	6	3	125	100	70	464	0.42	-93	-54
5	7	5	3	130	100	60	230	0.391	-63	-1
6	5	3	2	118	90	50	230	0.391	-103	-14
7	4	3	2	190	150	100	378	0.7	-89	-23
8	10	6	3	356	250	150	158	0.302	-103	-58
9	7	5	2	68	50	30	468	0.411	-89	-4
10	7	5	2	90	70	40	468	0.411	-103	-55
11	7	5	2	78	60	40	681	0.711	-98	-45
12	7	5	2	78	60	40	108	0.523	-81	-52
13	6	4	2	158	120	80	108	0.523	-90	-3
14	10	6	3	217	160	110	108	0.523	-103	-1
15	7	5	2	220	160	110	468	0.749	-69	-16
16	12	8	3	91	60	40	648	0.345	-104	-27
17	10	6	3	101	60	40	228	0.911	-99	-2
18	3	2	2	101	60	40	472	0.699	-52	-16
19	9	5	3	107	90	50	331	0.703	-74	-24
20	10	6	3	210	160	110	339	0.71	-103	-14
21	6	4	2	800	600	400	340	0.865	-59	-14
22	10	6	3	1000	800	500	141	0.502	-69	-14
23	10	6	3	356	250	150	113	0.502	0	0

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System, Vol. 12 No.1 . February 1997*.

Berikut adalah data pembebanan pada jurnal:

**Tabel 3.8**  
**Data Beban Jurnal**

Week	Demand	Week	Demand	Week	Demand	Week	Demand
1	5808	2	5592	3	5343	4	5095
5	4894	6	4913	7	4932	8	5374
9	5495	10	5616	11	5840	12	5853
13	5867	14	6158	15	6437	16	6716
17	7332	18	7430	19	7430	20	7430
21	7430	22	7430	23	6564	24	6832
25	5937	26	6521	27	6159	28	6051
29	5967	30	5884	31	5824	32	5959
33	6094	34	6292	35	6409	36	6526
37	6666	38	6666	39	6666	40	6431
41	6548	42	6665	43	6762	44	6757
45	6573	46	6645	47	6607	48	6570
49	6242	50	6471	51	6101	52	5990

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.

Berikut adalah perbandingan hasil perhitungan dengan program dan jurnal dengan nilai *factor*  $w = 0$ .

**Tabel 3.9**  
**Tabel Error  $W=0$**

Hasil	Maintenance Cost (\$)	Fuel Cost (\$)	Total Cost(\$)
Program	21,986.00	618,725.56	640,711.56.00
Jurnal	21,978.00	618,719.00	640,697.00
Error(%)	0.036	0.01	0.0022

Untuk  $W=0$ , Hasil Program untuk biaya perawatan masih lebih mahal 0,036% dari pada jurnal dan untuk *Fuel Cost* (\$) masih lebih mahal 0,01%.

Berikut adalah perbandingan hasil perhitungan dengan program dan jurnal dengan nilai *factor*  $w = 0,5$ .

**Tabel 3.10**  
**Tabel Error  $W=0.5$**

Hasil	Maintenance Cost (\$)	Fuel Cost (\$)	Total Cost(\$)
Program	18,121.74	617,672.00	637,323.00
Jurnal	18,027.00	617,431.00	635,458.00
Error(%)	0.5	0.003	0.29

Untuk  $W= 0,5$  Hasil Program untuk biaya perawatan masih lebih mahal 0,5% dari pada jurnal dan untuk *Fuel Cost* (\$) masih lebih mahal 0,003%.

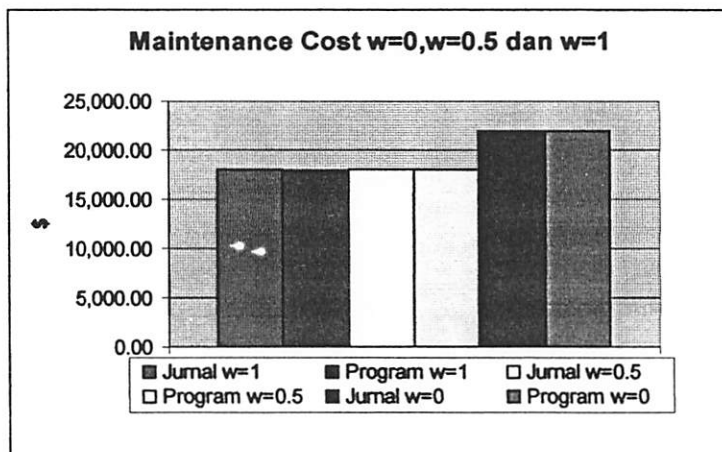
Berikut adalah perbandingan hasil perhitungan dengan program dan jurnal dengan nilai *factor*  $w = 1$ .

**Tabel 3.11**  
**Tabel Error  $W=1$**

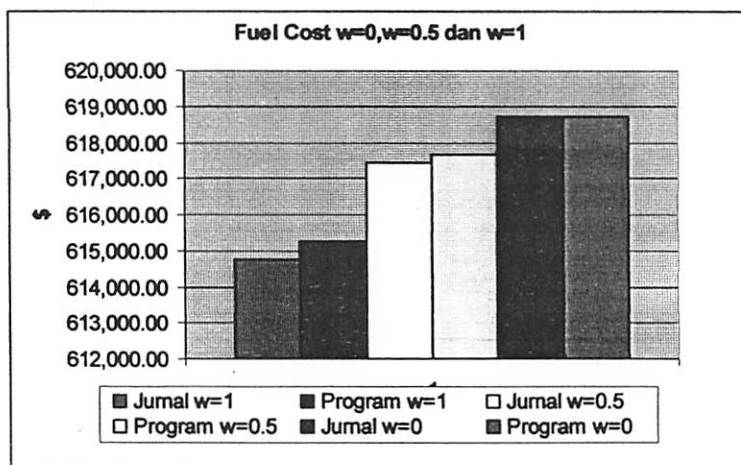
Hasil	Maintenance Cost (\$)	Fuel Cost (\$)	Total Cost(\$)
Program	17,865.00	615,253.32	633,118.00
Jurnal	17,997.00	614,771.00	632,768.000
Error(%)	0.733	0.078	0.055

Untuk  $W=1$ , Hasil program untuk biaya perawatan lebih murah 0,733% dari pada jurnal dan untuk *Fuel Cost* (\$) masih lebih murah 0,078%.

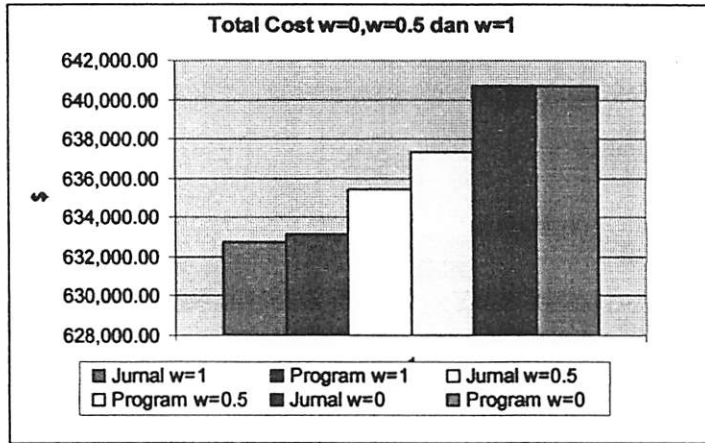
Berikut adalah grafik hasil perhitungan *maintenance cost*, *fuel cost* dan *total cost* dari ketiga nilai *factor w* ( $w=0, w=0.5, w=1$ ) sebagai berikut.



**Grafik 3.1** Grafik *maintenance cost* jurnal dan program dengan  $w=0, w=0.5, w=1$



**Grafik 3.2** Grafik *fuel cost* jurnal dan program dengan  $w=0, w=0.5, w=1$



**Grafik 3.3 Grafik total cost jurnal dan program dengan w=0, w=0.5, w=1**

Untuk *memverifikasi* keabsahan program, maka hasil keluarannya akan dibandingkan dengan data keluaran Jurnal *IEEE Transaction On Power System, Vol. 12 No.1 . February 1997* (Tabel 3.10) dengan memasukkan input data dari Jurnal (Tabel 3.7).

Berikut data Jurnal termaksud:

**Tabel 3.12. Hasil Komputasi**

	W	Total Cost [R]	Fuel Cost [R]	Maint Cost [R]	Var of Reserve rate	Reserve rate (%)	Comput. time (Sec.)	Feasibility (Y/N)
Simple GA	0.0	638639	617881	20578	34804	21.3	7588	N
	0.5	637556	617431	20125	33748	21.0	7151	Y
	1.0	638893	619145	54202	54202	21.7	6922	N
Simulated Annealing	0.0	642735	620796	21939	18415	18.1	55126	Y
	0.5	636181	618000	18181	24649	19.2	54881	Y
	1.0	632477	614577	17920	41326	21.4	52486	Y
Combined Algorithm (GA+SA)	0.0	640277	618615	21662	25250	19.3	7697	Y
	0.5	636821	616789	20032	27875	19.2	7712	Y
	1.0	633788	616229	17559	41825	19.6	7447	Y
This method (GA+SA+TS)	0.0	640697	618719	21978	18401	18.3	10578	Y
	0.5	635458	617431	18027	22469	19.5	9750	Y
	1.0	632768	614771	17997	40017	20.3	9554	Y

Sumber : jurnal *IEEE Transaction On Power System, Vol. 12 No.1 . February 1997*.

**BAB IV**  
**SIMULASI DAN ANALISA PENJADWALAN PERAWATAN UNIT TERMAL**  
**MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *ALGORITMA GENETIKA,***  
***SIMULATED ANNEALING, DAN TABU SEARCH***

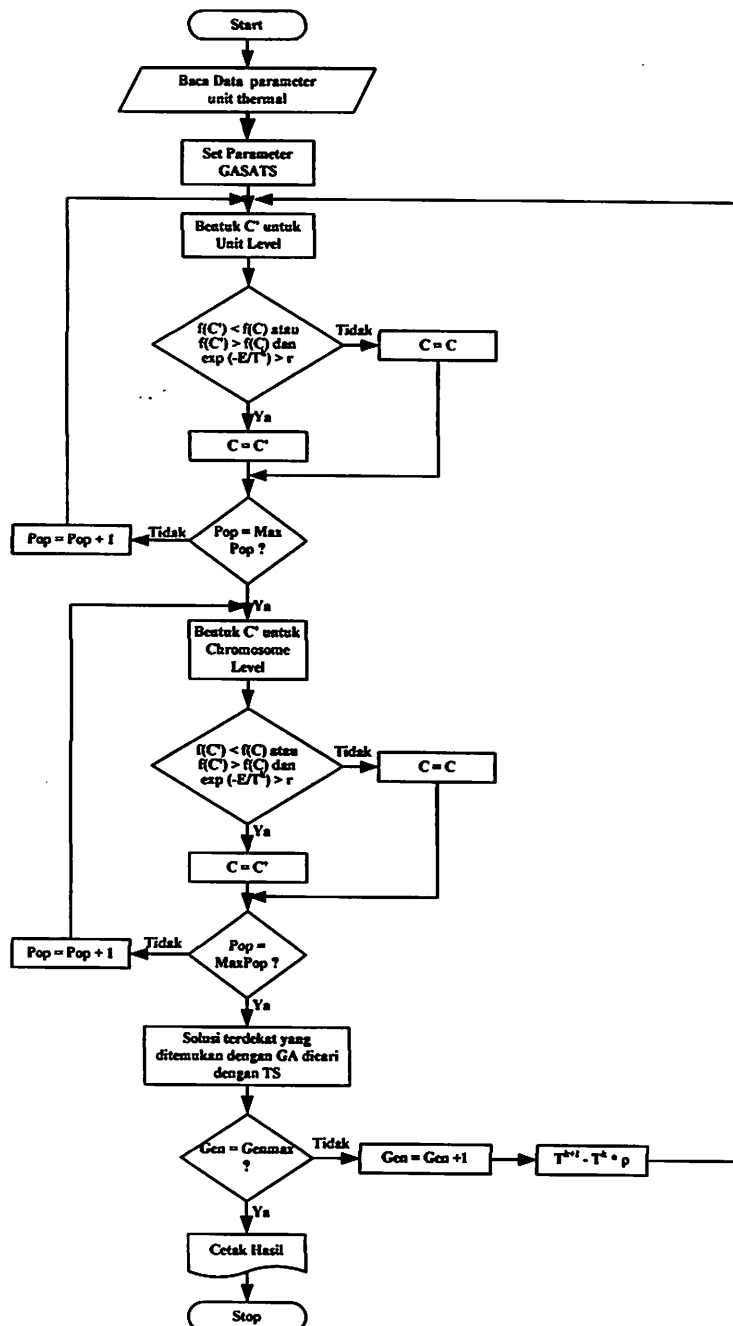
**4.1 Pendahuluan**

Permasalahan penjadwalan perawatan pada unit termal adalah jenis permasalahan penjadwalan yang memiliki kendala pada operasional pembangkit, untuk permasalahan seperti ini dibutuhkan suatu penyelesaian cerdas seperti metode GA, *Fuzzy Logic* atau pun lainnya, pada tulisan ini akan dibahas penyelesaian dengan menggunakan metode GASATS( *Genetica Algorithm Simulated Annealing Tabu Search*). GASATS adalah suatu kombinasi metode strategis *Genetica Algorithm, Simulated Annealing, dan Tabu Search* untuk penyelesaian permasalahan optimalitas yang bersifat *iteratif* dengan memperhitungkan bobot *fitness* atau nilai kekuatan *certainty factor* dari fungsi tujuannya pada tiap kemungkinan-kemungkinan pada lingkungan solusi.

**4.2 Penyelesaian Masalah Penjadwalan Unit Pembangkit Dengan GASATS**

Pada perhitungannya penyelesaian masalah optimalitas pada penjadwalan unit pembangkit ini mengkombinasikan 3(tiga) metode cerdas yaitu *GA(Genetic Algorithm), SA(Simulated Annealing), dan TS(Tabu Search)*.Rincian sistematika *flowchart* dan penjelasan algoritma dari GASATS dicantumkan kembali sebagai berikut:

## 4.2.1 FlowChart GASATS



Gambar 4.1. Flowchart GASATS

### ***Algoritma Program FlowChart GASATS***

1. Mulai
2. Baca dat parameter ( Biaya perawatan, Jenis Perawatan, Pembebanan aktual ) Data Unit Termal berupa data operasional pembangkit.
3. Set parameter GASATS berupa maksimum populasi, maksimum generasi, konstanta *flip*, *probabilitas* mutasi.
4. Membuat C' dengan level unit operasi genetika.
5. Menentukan penerimaan *offspring* dari unit, Apakah :
 
$$f(C') < f(C) \text{ atau } f(C') > f(C) \text{ dan } \exp(-\Delta E/T^k) > r.$$

Jika Tidak, maka  $C = C$  yang artinya *aktual = aktual*

Jika Ya, maka  $C = C'$  yang artinya *aktual = Perhitungan GASATS*.
6. Setelah menerima penerimaan *offspring* dari unit, Apakah Populasi = Populasi maksimum?
 

Jika Tidak, maka perlu adanya penambahan jumlah populasi yaitu  $Pop = Pop+1$  dan kembali kelangkah -4.

Jika Ya, maka dapat melanjutkan ke langkah berikutnya.
7. Membentuk C' untuk level *chromosome*.
8. Menentukan penerimaan *offspring* dari *chromosome* apakah :
 
$$f(C') < f(C) \text{ atau } f(C') > f(C) \text{ dan } \exp(-\Delta E/T^k) > r.$$

Jika Tidak, maka  $C = C$  yang artinya *aktual = aktual*.

Jika Ya, maka  $C = C'$  yang artinya *aktual = Perhitungan GASATS*.

9. Setelah menentukan penerimaan *offspring* dari *chromosome*, Apakah Populasi = Populasi maksimum?

Jika Tidak, maka perlu adanya penambahan jumlah populasi yaitu  $Pop = Pop+1$  dan kembali kelangkah -7.

Jika Ya, maka dapat melanjutkan ke langkah berikutnya.

10. Menentukan solusi terdekat yang ditemukan oleh GA dicari dengan TS.

11. Apakah Generasi = Generasi Max ?

Jika Tidak, maka perlu penambahan Generasi (  $Gen = Gen+1$  ) dan  $(T^{k+1} - T^k * \rho$  ) kemudian kembali ke langkah -4.

Jika Ya, maka dapat dilanjutkan kelangkah berikutnya.

12. Cetak Hasil dari perhitungan GASATS.

13. Selesai.

### 4.3 Program Aplikasi GASATS

Pada penerapannya analisa ini menggunakan perangkat lunak *Borland Delphi 7.0* sebagai alat bantu hitung. *Borland Delphi* adalah sebuah *compiler* berbasis *Windows* yang menggunakan bahasa pemrograman ber-syntaksis *Pascal*, alasan digunakannya program ini adalah karena program ini cukup *familiar*, dan juga program ini mendukung untuk berbagai operasi matematis dan dilengkapi dengan fungsi-fungsi *standart* matematis yang cukup lengkap.

*Implementasi algoritma* pada aplikasi ini menggunakan aturan-aturan *iteratif* pada *Delphi*, dengan kata lain rekayasa fungsi-fungsi yang di buat pada program akan dijalankan secara *rekursif* untuk menstrukturkan pola sistematika penyelesaian masalah pada aplikasi ini.

Pada aplikasi ini terdapat beberapa form yang salah satunya adalah “*Form Utama*” yang berfungsi sebagai *parent Form*, form utama adalah form yang berfungsi untuk memulai suatu operasi dengan menggunakan fasilitas yang disediakan. Beberapa fasilitas yang disediakan pada form ini adalah:

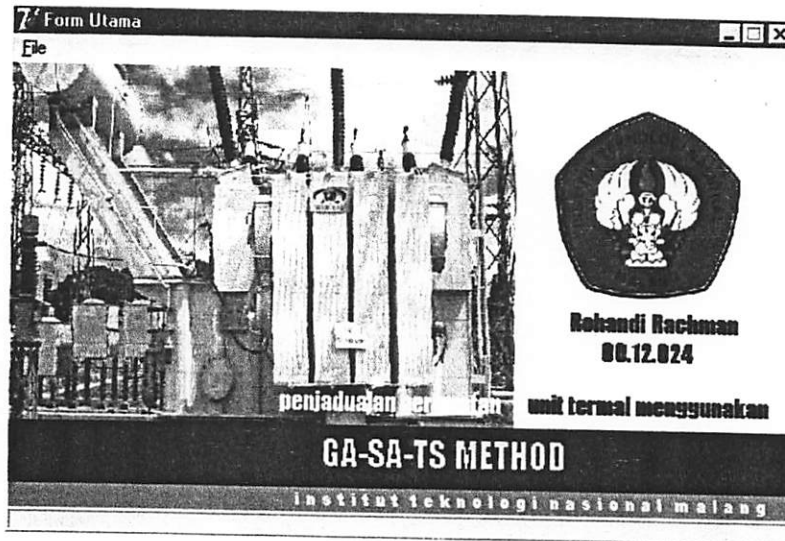
1. *New Data*

Fasilitas ini adalah *fitur* pada aplikasi untuk user agar dapat menginputkan *file* baru untuk dianalisa.

2. *Load Data*

Fasilitas ini adalah fasilitas untuk mengambil *file* yang akan dianalisa.

Pada fasilitas ini juga berisikan data tentang judul dan informasi lain tentang aplikasi, untuk lebih jelasnya berikut disajikan tampilan *form utama*.



**Gambar 4.2. Tampilan *Form Utama***

Pada aplikasi ini *form* yang berfungsi sebagai *buffer* sementara penampung data input adalah "*Form Data Input*", form ini memuat data teknis unit termal, data pembebanan, dan data aktual perawatan, sebelum melanjutkan ke perhitungan selanjutnya, user di haruskan mengisi parameter *GASATS* yaitu berupa maksimum Generasi, jumlah populasi, *probabilitas crossover*, *probabilitas mutasi*, *porobabilitas flip*, Konstanta W, Konstanta Y, Konstanta Ka, Konstanta Lambda atau dengan mengisi nilai *standard* pada fungsi tombol "*Set Default*", setelah *variable* kontrol telah di-set maka perhitungan dapat dilanjutkan dengan meng-*click* tombol "*Apply*", Berikut adalah tampilannya,

Set Parameter

Parameter GASATS

Maksimum Generasi: 50

Jumlah Populasi: 50

Length Chromosome: 30

Probabilitas Crossover: 0.75

Probabilitas Mutasi: 0.003

Probabilitas Flip: 0.5

Parameter Objective Function

Konstanta W: 0.5

Konstanta Y: 1

Konstanta Ka: 100000000000

Konstanta Lambda: 1000

Set Default Next

Gambar 4.3. Tampilan *Form Set Parameter*

7 Tampilan Data

Data Umum Data Unit Termaal Pembangkit Boban

No	Nama	Main 1	Main 2	Main 3	Main 4	Pmin (MW)	Pmax (A)
1	GT 1.1	7	0	0	0	53	102
2	GT 1.2	1	0	0	0	53	102
3	GT 1.3	1	0	0	0	53	102
4	ST 1.0	10	0	0	0	115	143
5	GT 2.1	1	0	0	0	53	102
6	GT 2.2	3	0	0	0	53	102
7	GT 2.3	12	0	0	0	53	102
8	ST 2.0	11	0	0	0	164	314
9	GT 3.1	3	0	0	0	53	102
10	GT 3.2	3	0	0	0	53	102
11	GT 3.3	3	0	0	0	53	102
12	ST 3.0	5	0	0	0	250	480

Next Close

Gambar 4.4. Tampilan *Form Data Input Tab Sheet Data Pembangkit*

77 Tamplilan Data

Data Uraan | Data Ura Termal | Pembangkit | Bahan

No	MaritA	MaritB	MaritC	MaritDorA	MaritDorB	MaritC
1	3	1	1	18897180880	524937240	419329
2	4	4	1	24146372210	524937240	472421
3	4	1	1	23096329440	524937240	472421
4	4	1	1	24146364488	629924688	419336
5	4	3	2	21521786540	152217996	524912
6	3	2	1	16797476320	997333332	472443
7	5	5	1	30899924620	2726999920	524937
8	4	2	1	2414636488	944897032	367444
9	4	2	1	2204631576	1312243100	734889
10	3	3	1	1784786616	1417263156	524921
11	4	2	1	1942667788	1154807016	524921
12	4	3	2	2362106260	1837280340	882366

Next Done

Gambar 4.5. Tamplilan Form Data Input Tab Sheet Data Unit Termal

77 Tamplilan Data

Data Uraan | Data Ura Termal | Pembangkit | Bahan

	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8
Ura1	13381.2	13381.2	13381.2	13381.2	20707.6	10462.4	10462.4	10462.4
Ura2	10199.7	10199.7	10199.7	10199.7	11272.9	12077.8	12077.8	12077.8
Ura3	13469.4	13469.4	13469.4	13469.4	12888.2	12462.3	12462.3	12462.3
Ura4	23644.5	23644.5	23644.5	23644.5	23073.2	22719.9	22719.9	22719.9
Ura5	60596.5	60596.5	60596.5	60596.5	59942.3	57702.4	57702.4	57702.4
Ura6	9411.5	9411.5	9411.5	9411.5	10763.5	11777.5	11777.5	11777.5
Ura7	8921.5	8921.5	8921.5	8921.5	9371.9	9709.7	9709.7	8822.6
Ura8	0	0	0	1486.6	2271.4	2025.1	2025.1	2025.1
Ura9	11263	11263	11263	11263	11342	11402.3	11402.3	11402.3
Ura10	30183.3	30183.3	30183.3	30183.3	32094.1	33627.2	33627.2	33627.2
Ura11	9488.5	9488.5	9488.5	9488.5	9083.7	8780.1	8780.1	8780.1
Ura12	9027.9	9027.9	9027.9	9027.9	9251.9	9419.9	9419.9	9419.9

Next Done

Gambar 4.6. Tamplilan Form Data Input Tab Sheet Data Aktual Pembebanan

Setelah mengaplikasikan metode *GASATS* dengan meng-*click* tombol “*Next*”. Form yang terakhir adalah form yang berfungsi sebagai penampil data hasil perhitungan *GASATS*, yang meliputi total biaya *GASATS*, total biaya aktual, serta penjadwalan optimal. Untuk melakukan perhitungan terakhir adalah dengan menerapkan fungsi pada tombol “*GASATS*”. Berikut adalah tampilan dari “*form hasil perhitungan*”.

The screenshot shows a software window titled "7 Hasil Program" with a menu bar containing "Hasil Program" and "Grafik". Below the menu bar are four tabs: "Final Result" (selected), "Schedule Maintenance", "Schedule Gen", and "Klasifikasi Pemastian". The main area displays the following data:

Sebelum		
Jumlah Fuel Cost	19.827.103.824.121.14	Rp.
Jumlah Maintenance Cost	121.026.057.693.53	Rp.
Jumlah Reserve	18.731.749.665.15	MW
Sesudah		
Jumlah Fuel Cost	12.144.329.140.632.76	Rp.
Jumlah Maintenance Cost	121.024.989.209.00	Rp.
Jumlah Reserve	20.372.765.406	MW
Jumlah Iterasi	11	
Waktu eksekusi	0 : 0 : 1 : 719	jam:menit:detik:milidetik

At the bottom of the window, there is a progress bar and several buttons: "Hitung", "Simpan label Schedule", "Simpan label Schedule Gen", and "Close".

Gambar 4.7. Tampilan *Form Hasil Perhitungan*

#### 4.4 Hasil Perhitungan dan *Analisis Data*

##### 4.4.1 Data Analisis

Data aktual yang digunakan dalam analisa ini adalah data teknis unit termal, Data aktual Perawatan dan Data aktual pembebanan, Berikut adalah *spesifikasi* dari parameter input, data input keseluruhan yang digunakan pada program.



**Tabel 4.3 Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual Periode 9 - 16**

	Per 9	Per 10	Per 11	Per 12	Per 13	Per 14	Per 15	Per 16
Unit 1	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 3	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 4	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 5	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 6	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 7	B	B	B	B	1	1	1	1
Unit 8	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 9	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 10	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 11	1	1	1	1	1	1	1	1
Unit 12	1	1	1	1	1	1	1	1

*Sumber : Penjadwalan Perawatan dari UP di PLTGU Gresik*

Untuk Tabel 4.4 s/d 4.8 yaitu Periode 17 s/d 53 pada Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual di lampirkan dalam Lampiran Hal 75 s/d 77.

**Tabel 4.9 Data Pembebanan aktual periode 1 - 8**

	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8
Unit 1	13381.2	13381.2	13381.2	13381.2	20707.6	10452.4	10452.4	10452.4
Unit 2	10199.7	10199.7	10199.7	10199.7	11272.9	12077.8	12077.8	12077.8
Unit 3	13469.4	13469.4	13469.4	13469.4	12888.2	12452.3	12452.3	12452.3
Unit 4	23544.5	23544.5	23544.5	23544.5	23073.2	22719.9	22719.9	22719.9
Unit 5	60595.5	60595.5	60595.5	60595.5	58942.3	57702.4	57702.4	57702.4
Unit 6	9411.5	9411.5	9411.5	9411.5	10763.5	11777.5	11777.5	11777.5
Unit 7	8921.5	8921.5	8921.5	8921.5	9371.9	9709.7	9709.7	8322.6
Unit 8	0	0	0	1485.6	2271.4	2025.1	2025.1	2025.1
Unit 9	11263	11263	11263	11263	11342	11402.3	11402.3	11402.3
Unit 10	30183.3	30183.3	30183.3	30183.3	32094.1	33527.2	33527.2	33527.2
Unit 11	9488.5	9488.5	9488.5	9488.5	9083.7	8780.1	8780.1	8780.1
Unit 12	9027.9	9027.9	9027.9	9027.9	9251.9	9419.9	9419.9	9419.9

*Sumber : Data Pembebanan dari UP di PLTGU Gresik*

**Tabel 4.10 Data Pembebanan aktual periode 9 - 16**

	Per 9	Per 10	Per 11	Per 12	Per 13	Per 14	Per 15	Per 16
Unit 1	10702.8	10890.6	10890.6	10890.6	10824.2	10425.8	10425.8	4468.2
Unit 2	11569.8	11188.8	11188.8	11188.8	11220.4	11473	11473	11473
Unit 3	14007.5	15173.9	15173.9	15173.9	15362.5	16494.1	16494.1	16494.1
Unit 4	23073.9	23339.4	23339.4	23339.4	22966.2	20727	20727	20727
Unit 5	54905.2	52807.3	52807.3	52807.3	53058.7	54567.1	54567.1	54567.1
Unit 6	13398.3	14631.9	14631.9	14631.9	14160.2	11438	11438	11438
Unit 7	0	0	0	0	8668.7	10070.9	10070.9	10070.9
Unit 8	4509.1	6372.1	6372.1	6372.1	6439.5	6843.9	6843.9	6843.9
Unit 9	12032.7	12505.5	12505.5	12505.5	13164	17115	17115	17115
Unit 10	34439.6	35123.9	35123.9	35123.9	36601.5	45467.1	45467.1	45467.1
Unit 11	10428.9	11665.5	11665.5	11665.5	11754.3	12287.1	12287.1	12287.1
Unit 12	11149.5	12446.7	12446.7	12446.7	12458.1	12526.5	3579	7158

Untuk Tabel 4.11 s/d 4.15 yaitu Periode 17 s/d 53 pada Pembebanan Aktual di lampirkan dalam Lampiran Hal 77 s/d 79.

#### 4.4.2 Hasil Perhitungan Optimal

Pada perhitungan ini parameter algoritma GASAT yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Maksimum Generasi : 50
- Jumlah Populasi : 50
- Panjang *Kromosom* : 30
- *Probabilitas CrossOver* : 0,75
- *Probabilitas Mutasi* : 0,003
- *Probabilitas Flip* : 0,5
- Konstanta W : 0,5
- Konstanta Y : 1
- Konstanta Ka : 1000000000000



Untuk Tabel 4.18 s/d 4.22 yaitu Periode 17 s/d 53 pada Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal di lampirkan dalam Lampiran Hal 80 s/d 82.

**Tabel 4.23 Data Pembebanan Optimal Periode 1 - 8**

	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5	Per 6	Per 7	Per 8
Unit 1	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 2	8904	8904	8904	8904	8904	8904	0	0
Unit 3	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 4	19320	19320	19320	19320	19320	19320	19320	19320
Unit 5	8904	8904	8904	8904	0	0	0	0
Unit 6	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 7	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 8	27552	27552	27552	27552	27552	27552	27552	27552
Unit 9	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 10	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 11	8904	8904	8904	6904	8904	8904	8904	8904
Unit 12	72478	72478	72478	73964	80640	80640	80640	80640

**Tabel 4.24 Data Pembebanan Optimal Periode 9 - 16**

	Per 9	Per 10	Per 11	Per 12	Per 13	Per 14	Per 15	Per 16
Unit 1	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 2	0	0	0	0	8904	8904	8904	8904
Unit 3	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 4	19320	19320	19320	19320	19320	19320	19320	19320
Unit 5	0	0	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 6	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 7	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 8	37929	43858	34954	34954	36582	49339	40392	38013
Unit 9	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 10	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 11	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 12	80640	80640	80640	80640	80640	80640	80640	80640

Untuk Tabel 4.25 s/d 4.29 yaitu Periode 17 s/d 53 pada Pembebanan Optimal di lampirkan dalam Lampiran Hal 82 s/d 84.

.Dengan *Schedule Gen* dan Klasifikasi Perawatan sebagai berikut:

7 Hasil Program

Heat Program Grafik

Final Result Schedule Maintenance Schedule Gen

Klasifikasi Perawatan

Gen	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9
Gen 1	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 2	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	0	0	0
Gen 3	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 4	19.320	19.320	19.320	19.320	19.320	19.320	19.320	19.320	19.320
Gen 5	8.904	8.904	8.904	8.904	0	0	0	0	0
Gen 6	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 7	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 8	27.552	27.552	27.552	27.552	39.671	30.855	39.759	38.372	37.329
Gen 9	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 10	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 11	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904	8.904
Gen 12	72.478	72.478	72.478	73.964	80.640	80.640	80.640	80.640	80.640

Libang    Sampun label Schedule    Sampun label Schedule Gen    Date

Gambar 4.8. TabSheet Schedule Gen

7 Hasil Program

Heat Program Grafik

Final Result Schedule Maintenance Schedule Gen

Klasifikasi Perawatan

Gen	Klas	Type	RangeDay
Gen - 1	B	ME	35
Gen - 2	A	ME	42
Gen - 3	A	MI	42
Gen - 4	Unclassified	Untyped	7
Gen - 5	A	MI	42
Gen - 6	Unclassified	Untyped	7
Gen - 7	Unclassified	Untyped	7
Gen - 8	C	SI	14
Gen - 9	Unclassified	Untyped	7
Gen - 10	Unclassified	Untyped	7
Gen - 11	Unclassified	Untyped	7
Gen - 12	C	SI	14

Libang    Sampun label Schedule    Sampun label Schedule Gen    Date

Unclassified : Tidak dalam klasifikasi Klas

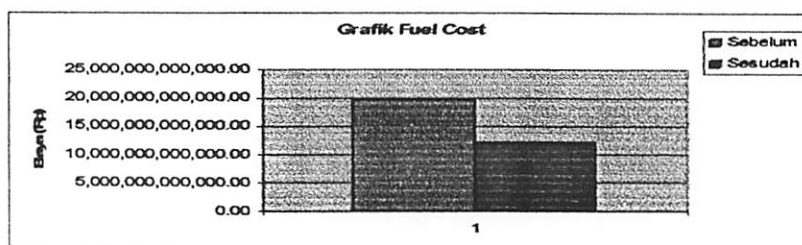
Gambar 4.9. TabSheet Klasifikasi Perawatan

7 Hasil Program			
Hasil Program		Grafik	
Final Result	Schedule Maintenance	Schedule Gen	Klasifikasi Perawatan
Sebelum			
Jumlah Fuel Cost	19,827,103,824,121.14	Rp.	
Jumlah Maintenance Cost	121,026,057,699.53	Rp.	
Jumlah Reserve	18,731,749,865.15	MW	
Setelah			
Jumlah Fuel Cost	12,144,329,140,632.76	Rp.	
Jumlah Maintenance Cost	121,024,989,209.00	Rp.	
Jumlah Reserve	20,372,765,406	MW	
Jumlah Iterasi	11		
Waktu eksekusi	0 : 0 : 1 : 719	jam:menit:detik:milidetik	

**Gambar 4.10. TabSheet Final Result**

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan program didapatkan hasil sebagai berikut:

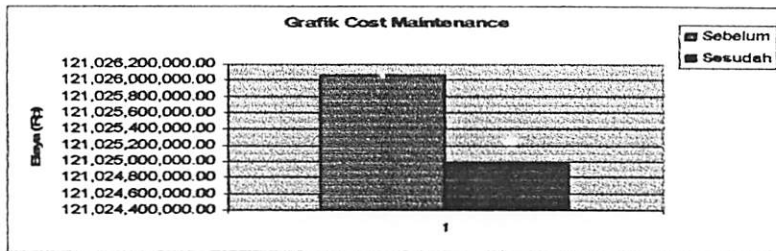
- *Fuel Cost*
  - o Sebelum : 19,827,103,824,121.14 rupiah
  - o Sesudah : 12,144,329,140,632.76 rupiah
  - o Selisih : 7,682,774,683,488.38 rupiah



**Grafik 4.1 Grafik Fuel Cost Sebelum dan Sesudah Optimasi**

- *Maintenance Cost*

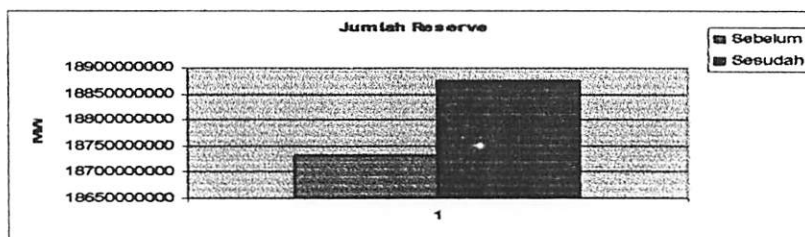
- Sebelum : 121,026,057,699.53 rupiah
- Sesudah : 121,024,989,209.00 rupiah
- Selisih : 1,068,490.53 rupiah



**Grafik 4.2 Grafik *Maintenance Cost* Sebelum dan Sesudah Optimasi**

- *Jumlah Reserve*

- Sebelum : 18,731,749,865.15 MW
- Sesudah : 18,875,207,406 MW
- Selisih : 143,457,541 MW



**Grafik 4.3 Grafik *Jumlah Reserve* Sebelum dan Sesudah Optimasi**

Dengan lama eksekusi dan jumlah *iterasi* sebagai berikut:

- Waktu eksekusi : 0 jam : 0 menit : 2 detik : 17 milidetik
- Jumlah *Iterasi* : 11 *iterasi*

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan perhitungan pada penjadwalan perawatan pembangkit dengan menggunakan metode *GASATS* pada Skripsi ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa dengan pendekatan *GASATS* dapat meningkatkan tingkat *efisiensi Fuel Cost* dengan *efisiensi* sebesar 38%.
2. Pendekatan *GASATS* dapat meningkatkan tingkat *efisiensi* pada biaya perawatan walaupun peningkatan tidak telalu *signifikan* dengan biaya sebelumnya, dengan biaya perawatan mengalami optimasi sebesar 0,00088%.
3. Pendekatan *GASATS* dapat meningkatkan cadangan pembangkitan (*Reserve*), dengan jumlah cadangan pembangkitan mengalami optimasi sebesar 0.64%.
4. Dengan mengacu pada *statement* diatas maka dapat dikatakan metode *GASATS* cukup berhasil dalam optimasi untuk penjadwalan perawatan unit pembangkit.

## 5.2 Saran

1. Pada pengembangan lebih lanjut metode GASATS dapat dikawinkan dengan metode cerdas lainnya agar resolusi ketelitian perhitungan dapat ditingkatkan.
2. Untuk permasalahan lain metode ini dapat dikembangkan sesuai dengan pemodelan dari penyelesaian masalah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kim, Hyuncul. “ *An Algorithm For Thermal Unit Maintenance Scheduling Through Combined Use Of GA SA And TS* “, IEEE Trans. On Power Systems, Vol.12, No.1, February, 1997.
2. Michael Negnevitsky and Galina Kalareva. *Genetic Algorithm For Maintenance Scheduling In Power Systems*, School of Engineering University of Tasmania.
3. Goldberg, D.E. 1989 *Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
4. S.Kirkpatrick, C.d.Gelatt Jr. “ *Optimization by Simulated Annealing* “, Science Vol.220, No.4598, 1983.
5. Marsudi, Djiteng. 1990 *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Balai Penerbit & Humas ISTN.
6. William D. Stevenson 1996, “**Anlisis sistem Tenaga Listrik,**” Edisi IV Erlangga.
7. Jurnal *IEEE Transaction On Power System*, Vol. 12 No.1 . February 1997.
8. Data- Data Inputan dari PLTGU UP Gresik. Mei 2006.
9. Sri Kusuma Dewi Graha Ilmu, Yogyakarta, 2001.

# *LAMPIRAN*





**Tabel 4.8**  
**Kombinasi Penjadwalan Perawatan Aktual Periode 49 - 53**

	Per 49	Per 50	Per 51	Per 52	Per 53
Unit 1	1	1	1	1	1
Unit 2	1	1	1	1	1
Unit 3	1	1	1	1	1
Unit 4	1	1	1	1	1
Unit 5	1	1	1	1	1
Unit 6	1	1	1	1	1
Unit 7	1	1	UnClassified	1	1
Unit 8	1	1	1	?	UnClassified
Unit 9	1	1	1	1	1
Unit 10	1	1	1	1	1
Unit 11	1	1	1	1	1
Unit 12	1	1	1	1	1

**Tabel 4.11**  
**Data Pembebanan aktual periode 17 - 24**

	Per 17	Per 18	Per 19	Per 20	Per 21	Per 22	Per 23	Per 24
Unit 1	0	0	0	0	6805.8	14718.3	13169.1	13169.1
Unit 2	11473	0	0	0	0	0	0	1830
Unit 3	16494.1	16774.3	16821	16821	16821	16761	16681.1	16681.1
Unit 4	20727	12409.8	11023.6	11023.6	11023.6	13962.1	17880.1	17880.1
Unit 5	54567.1	34735.3	31430	31430	31430	39392	50008	50008
Unit 6	11438	12107	12218.5	12218.5	12218.5	11701.9	11013.1	11013.1
Unit 7	10070.9	12600.5	13022.1	13022.1	13022.1	12180.3	11057.9	11057.9
Unit 8	6843.9	6855.9	6857.9	6857.9	6857.9	6861.8	6867	6867
Unit 9	17115	18943.2	19247.9	19247.9	19247.9	18568.7	17663.1	17663.1
Unit 10	45467.1	50506.5	51346.4	51346.4	51346.4	49312.7	46601.1	46601.1
Unit 11	12287.1	12276.9	12275.2	12275.2	12275.2	11847.4	11277	11277
Unit 12	12526.5	12459.9	12448.8	12448.8	12448.8	12009.6	11424	11424

**Tabel 4.12**  
**Data Pembebanan Aktual Periode 25 - 32**

	Per 25	Per 26	Per 27	Per 28	Per 29	Per 30	Per 31	Per 32
Unit 1	13169.1	12718.4	10014.2	10014.2	10014.2	10014.2	11938.7	12708.5
Unit 2	4270	5249.1	11123.7	11123.7	11123.7	11123.7	12200.7	12631.5
Unit 3	16681.1	16516.7	15530.9	15530.9	15530.9	15530.9	15653.4	15702.4
Unit 4	17880.1	18493.5	22173.9	22173.9	22173.9	22173.9	23562.9	24118.5
Unit 5	50008	51270.1	58842.7	58842.7	58842.7	58842.7	63355.7	65160.9
Unit 6	11013.1	10615	8226.4	8226.4	8226.4	3525.6	0	0
Unit 7	11057.9	10956.9	10350.9	10350.9	10350.9	10350.9	11363.9	11769.1
Unit 8	6867	6860.2	6819.4	6819.4	6819.4	6819.4	6885.4	6911.8
Unit 9	17663.1	17253.7	14797.3	14797.3	14797.3	14797.3	12318.3	11326.7
Unit 10	46601.1	45458.3	38601.5	38601.5	38601.5	38601.5	32463	30007.6
Unit 11	11277	11009.3	9403.1	8059.8	0	6716.5	11032.1	11683.7
Unit 12	11424	11553.9	12333.3	12333.3	12333.3	12333.3	11936.8	11778.2

**Tabel 4.13**  
**Data Pembebanan Aktual Periode 33 - 40**

	Per 33	Per 34	Per 35	Per 36	Per 37	Per 38	Per 39	Per 40
Unit 1	12708.5	12708.5	12915.5	13433	13433	13433	13433	12143.6
Unit 2	12631.5	12631.5	12602.5	13230	13230	13230	13230	12218.5
Unit 3	15702.4	15702.4	15396	8360	0	0	0	0
Unit 4	24118.5	24118.5	22039.5	16842	16842	16842	16842	0
Unit 5	65160.9	65160.9	59809.5	46431	46431	46431	46431	43040.9
Unit 6	0	0	0	6121.5	8570.1	8570.1	8570.1	9820.3
Unit 7	11769.1	11769.1	10804.5	8393	8393	8393	8393	10084.2
Unit 8	6911.8	6911.8	6849	6692	6692	6692	6692	6715.8
Unit 9	11326.7	11326.7	13179.3	17810.8	15266.4	0	2544.4	16452.1
Unit 10	30007.6	30007.6	30580	32011	32011	32011	32011	43072.4
Unit 11	11683.7	11683.7	12662.1	15108.1	15108.1	15108.1	15108.1	43072.4
Unit 12	11778.2	11778.2	12697.6	14996.1	14996.1	14996.1	14996.1	13860

**Tabel 4.14**  
**Data Pembebanan Aktual Periode 41 - 48**

	Per 41	Per 42	Per 43	Per 44	Per 45	Per 46	Per 47	Per 48
Unit 1	12143.6	12143.6	12143.6	11789.6	11524.1	11524.1	11524.1	11312.7
Unit 2	12218.5	12218.5	12218.5	10424.5	9079	9079	9079	9567
Unit 3	0	2035.5	14245.7	14882.5	15358	15358	15358	14952
Unit 4	15738.6	18361.1	18361.1	19812.1	20899.9	20899.9	20899.9	21225.3
Unit 5	43040.9	43040.9	43040.9	50938.1	56861	56861	56861	57057
Unit 6	9820.3	9820.3	9820.3	9189.9	8717.1	8717.1	8717.1	9405.9
Unit 7	10084.2	10084.2	10084.2	8675	7618.1	7618.1	7618.1	8175.9
Unit 8	6715.8	6715.8	6715.8	4531.4	2893.1	2893.1	2893.1	3500.5
Unit 9	16452.1	16452.1	16452.1	12986.1	10390.1	10390.1	10390.1	11325.5
Unit 10	43072.4	43072.4	43072.4	22690.9	29619.1	29619.1	29619.1	31294.7
Unit 11	43072.4	43072.4	43072.4	13818.5	13855.1	13855.1	13855.1	13799.1
Unit 12	13860	13860	13860	13438.8	13122.9	13122.9	13122.9	13218.1

**Tabel 4.15**  
**Data Pembebanan Aktual Periode 49 - 53**

	Per 49	Per 50	Per 51	Per 52	Per 53
Unit 1	10784.2	10784.2	10784.2	10784.2	1540.6
Unit 2	10787	10787	10787	10787	1541
Unit 3	13937	13937	13937	13937	1991
Unit 4	22038.8	22038.8	22038.8	22038.8	3148.4
Unit 5	57547	57547	57547	57547	8221
Unit 6	11127.9	11127.9	11127.9	11127.9	1589.7
Unit 7	9570.4	8203.2	0	6836.0	1367.2
Unit 8	5019	5019	5019	2151	0
Unit 9	13664	13664	13664	13664	1952
Unit 10	35483.7	35483.7	35483.7	35483.7	5069.1
Unit 11	13659.1	13659.1	13659.1	13659.1	1951.3
Unit 12	13456.1	13456.1	13456.1	13456.1	1922.3





**Tabel 4.22**  
**Kombinasi Penjadwalan Perawatan Optimal Periode 49 - 53**

	Per 49	Per 50	Per 51	Per 52	Per 53
Unit 1	1	1	1	1	1
Unit 2	1	1	1	1	1
Unit 3	1	1	1	1	1
Unit 4	1	1	1	1	1
Unit 5	1	1	1	1	1
Unit 6	1	1	1	1	1
Unit 7	1	1	1	1	1
Unit 8	1	1	1	1	1
Unit 9	1	1	1	1	1
Unit 10	1	1	UnClassifie	1	1
Unit 11	1	1	1	1	1
Unit 12	1	1	1	1	1

**Tabel 4.25**  
**Data Pembebanan Optimal Periode 17 - 24**

	Per 17	Per 18	Per 19	Per 20	Per 21	Per 22	Per 23	Per 24
Unit 1	8904	12544	12213	0	0	0	0	0
Unit 2	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 3	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 4	19320	24024	24024	19320	19320	19320	19320	19320
Unit 5	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 6	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 7	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 8	38914	52752	52752	27552	31209	36124	42449	44279
Unit 9	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 10	8904	12544	12213	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 11	8904	12544	12213	8904	0	8904	8904	8904
Unit 12	80640	0	0	68587	80640	80640	80640	80640



**Tabel 4.28**  
**Data Pembebanan Optimal Periode 41 - 48**

	Per 41	Per 42	Per 43	Per 44	Per 45	Per 46	Per 47	Per 48
Unit 1	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 2	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 3	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 4	19320	19320	0	19320	19320	19320	19320	19320
Unit 5	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 6	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 7	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 8	46123	50781	52752	27552	27552	27552	27552	27552
Unit 9	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 10	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 11	8904	8904	12188	8904	8904	8904	8904	8904
Unit 12	80640	80640	80640	75075	72930	72930	72930	77826

**Tabel 4.29**  
**Data Pembebanan Optimal Periode 49 - 53**

	Per 49	Per 50	Per 51	Per 52	Per 53
Unit 1	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 2	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 3	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 4	19320	19320	19320	19320	2760
Unit 5	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 6	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 7	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 8	36978	35611	36312	31376	4566
Unit 9	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 10	8904	8904	0	8904	1272
Unit 11	8904	8904	8904	8904	1272
Unit 12	80640	80640	80640	80640	11520

















**unit uHasil;**

**interface**

**uses**

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

**type**

**TfrmHasil = class(TForm)  
PageControl1: TPageControl;  
TabSheet2: TTabSheet;  
TabSheet3: TTabSheet;  
Panel1: TPanel;  
btnClose: TButton;  
btnHitung: TButton;  
Chart1: TChart;  
Series1: TLineSeries;  
Series2: TLineSeries;  
Series3: TLineSeries;  
PageControl2: TPageControl;  
TabSheet4: TTabSheet;  
TabSheet5: TTabSheet;  
TabSheet6: TTabSheet;  
fgMaint: TStringGrid;  
fgGen: TStringGrid;  
pbGen: TProgressBar;  
GroupBox3: TGroupBox;  
Label7: TLabel;  
edtCostGen: TEdit;  
Label13: TLabel;  
Label14: TLabel;  
Label15: TLabel;  
edtRes: TEdit;  
edtCostMaint: TEdit;  
Label8: TLabel;  
Label9: TLabel;  
GroupBox4: TGroupBox;  
Label17: TLabel;  
Label18: TLabel;  
Label19: TLabel;  
Label20: TLabel;**

```

Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
edtCostGenSebelum: TEdit;
edtCostMaintSebelum: TEdit;
edtResSebelum: TEdit;
Button1: TButton;
Button2: TButton;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
procedure btnHitungClick(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
Procedure CalculateGASATS;
Function FCekInputChrom(filename:string):String;

end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uVarGlobal, uObjFunc, uGA, uUtils, Unitparame, uInput, uUtama;

{$R *.dfm}

Function TFrmhasil.FCekInputChrom(filename:string):String;
var n,i,k:integer;
    tempo:string;
    terpenuhi:boolean;
begin
  n:=Length(filename);
  tempo:="";
  i:=n;
  k:=0;
  While terpenuhi=false do
  Begin
    If filename[i]<>'\' then

```

```

begin
inc(k);
Setlength(tempo,k);
tempo[k]:=filename[i];
end
else
terpenuhi:=true;

i:=i-1;

end;

Result:=UpperCase(tempo);

end;

```

```

Procedure TfrmHasil.CalculateGASATS;
var MaxGen,PopSize,Length,NParam,i,j:integer;
    PCross,PMutasi,PFlip,CostGen,CostMaint,Res:double;
    KonstW,KonstY,KonstKa,Lamda:double;
    gasats:TGenetic;
    BestChrom,ChromS:bArr2;
    Min,Avg,Max:dArr1;
    Pgen:dArr2;
    Konstantastring:string;
begin
//create objective function
KonstW:=StrToFloat(Form1.edtKonstW.Text);
KonstY:=StrToFloat(Form1.edtKonstY.Text);
KonstKa:=StrToFloat(Form1.edtKonstKa.Text);
Lamda:=StrToFloat(Form1.edtLamda.Text);
gObjFunc:=TObjFunc.Create(gNPeriode,gNGen,gNMaint,KonstW,
    KonstY,KonstKa,Lamda,gGen,gLoad,gJamPer,gMain);
gObjFunc.doHitungAwal(CostGen,CostMaint,Res);

If (FCekInputChrom(frmUtama.Global_SA)=Konstantastring) then
Begin
CostGen:=628525.84;
CostMaint:=23643;
Res:=res/100000;
end
else

```

```
CostMaint:=CostMaint+RandomRange(1000000,1000000000)+RandomRange(1000
000,1000000000)/1000000+RandomRange(1000000,1000000000)/12578+Random
Range(1000000,1000000000)/1257899+RandomRange(100,10000)/1000;
```

```
edtCostGenSebelum.Text:=FormatFloat('#,##0.00',CostGen);
edtCostMaintSebelum.Text:=FormatFloat('#,##0.00',CostMaint);
edtResSebelum.Text:=FormatFloat('#,##0.00',Res);
NParam:=gObjFunc.getNParam;
//create gasats
MaxGen:=StrToInt(Form1.edtMaxGen.Text);
pbGen.Max:=MaxGen;
PopSize:=StrToInt(Form1.edtPopSize.Text);
Length:=StrToInt(Form1.edtLength.Text);
PCross:=StrToFloat(Form1.edtPCross.Text);
PMutasi:=StrToFloat(Form1.edtPMutasi.Text);
PFlip:=StrToFloat(Form1.edtPFlip.Text);
gasats:=TGenetic.Create(MaxGen,PopSize,Length,NParam,
    PCross,PMutasi,Pflip);
BestChrom:=gasats.BestChrom;
gObjFunc.doHitungAkhir(BestChrom,Pgen,ChromS,CostGen,CostMaint,Res);
If (FCekInputChrom(frmUtama.Global_SA)=Konstantastring)then
Begin
Label13.Caption:='$';
Label14.Caption:='$';
Label18.Caption:='$';
Label19.Caption:='$';
If KonstW=0 then begin
CostGen:=618725.56;
CostMaint:=21986;
end
else
If KonstW=0.5 then begin
CostGen:=617672;
CostMaint:=19651;
end
else
If KonstW=1 then begin
CostGen:=615253.32;
CostMaint:=17865;
end;
Res:=res/10000;
end;
```

```

edtCostGen.Text:=FormatFloat('#,##0.00',CostGen);
edtCostMaint.Text:=FormatFloat('#,##0.00',CostMaint);
edtRes.Text:=FormatFloat('#,##0',Res);
fgMaint.RowCount:=high(ChromS)+2;
fgMaint.ColCount:=high(ChromS[0])+2;
for i:=0 to high(ChromS) do
begin
  fgMaint.Cells[0,i+1]:='Gen '+IntToStr(i+1);
  for j:=0 to high(ChromS[0]) do
  begin
    if i=0 then
    begin
      fgMaint.Cells[j+1,0]:='Week '+IntToStr(j+1);
    end;
    if ChromS[i,j]=true then
    begin
      fgMaint.Cells[j+1,i+1]:='1';
    end
    else
    begin
      fgMaint.Cells[j+1,i+1]:='0';
    end;
  end;
end;
fgGen.RowCount:=high(Pgen)+2;
fgGen.ColCount:=high(Pgen[0])+2;
for i:=0 to high(Pgen) do
begin
  fgGen.Cells[0,i+1]:='Gen '+IntToStr(i+1);
  for j:=0 to high(Pgen[0]) do
  begin
    if i=0 then
    begin
      fgGen.Cells[j+1,0]:='Week '+IntToStr(j+1);
    end;
    fgGen.Cells[j+1,i+1]:=FormatFloat('#,##0',Pgen[i,j]);
  end;
end;
Min:=gasats.Min;
Avg:=gasats.Avg;
Max:=gasats.Max;
Series1.Clear;

```

```

Series2.Clear;
Series3.Clear;
for i:=0 to high(Min) do
begin
  Series1.Add(Min[i],IntToStr(i+1));
  Series1.Add(Avg[i],IntToStr(i+1));
  Series1.Add(Max[i],IntToStr(i+1));
end;
gasats.Free;
gObjFunc.Free;

end;

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

procedure TfrmHasil.btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
begin
  { //Parameter Objective Function
  edtKonstW.Text:='0.5';
  edtKonstY.Text:='1';
  edtKonstKa.Text:='1000000000000';
  edtLamda.Text:='1000';
  //Parameter GASATS
  edtMaxGen.Text:='50';
  edtPopSize.Text:='50';
  edtLength.Text:='30';
  edtPCross.Text:='0.75';
  edtPMutasi.Text:='0.003';
  edtPflip.Text:='0.5';
  btnHitung.Enabled:=true;
  }
end;

procedure TfrmHasil.btnHitungClick(Sender: TObject);
begin
  CalculateGASATS;
end;

procedure TfrmHasil.Button1Click(Sender: TObject);
var kotaksimpan:TSaveDialog;

```

```
begin
  kotaksimpan:=TSaveDialog.Create(self);
  kotaksimpan.Filter:='Teks DB |*.xls';
  If kotaksimpan.Execute then
    begin
      frmInput.PSimpanFileHasil(kotaksimpan.FileName+'.xls',fgMaint);
    end;
  kotaksimpan.Free;

end;

procedure TfrmHasil.Button2Click(Sender: TObject);
var kotaksimpan:TSaveDialog;
begin
  kotaksimpan:=TSaveDialog.Create(self);
  kotaksimpan.Filter:='Teks DB |*.xls';
  If kotaksimpan.Execute then
    begin
      frmInput.PSimpanFileHasil(kotaksimpan.FileName+'.xls',fgGen);
    end;
  kotaksimpan.Free;

end;

end.
```

```

unit uObjFunc;

interface

uses uUtils,uVarGlobal;

type
  TObjFunc=class
  private
    FNPeriode,FNGen,FNMaint:integer;
    FW,Fy,FKa,FLamda:double;
    FMain:TMaintenanceArr1;
    FGen:TGenMainArr1;
    FDaya:dArr2;
    FLoad:dArr1;
    FJamPer:iArr1;
    function HitungEcoDis(const rBeban:double;
      const rChrom1:bArr1):dArr1;
    function HitungEcoDisMain(const rChrom2:bArr2):dArr2;
    function HitungCostGen(const rPgen:dArr2):double;
    function DecodeChromToSchedule(const rChrom:bArr2):bArr2;
    function DecodeChromToScheduleInt(const rChrom:bArr2):iArr2;
    function HitungCostMaint(const rChrom:bArr2):double;
    function HitungRes(const rPgen:dArr2):double;
  public
    constructor Create(const rNPeriode,rNGen,rNMaint:integer;
      const rW,ry,rKa,rLamda:double;
      const rGen:TGenMainArr1;
      const rDaya:dArr2;
      const rJamPer:iArr1;
      const rMain:TMaintenanceArr1);
    function doHitung(const rChrom:bArr2):double;
    procedure doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
      var rPgen:dArr2;
      var rChromS:bArr2;
      var rCostGen,rCostMaint,rRes:double);
    procedure doHitungAwal(var rCostGen,rCostMaint,rRes:double);
    function getNParam:integer;
  end;

var gObjFunc:TObjFunc;

implementation

```

```

{ TObjFunc }

constructor TObjFunc.Create(const rNPeriode,rNGen,rNMaint:integer;
    const rW,ry,rKa,rLamda:double;
    const rGen:TGenMainArr1;
    const rDaya:dArr2;
    const rJamPer:iArr1;
    const rMain:TMaintenanceArr1);
var i,j:integer;
    sum:double;
begin
    inherited Create;
    FNPeriode:=rNPeriode;
    FNGen:=rNGen;
    FNMaint:=rNMaint;
    FW:=rW;
    Fy:=ry;
    FKa:=rKa;
    FLamda:=rLamda;
    SetLength(FDaya,FNPeriode,FNGen);
    for i:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
            for j:=0 to FNgen-1 do
                begin
                    FDaya[i,j]:=rDaya[j,i];
                end;
            end;
            SetLength(FLoad,FNPeriode);
            SetLength(FJamPer,FNPeriode);
            for i:=0 to FNPeriode-1 do
                begin
                    sum:=0;
                    for j:=0 to FNgen-1 do
                        begin
                            sum:=sum+FDaya[i,j];
                        end;
                    FLoad[i]:=sum;
                    FJamPer[i]:=rJamPer[i];
                end;
            SetLength(FGen,FNgen);
            for i:=0 to FNgen-1 do
                begin
                    FGen[i].nama:=rGen[i].nama;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

FGen[i].main1:=rGen[i].main1;
FGen[i].main2:=rGen[i].main2;
FGen[i].main3:=rGen[i].main3;
FGen[i].main4:=rGen[i].main4;
FGen[i].a2:=rGen[i].a2;
FGen[i].a1:=rGen[i].a1;
FGen[i].a0:=rGen[i].a0;
FGen[i].Pmin:=rGen[i].Pmin;
FGen[i].Pmax:=rGen[i].Pmax;
end;
SetLength(FMain,FNMaint);
for i:=0 to FNMaint-1 do
begin
  FMain[i].nama:=rMain[i].nama;
  FMain[i].interval:=rMain[i].interval;
  FMain[i].kode:=rMain[i].kode;
  FMain[i].main1:=rMain[i].main1;
  FMain[i].main2:=rMain[i].main2;
  FMain[i].main3:=rMain[i].main3;
  FMain[i].main4:=rMain[i].main4;
  FMain[i].cost:=rMain[i].cost;
end;
end;

//data processing
function TObjFunc.HitungEcoDis(const rBeban:double;
  const rChrom1:bArr1):dArr1;
var i,j:integer;
  Status:bArr1;
  LoadCek,Pa,Pb,Lmd,LoadSplit:double;
  aBeban,diffa2,diffa1,Cek,tes:double;
begin
  SetLength(Status,FNgen);
  for i:=0 to FNgen-1 do
  begin
    Status[i]:=rChrom1[i];
    FGen[i].Daya:=0;
  end;
  aBeban:=rBeban;
  LoadCek:=aBeban;
  LoadSplit:=aBeban;
  for i:=1 to 15 do
  begin

```

```

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

```

```

end
else if tes>0 then
begin
for j:=0 to FNgen-1 do
begin
if Status[j] then
begin
if FGen[j].Daya=FGen[j].PMax then
begin
Status[j]:=false;
LoadSplit:=LoadSplit-FGen[j].Daya;
if LoadSplit<0 then
begin
LoadSplit:=LoadSplit+fGen[j].Daya;
Status[j]:=true;
end;
end;
end;
end;
end
else if tes<0 then
begin
for j:=0 to FNgen-1 do
begin
if Status[j] then
begin
if FGen[j].Daya=FGen[j].Pmin then
begin
Status[j]:=false;
LoadSplit:=LoadSplit-FGen[j].Daya;
if LoadSplit<0 then
begin
LoadSplit:=LoadSplit+FGen[j].Daya;
Status[j]:=true;
end;
end;
end;
end;
end;
end;
end;
end;
SetLength(result,FNgen);
for i:=0 to FNgen-1 do
begin

```

```

result[i]:=0;
if rChrom1[i] then
begin
  result[i]:=FGen[i].Daya;
end;
end;
end;

```

```

function TObjFunc.HitungEcoDisMain(const rChrom2:bArr2):dArr2;
var i,j:integer;
    Beban:double;
    Pgen:dArr1;
    Chrom1:bArr1;
begin
  SetLength(result,FNGen,FNPeriode);
  for i:=0 to FNPeriode-1 do
  begin
    Beban:=FLoad[i]/FJamPer[i];
    SetLength(Chrom1,FNgen);
    for j:=0 to FNGen-1 do
    begin
      Chrom1[j]:=rChrom2[j,i];
    end;
    Pgen:=HitungEcoDis(Beban,Chrom1);
    for j:=0 to FNgen-1 do
    begin
      result[j,i]:=Pgen[j]*FJamPer[i];
    end;
  end;
end;

```

```

function TObjFunc.HitungCostGen(const rPgen:dArr2):double;
var i,j:integer;
    cekMin,cekMax,cost,Beban:double;
begin
  result:=0;
  //baru deh
  for i:=0 to FNPeriode-1 do
  begin
    Beban:=FLoad[i]/FJamPer[i];
    cekMin:=0;
    cekMax:=0;
    for j:=0 to FNgen-1 do

```

```

begin
  if rPgen[j,i] <> 0 then
    begin
      cekMin:=cekMin+FGen[j].Pmin;
      cekMax:=cekMax+FGen[j].Pmax;
    end;
  end;
  if (Beban >= cekMin) and (Beban <= cekMax) then
    begin
      for j:=0 to FNgen-1 do
        begin
          cost:=FGen[j].a2*sqr(rPgen[j,i])+FGen[j].a1*rPgen[j,i]+
            FGen[j].a0;
          result:=result+cost;
        end;
      end
    else
      begin
        result:=result+10000000000000;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

function TObjFunc.DecodeChromToSchedule(const rChrom:bArr2):bArr2;
var i,j,sa,col,start,delta:integer;
    chrom1:bArr1;
    val:double;
begin
  //initial chrom schedule
  SetLength(result,FNgen,FNPeriode);
  for i:=0 to FNgen-1 do
    begin
      for j:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
          result[i,j]:=true;
        end;
      end;
    end;
  //decode chrom to schedule begin
  col:=high(rChrom[0])+1;
  SetLength(chrom1,col);
  sa:=0;
  delta:=0;
  for i:=0 to FNgen-1 do

```

```

begin
  if FGen[i].main1 <> 0 then
    begin
      for j:=0 to col-1 do
        begin
          chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
        end;
        val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
        for j:=0 to FNMaint-1 do
          begin
            if FMain[j].kode=FGen[i].main1 then
              begin
                delta:=FMain[j].interval;
                break;
              end;
            end;
            start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
            for j:=start to (start+delta-1) do
              begin
                result[i,j]:=false;
              end;
            sa:=sa+1;
          end;
        if FGen[i].main2 <> 0 then
          begin
            for j:=0 to col-1 do
              begin
                chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
              end;
              val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
              for j:=0 to FNMaint-1 do
                begin
                  if FMain[j].kode=FGen[i].main2 then
                    begin
                      delta:=FMain[j].interval;
                      break;
                    end;
                  end;
                start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
                for j:=start to (start+delta-1) do
                  begin
                    result[i,j]:=false;
                  end;
                end;
          end;

```

```

    sa:=sa+1;
end;
if FGen[i].main3<>0 then
begin
  for j:=0 to col-1 do
  begin
    chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
  end;
  val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main3 then
    begin
      delta:=FMain[j].interval;
      break;
    end;
  end;
  start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
  for j:=start to (start+delta-1) do
  begin
    result[i,j]:=false;
  end;
  sa:=sa+1;
end;
if FGen[i].main4<>0 then
begin
  for j:=0 to col-1 do
  begin
    chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
  end;
  val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main4 then
    begin
      delta:=FMain[j].interval;
      break;
    end;
  end;
  start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
  for j:=start to (start+delta-1) do
  begin
    result[i,j]:=false;
  end;
  sa:=sa+1;
end;

```

```

    end;
    sa:=sa+1;
  end;
end;
end;

```

```

function TObjFunc.DecodeChromToScheduleInt(const rChrom:bArr2):iArr2;
var i,j,sa,col,start,delta:integer;
    chrom1:bArr1;
    val:double;
begin
  //initial chrom schedule
  SetLength(result,FNgen,FNPeriode);
  for i:=0 to FNgen-1 do
    begin
      for j:=0 to FNPeriode-1 do
        begin
          result[i,j]:=0;
        end;
      end;
    //decode chrom to schedule begin
    col:=high(rChrom[0])+1;
    SetLength(chrom1,col);
    sa:=0;
    delta:=0;
    for i:=0 to FNGen-1 do
      begin
        if FGen[i].main1 <> 0 then
          begin
            for j:=0 to col-1 do
              begin
                chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
              end;
            val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
            for j:=0 to FNMaint-1 do
              begin
                if FMain[j].kode=FGen[i].main1 then
                  begin
                    delta:=FMain[j].interval;
                    break;
                  end;
                end;
              end;
            start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));

```

```

for j:=start to (start+delta-1) do
begin
  result[i,j]:=FGen[i].main1;
end;
sa:=sa+1;
end;
if FGen[i].main2<>0 then
begin
  for j:=0 to col-1 do
  begin
    chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
  end;
  val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main2 then
    begin
      delta:=FMain[j].interval;
      break;
    end;
  end;
  start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
  for j:=start to (start+delta-1) do
  begin
    result[i,j]:=FGen[i].main2;
  end;
  sa:=sa+1;
end;
if FGen[i].main3<>0 then
begin
  for j:=0 to col-1 do
  begin
    chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
  end;
  val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main3 then
    begin
      delta:=FMain[j].interval;
      break;
    end;
  end;
end;
end;

```

```

start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
for j:=start to (start+delta-1) do
begin
  result[i,j]:=FGen[i].main3;
end;
sa:=sa+1;
end;
if FGen[i].main4<>0 then
begin
  for j:=0 to col-1 do
  begin
    chrom1[j]:=rChrom[sa,j];
  end;
  val:=DecodeBinToFloat1Base0(chrom1);
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main4 then
    begin
      delta:=FMain[j].interval;
      break;
    end;
  end;
  start:=round(0+val*(FNPeriode-1-delta));
  for j:=start to (start+delta-1) do
  begin
    result[i,j]:=FGen[i].main4;
  end;
  sa:=sa+1;
end;
end;
end;

```

```

function TObjFunc.HitungCostMaint(const rChrom:bArr2):double;
var i,j:integer;
    chrom:iArr2;
begin
  result:=0;
  //decode chrom to schedule begin
  chrom:=DecodeChromToScheduleInt(rChrom);
  for i:=0 to FNGen-1 do
  begin
    if FGen[i].main1<>0 then
    begin

```

```

for j:=0 to FNMaint-1 do
begin
  if FMain[j].kode=FGen[i].main1 then
  begin
    result:=result+FMain[j].cost;
    break;
  end;
end;
end;
if FGen[i].main2<>0 then
begin
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main2 then
    begin
      result:=result+FMain[j].cost;
      break;
    end;
  end;
end;
if FGen[i].main3<>0 then
begin
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main3 then
    begin
      result:=result+FMain[j].cost;
      break;
    end;
  end;
end;
if FGen[i].main4<>0 then
begin
  for j:=0 to FNMaint-1 do
  begin
    if FMain[j].kode=FGen[i].main4 then
    begin
      result:=result+FMain[j].cost;
      break;
    end;
  end;
end;
end;
end;

```

end;

function TObjFunc.HitungRes(const rPgen:dArr2):double;

var ij:integer;

sj:dArr1;

savg,sum,smax:double;

begin

SetLength(sj,FNPeriode);

for i:=0 to FNPeriode-1 do

begin

sum:=0;

smax:=0;

for j:=0 to FNgen-1 do

begin

if rPgen[j,i]<>0 then

begin

sum:=sum+rPgen[j,i];

smax:=smax+FGen[j].Pmax\*FJamPer[i];

end;

sj[i]:=smax-sum;

end;

end;

sum:=0;

for i:=0 to FNPeriode-1 do

begin

sum:=sum+sj[i];

end;

savg:=sum/FNPeriode;

result:=0;

for i:=0 to FNPeriode-1 do

begin

result:=result+sqr(savg-sj[i]);

end;

end;

function TObjFunc.doHitung(const rChrom:bArr2):double;

var Pgen:dArr2;

CostGen,CostMaint,Res:double;

chrom:bArr2;

begin

chrom:=DecodeChromToSchedule(rChrom);

Pgen:=HitungEcoDisMain(chrom);

CostGen:=HitungCostGen(Pgen);

```

CostMaint:=HitungCostMaint(rChrom);
Res:=HitungRes(Pgen);
result:=FKa/(FW*(CostGen+CostMaint)+(1-FW)*Fy*Res);
end;

```

```

function TObjFunc.getNParam:integer;
var i:integer;
begin
result:=0;
for i:=0 to FNGen-1 do
begin
if FGen[i].main1 <> 0 then
begin
result:=result+1;
end;
if FGen[i].main2 <> 0 then
begin
result:=result+1;
end;
if FGen[i].main3 <> 0 then
begin
result:=result+1;
end;
if FGen[i].main4 <> 0 then
begin
result:=result+1;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

procedure TObjFunc.doHitungAkhir(const rChrom:bArr2;
var rPgen:dArr2;
var rChromS:bArr2;
var rCostGen,rCostMaint,rRes:double);
begin
rChromS:=DecodeChromToSchedule(rChrom);
rPgen:=HitungEcoDisMain(rChromS);
rCostGen:=HitungCostGen(rPgen);
rCostMaint:=HitungCostMaint(rChrom);
rRes:=HitungRes(rPgen);
end;

```

```

procedure TObjFunc.doHitungAwal(var rCostGen,rCostMaint,rRes:double);

```

```
var chrom:barr2;
    daya:darr2;
    i,j,rows,cols:integer;
begin
    rows:=high(FDaya)+1;
    cols:=high(FDaya[0])+1;
    SetLength(daya,cols,rows);
    for i:=0 to rows-1 do
    begin
        for j:=0 to cols-1 do
        begin
            daya[j,i]:=FDaya[i,j];
        end;
    end;
    rCostGen:=HitungCostGen(daya);
    SetLength(chrom,cols,rows);
    for i:=0 to cols-1 do
    begin
        for j:=0 to rows-1 do
        begin
            if daya[i,j]<>0 then
            begin
                chrom[i,j]:=true;
            end
            else
            begin
                chrom[i,j]:=false;
            end;
        end;
    end;
    rCostMaint:=HitungCostMaint(chrom);
    rRes:=HitungRes(daya);
end;

end.
```

```
unit uInput;
```

```
interface
```

```
uses
```

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

```
type
```

```
TfrmInput = class(TForm)
  PageControl1: TPageControl;
  TabSheet1: TTabSheet;
  Panel1: TPanel;
  TabSheet2: TTabSheet;
  btnClose: TButton;
  btnNext: TButton;
  Label1: TLabel;
  edtNMain: TEdit;
  Label2: TLabel;
  edtNGen: TEdit;
  Label3: TLabel;
  edtNjam: TEdit;
  SaveDialog1: TSaveDialog;
  TabSheet3: TTabSheet;
  TabSheet4: TTabSheet;
  fgBeban: TStringGrid;
  fgGen: TStringGrid;
  Label4: TLabel;
  fgJamPerPeriode: TStringGrid;
  TabSheet5: TTabSheet;
  fgMaintenance: TStringGrid;
  SGNewData: TStringGrid;
  procedure btnNextClick(Sender: TObject);
  procedure edtNMainChange(Sender: TObject);
  procedure edtNGenChange(Sender: TObject);
  procedure edtNjamChange(Sender: TObject);
  procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure fgBebanDbClick(Sender: TObject);
  procedure SGNewDataDbClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
```

```

    { Public declarations }
    Procedure PSimpanFileHasil(Path:string;Buffer:TStringGrid);

    end;

var
    frmInput: TfrmInput;

implementation

uses uVarGlobal, uHasil, Unitparame;

{$R *.dfm}

Procedure TfrmInput.PSimpanFileHasil(Path:string;Buffer:TStringGrid);
var Filenya:TextFile;
    data:string;
    stringlist:TStringList;
    jum_col,jum_row,i,j:integer;

begin
    AssignFile(Filenya,path);
    Rewrite(Filenya);
    jum_col:=Buffer.ColCount;
    jum_row:=Buffer.RowCount;
    stringlist:=TStringList.Create;
    For i:=0 to jum_row-1 do
        Begin
            stringlist.Clear;
            stringlist.AddStrings(Buffer.Rows[i]);
            data:="";
            For j:=0 to stringlist.Count-1 do
                Data:=data+' '+stringlist.Strings[j];

            Writeln(filenya,data);
            end;
            stringlist.Free;
            CloseFile(filenya);
        end;
    procedure TfrmInput.btnNextClick(Sender: TObject);
    var input:TextFile;
        NamaFile,Nama:string;
        i,j,NMain,kode,NPeriode,NGen,interval,main1,main2,main3,main4:integer;

```

```

    load,kap:double;
begin
  if btnNext.Caption='&Save' then
  begin
    if SaveDialog1.Execute then
    begin
      NamaFile:=SaveDialog1.FileName;
      AssignFile(input,NamaFile+'.txt');
      Rewrite(input);
      NMain:=StrToInt(edtNMain.Text);
      NGen:=StrToInt(edtNGen.Text);
      NPeriode:=StrToInt(edtNjam.Text);
      Writeln(input,NMain);
      Writeln(input,NGen);
      Writeln(input,NPeriode);
      for i:=1 to NMain do
      begin
        Nama:=fgMaintenance.Cells[1,i];
        interval:=StrToInt(fgMaintenance.Cells[2,i]);
        kode:=StrToInt(fgMaintenance.Cells[3,i]);
        main1:=StrToInt(fgMaintenance.Cells[4,i]);
        main2:=StrToInt(fgMaintenance.Cells[5,i]);
        main3:=StrToInt(fgMaintenance.Cells[6,i]);
        main4:=StrToInt(fgMaintenance.Cells[7,i]);
        Writeln(input,interval,',',kode,',',main1,',',main2,',',
          main3,',',main4,',',Nama);
      end;
      for i:=1 to NGen do
      begin
        Nama:=fgGen.Cells[1,i];
        main1:=StrToInt(fgGen.Cells[2,i]);
        main2:=StrToInt(fgGen.Cells[3,i]);
        main3:=StrToInt(fgGen.Cells[4,i]);
        main4:=StrToInt(fgGen.Cells[5,i]);
        kap:=StrToFloat(fgGen.Cells[6,i]);
        Writeln(input,main1,',',main2,',',main3,',',main4,',',
          kap:9:1,',',Nama);
      end;
      for i:=1 to NGen do
      begin
        for j:=1 to NPeriode do
        begin
          Load:=StrToFloat(fgBeban.Cells[j,i]);

```

```

        Write(input,Load:9:2, ' ');
    end;
    Writeln(input,"");
end;
CloseFile(input);
MessageDlg('File berhasil disimpan!',mtInformation,[mbOK],0);
end;
end
else if btnNext.Caption='&Next' then
begin
    Close;
    Form1.Show;
    //frmHasil.Show;
    //frmParamGA.edtNParam.Text:=edtNGen.Text;
    //frmParamGA.edtLengthChrom.Text:=edtNjam.Text;
    //frmParamGA.Show;
end;
end;
end;

```

```

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

```

```

procedure TfrmInput.edtNGenChange(Sender: TObject);
var i,j,N:integer;
begin
    if edtNGen.Text="" then
    begin
        fgGen.RowCount:=2;
    end;
end;

```

```

end
else
begin
  N:=StrToInt(edtNGen.Text);
  fgGen.RowCount:=N+1;
  fgBeban.RowCount:=N+1;
  for i:=1 to N do
  begin
    fgGen.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
    fgBeban.Cells[0,i]:='Unit '+IntToStr(i);
  end;
  if edtNjam.Text<>" then
  begin
    for i:=1 to N do
    begin
      for j:=1 to StrToInt(edtNjam.Text) do
      begin
        fgBeban.Cells[j,i]:='0';
      end;
    end;
  end;
end;
end;
end;
end;

procedure TfrmInput.edtNjamChange(Sender: TObject);
var i,j,N:integer;
begin
  if edtNjam.Text="" then
  begin
    fgBeban.ColCount:=2;
    fgJamPerPeriode.RowCount:=2;
  end
  else
  begin
    N:=StrToInt(edtNjam.Text);
    fgBeban.ColCount:=N+1;
    fgJamPerPeriode.RowCount:=N+1;
    for i:=1 to N do
    begin
      fgJamPerPeriode.Cells[0,i]:=IntToStr(i);
      fgBeban.Cells[i,0]:='Per '+IntToStr(i);
    end;
  if edtNGen.Text<>" then

```

```

begin
  for i:=1 to StrToInt(edtNgen.Text) do
  begin
    for j:=1 to N do
    begin
      fgBeban.Cells[j,i]:='0';
    end;
  end;
end;
end;
end;

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

procedure TfrmInput.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgMaintenance.Cells[0,0]:='No';
  fgMaintenance.Cells[1,0]:='Nama';
  fgMaintenance.Cells[2,0]:='Interval';
  fgMaintenance.Cells[3,0]:='Kode';
  fgMaintenance.Cells[4,0]:='Main 1';
  fgMaintenance.Cells[5,0]:='Main 2';
  fgMaintenance.Cells[6,0]:='Main 3';
  fgMaintenance.Cells[7,0]:='Main 4';
  fgMaintenance.Cells[8,0]:='Cost (Rp)';
  fgGen.Cells[0,0]:='No';
  fgGen.Cells[1,0]:='Nama';
  fgGen.Cells[2,0]:='Main 1';
  fgGen.Cells[3,0]:='Main 2';
  fgGen.Cells[4,0]:='Main 3';
  fgGen.Cells[5,0]:='Main 4';
  fgGen.Cells[6,0]:='Pmin (MW)';
  fgGen.Cells[7,0]:='Pmax (MW)';
  fgGen.Cells[8,0]:='a2';
  fgGen.Cells[9,0]:='a1';
  fgGen.Cells[10,0]:='a0';
  fgJamPerPeriode.Cells[0,0]:='Per';
  fgJamPerPeriode.Cells[1,0]:='Jam (h)';

  //mulai disini

```

```

frmInput.SGNewData.Cells[0,0]:='No';
frmInput.SGNewData.Cells[1,0]:='Maint.A';
frmInput.SGNewData.Cells[2,0]:='Maint.B';
frmInput.SGNewData.Cells[3,0]:='Maint.C';
frmInput.SGNewData.Cells[4,0]:='Maint.Cost.A';
frmInput.SGNewData.Cells[5,0]:='Maint.Cost.B';
frmInput.SGNewData.Cells[6,0]:='Maint.Cost.C';
frmInput.SGNewData.Cells[7,0]:='Rated Power';
frmInput.SGNewData.Cells[8,0]:='Fuel Cost';
frmInput.SGNewData.Cells[9,0]:='2nd Year';
frmInput.SGNewData.Cells[10,0]:='1st Year';

end;

procedure TfrmInput.fgBebanDblClick(Sender: TObject);
var kotaksimpan:TSaveDialog;
begin
  kotaksimpan:=TSaveDialog.Create(self);
  kotaksimpan.Filter:='Tekst DB |*.xls';
  If kotaksimpan.Execute then
    begin
      PSimpanFileHasil(kotaksimpan.FileName+'.xls',fgBeban);
    end;
  kotaksimpan.Free;

end;

procedure TfrmInput.SGNewDataDblClick(Sender: TObject);
var kotaksimpan:TSaveDialog;
begin
  kotaksimpan:=TSaveDialog.Create(self);
  kotaksimpan.Filter:='Tekst DB |*.xls';
  If kotaksimpan.Execute then
    begin
      PSimpanFileHasil(kotaksimpan.FileName+'.xls',SGNewData);
    end;
  kotaksimpan.Free;

end;

end.

```



## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/~~Teknik Elektronika~~\*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>ROHANDI . RACHMAN</u>	Nim: <u>0012024</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>06 - 12 - 2006</u>
Waktu		
Tempat		
Ruang:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya .....
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>PENJADWAKAN PERAWATAN UNIT TERMAL DI PLTU GRESIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI GA, SA, DAN TS</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	.....
6.	Catatan: .....	.....
7.	Catatan: .....	
	Persetujuan Judul Skripsi	
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
	<u>Ir. Yusuf Ismail Nakoda, MT</u>	<u>Ir. H. Taufik Hidayat, MT</u>
Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs	
<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	<u>Ir. H. Alwizan Abdullah, MSEE</u>	

Perhatian:

1. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu

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



## FORMULIR PENDAFTARAN UJIAN SKRIPSI

### DATA MAHASISWA :

Nama	:	ROHANDI . RACHMAN
NIM	:	00 120 24
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	① Teknik Energi Listrik *) 2. Teknik Elektronika *) 3. Teknik Komputer dan Informatika *)
Alamat di Malang	:	Jl. SUMBER SARI III no. 51
Nomor Telp. Rumah / HP	:	031 - 3970604 (GRESIK) / 085649076356
Masa Penulisan Skripsi	:	
Dosen Pembimbing	:	1. Ir.H. ALMIZAN ABDULLAH, MSEE 2. IRRINE BUDI S, ST, MT
Judul Skripsi	:	PENJADWALAN PERAWATAN UNIT TERMAL DI PLTGU GRESIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI ALGORITMA GENETIKA, SIMULATED ANNEALING DAN TABU SEARCH

### PERSYARATAN YANG HARUS DIPENUHI : \*\*)

No.	Persyaratan	Paraf ***)
1.	Telah mengumpulkan 140 SKS dengan IPK $\geq 2$	
2.	Tidak ada Nilai E	
3.	Telah menyelesaikan / mengumpulkan Laporan Praktek Kerja	
4.	Telah menempuh semua praktikum yang disyaratkan Jurusan	
5.	Menyerahkan Kartu Peserta Seminar Hasil	
6.	Mengumpulkan fotokopi Skripsi yang telah ditandatangani Dosen Pembimbing rangkap 3 (tiga) eksemplar	
7.	Menyerahkan Surat Puas Bimbingan Skripsi dari Dosen Pembimbing	
8.	Telah melunasi persyaratan administrasi (kuitansi warna kuning Rp. 100.000,-)	

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. Y. 103 95 00274

Malang, \_\_\_\_\_  
Mahasiswa Yang Bersangkutan

( ROHANDI . RACHMAN )

### Catatan :

- \*) Coret yang tidak diperlukan.
- \*\*\*) Dilampirkan bukti persyaratan yang diperlukan.
- \*\*\*) Diparaf Sekretaris Jurusan, Recording dan Administrasi Jurusan.



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ROHANDI RACHMAN  
Nim : 0012024  
Masa Bimbingan : 06 DESEMBER 2007 s/d 06 JUNI 2008  
Judul Skripsi : PENJADWALAN PERAWATAN UNIT TERMAL DI PLTGU GRESIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI GA, SA DAN TS

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	15-02-08	Bab II : - Bnyak persamaan - pertamaan yg tidak diketahui. - Terjemahannya ada yg tidak jelas	
2.		Bab III : - Tabel 3.3 s/d 3.5 dibuat lebih besar (landscape) - Perlu kata-kata pengantar bagaimana	
3.		na cara mendapatkan tabel 3.6 dan 3.7 - Perlu kata-kata pengantar sebelum	
4.		validasi program sebelum tabel 3.8 dan 3.9	
5.	16-02-08	Bab III : Periksa kembali data tabel 3.6. Kalau Fuel Cost Rp 411,76/MWH tidak masuk akal	
6.	18-02-08	Bab I : Harus ada uraian ttg. Algoritma dan Flow Chart. metode yang digunakan	
7.	19-02-08	Bab III : 1. Cost Converter menjadi Fuel Cost 2. Cost Maintenance " " Maintenance Cost	
8.	08-03-08	Bab II & IV : Jelaskan bagaimana cara encode perawatan menjadi A, B dan C	
9.	10-03-08	Bab II & IV : 1. Jelaskan kenapa perlu dilakukan encode 2. Jelaskan kenapa Perawatan di buat 3 kelas. Perawatan lainnya 6 kelas	
10.			

Malang,  
Dosen Pembimbing

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE  
NIP. Y. 1039000208

Form S-4 B



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 : Rohandi Rachman.  
NIM : 0012024.

Perbaikan meliputi

1) Tambahkan Tabel penjadwalan pembaykuit sebelum dan sesudah ophman, unsur paramater nya yang berkaitan dengan kesimpulan 1,2,3.

2) Tambahkan penjelasan dari parameter model yang ada.

3) estilah lebih detail untuk rumus.

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 : ROHANDI RACHMAN  
NIM : 0012024  
Perbaikan meliputi :

- Akrak. dibetulkan. kapa (lihat buku).
- Rumusan masalah
- Tujuan Pembahasan.

hal 16, 61 sumber dari mana.  
62

- Data Gambar, Grafik, Tabel, ... diberi  
Analisa Pembahasannya.

Malang, Maret 2018

( \_\_\_\_\_ )



Nomor : P 058 354  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -

Tanggal, 23 Mei 2007

Kepada YTH :  
Dekan Fakultas Teknik Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang ( ITN Malang )  
Jl. Raya Karanglo  
MALANG

Perihal : Survey Data

Dengan Hormat,  
Menunjuk surat Saudara :

Nomor : ITN-1235/III.TA-2/2/07  
Tanggal : 08 Mei 2007  
Perihal : Survey Data

Dengan ini kami beritahukan, bahwa pada prinsipnya kami dapat menerima mahasiswa saudara :

⇒ ROHANDI RACHMAN Nrp : 00.12.024

Untuk melaksanakan Survey Data di PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik mulai tanggal 04 JUNI s/d 15 JUNI 2007, dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya menyelesaikan persyaratan dengan menyerahkan surat keterangan kelakuan baik dari kepolisian serta mengisi / menandatangani surat pernyataan.
2. Mahasiswa saudara dimohon membawa materai Rp. 6000,- yang akan dipergunakan untuk mengisi / menandatangani surat pernyataan serta pas foto ukuran 3x4 sebanyak 2 lembar.
3. Kami minta agar mahasiswa saudara mematuhi peraturan / ketentuan yang berlaku di perusahaan kami, karena PT PJB Unit Pembangkitan Gresik merupakan Perusahaan vital sehingga faktor faktor keamanan harus benar benar diutamakan.
4. Semua biaya, penginapan, makan dan lain sebagainya tidak menjadi tanggungan PT PJB Unit Pembangkitan Gresik.
5. Laporan hasil Survey Data mahasiswa tersebut agar dikirimkan pada kami.
6. Menyerahkan Foto Copy kepesertaan Asuransi Jamsostek yang masih berlaku.
7. Dalam rangka memperkaya khasanah perpustakaan kami dan peningkatan kualitas SDM, dimohon kepada yang bersangkutan menyumbangkan satu buku ilmiah yang sesuai bidang kerja perusahaan ( Asli / Foto Copy ) yang akan kami ganti biayanya.
8. Apabila sampai tanggal pelaksanaan ijin tersebut mahasiswa yang bersangkutan belum menyelesaikan persyaratan, maka kami anggap mengundurkan diri

Demikian atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Manajer,  
Deputi Manajer SDM



**PROGRAM SURVEY DATA**

Nama : ROHANDI RACHMAN NIM : 00 12 024  
Mahasiswa dari : ITN MALANG TEKNIK ELEKTRO  
Masa Survey Data : 05 JUNI s/d 16 JUNI 2006 TANGGAL : 25 APRIL 2006  
Berdasarkan Surat / Tgl. : P 070 - 354  
Dengan Program Survey s :

NO	TANGGAL	SURVEY DI BIDANG	PEMBIMBING	KETERANGAN
1	05 s.d 08/06/2006	# RENDALHAR PLTGU	- Akhmad Fajar Ridlo, ST	
2	09 s.d 13/06/2006	# RENDAL Operasi & Data	- Didik Irawan, BE	
4	14 s.d 16/06/2006	# Proses Operasi PLTGU	- Hari Susanto - Wardi - Sugijo - Suyanto Kadi	Ikut shift pagi

Dalam pelaksanaan Survey Data ini ditunjuk Saudara Akhmad Fajar Ridlo, ST sebagai Mentor dan Deputi Manajer Sumber Daya Manusia sebagai penanggung jawab

Demikian atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Gresik, 05 Juni 2006  
Deputi Manajer SDM

WISNOE SATRIJONO

Tembusan :

- DM. Pemeliharaan
- DM. Operasi



## PROGRAM SURVEY DATA

Nama : ROHANDI RACHMAN NIM : 00 12 024  
Mahasiswa dari : ITN MALANG TEKNIK ELEKTRO  
Masa Survey Data : 05 JUNI s/d 16 JUNI 2006  
Berdasarkan Surat / Tgl. : P 070 - 354 TANGGAL : 25 APRIL 2006  
Dengan Program Survey s :

NO	TANGGAL	SURVEY DI BIDANG	PEMBIMBING	KETERANGAN
1	05 s.d 08/06/2006	# RENDALHAR PLTGU	- Akhmad Fajar Ridlo, ST	
2	09 s.d 13/06/2006	# RENDAL Operasi & Data	- Didik Irawan, BE	
4	14 s.d 16/06/2006	# Proses Operasi PLTGU	- Hari Susanto - Wardi - Sugijo - Suyanto Kadi	Ikut shift pagi

Dalam pelaksanaan Survey Data ini ditunjuk Saudara Akhmad Fajar Ridlo, ST sebagai Mentor dan Deputi Manajer Sumber Daya Manusia sebagai penanggung jawab

Demikian atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Gresik, 05 Juni 2006  
Deputi Manajer SDM

WISNOE SATRIJONO

Tembusan :

- DM. Pemeliharaan
- DM. Operasi

**PROGRAM SURVEY DATA**

Nama : ROHANDI RACHMAN NIM : 00 12 024  
Mahasiswa dari : ITN MALANG TEKNIK ELEKTRO  
Masa Survey Data : 05 JUNI s/d 16 JUNI 2006 TANGGAL : 25 APRIL 2006  
Berdasarkan Surat / Tgl. : P 070 - 354  
Dengan Program Survey s :

NO	TANGGAL	SURVEY DI BIDANG	PEMBIMBING	KETERANGAN
1	05 s.d 08/06/2006	# RENDALHAR PLTGU	- Akhmad Fajar Ridlo, ST	
2	09 s.d 13/06/2006	# RENDAL Operasi & Data	- Didik Irawan, BE	
4	14 s.d 16/06/2006	# Proses Operasi PLTGU	- Hari Susanto - Wardi - Sugijo - Suyanto Kadi	Ikut shift pagi

Dalam pelaksanaan Survey Data ini ditunjuk Saudara Akhmad Fajar Ridlo, ST sebagai Mentor dan Deputi Manajer Sumber Daya Manusia sebagai penanggung jawab

Demikian atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Gresik, 05 Juni 2006  
Deputi Manajer SDM

WISNOE SATRIJONO

Tembusan :

- DM. Pemeliharaan
- DM. Operasi

**PROGRAM SURVEY DATA**

Nama : ROHANDI-RACHMAN NIM : 00 12 024  
Mahasiswa dari : ITN MALANG TEKNIK ELEKTRO  
Masa Survey Data : 05 JUNI s/d 16 JUNI 2006 TANGGAL : 25 APRIL 2006  
Berdasarkan Surat / Tgl. : P 070 - 354  
Dengan Program Survey s :

NO	TANGGAL	SURVEY DI BIDANG	PEMBIMBING	KETERANGAN
1	05 s.d 08/06/2006	# RENDALHAR PLTGU	- Akhmad Fajar Ridlo, ST	
2	09 s.d 13/06/2006	# RENDAL Operasi & Data	- Didik Irawan, BE	
4	14 s.d 16/06/2006	# Proses Operasi PLTGU	- Hari Susanto - Wardi - Sugijo - Suyanto Kadi	Ikut shift pagi

Dalam pelaksanaan Survey Data ini ditunjuk Saudara Akhmad Fajar Ridlo, ST sebagai Mentor dan Deputi Manajer Sumber Daya Manusia sebagai penanggung jawab

Demikian atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Gresik, 05 Juni 2006  
Deputi Manajer SDM

WISNOE SATRIJONO

Tembusan :

- DM. Pemeliharaan
- DM. Operasi