

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



SKRIPSI

**ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI SIKLUS
MENGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN TABU
SEARCH PADA PLTGU GRESIK**

Disusun oleh;
RHOMA DWI YULIANTO
99.12.175

APRIL 2006

STUDI DAN JALANAN PENELITIAN TENTANG
PENYAKIT MENYAKIT DAN LAIN-LAIN
DITINJAU DARI ASPEK
(1-2) MENYAKIT MENYAKIT DAN LAIN-LAIN

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI
DAFTAR ISI
DAFTAR ISI
DAFTAR ISI
DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI SIKLUS
MENGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN TABU
SEARCH PADA PLTGU GRESIK**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

**RHOMA DWI YULIANTO
NIM. 99.12.175**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.103 950 0274**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

**Ir. H. Soemarwanto
NIP.130 873 485**

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

ABSTRAKSI

ANALISIS *ECONOMIC DISPATCH* DAN KOMBINASI SIKLUS MENGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHM* DAN *TABU* *SEARCH* PADA PLTGU GRESIK

Rhoma Dwi Yulianto, 99.12.175, Jurusan Teknik Elektro/Teknik Energi Listrik S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, 2006, Dosen Pembimbing Ir. H. SOEMARWANTO.

Kata Kunci: *Economic Dispatch* (Pembebanan Ekonomis), *Combine Cycle Power Plant*, *Genetic Algorithm* dan *Tabu Search*.

Dalam skripsi ini membahas masalah optimasi untuk biaya bahan bakar pada suatu sistem tenaga listrik dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm* dan *Tabu Search* pada Pembangkit Listrik Tenaga Termal. Pembangkit Listrik Tenaga Termal tersebut adalah *Combined Cycle Power Plant* (CCPP) atau dalam bahasa Indonesia disebut Pusat Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).

Pada CCPP gas panas yang dibuang hasil pembakaran yang dibuang oleh turbin gas tersebut dimanfaatkan kembali melalui peralatan yang disebut *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) untuk menghasilkan siklus uap-air yang akan digunakan memutar sebuah turbin uap. Pembangkit listrik tenaga termal jenis ini memiliki keuntungan karena efisiensi siklus termalnya menjadi lebih tinggi. Hasil dari analisis tersebut nantinya dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam mengefisienkan biaya bahan bakar yang bisa digunakan oleh PT. PLN. PJB II Unit Pembangkitan Gresik. Sehingga nilai kerugian yang sementara ini diderita oleh PT. PLN. PJB UP Gresik bisa berkurang, yang akhirnya nanti akan bisa menambah keuntungan bagi PT. PLN sebagai perusahaan penyedia energi listrik di Indonesia.

Analisa dilakukan dengan bantuan program komputer menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi* versi 7.0 dicoba pada PT. PLN. PJB II Unit Pembangkitan Gresik yang terdiri dari 3 Blok *Combined Cycle Power Plant*. Dengan menggunakan *Economic Dispatch* dengan metode *Genetic Algorithm* dan *Tabu Search* maka akan didapatkan optimasi biaya bahan bakar yang lebih efisien.

ABSTRAK

ANALISIS EKONOMI DISTRIBUSI DAN KEBERHASILAN SUDUT MELIPAT
MENGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN LSS
SUDUT PADA PETA KURVA

Abstrak ini membahas masalah optimasi untuk biaya dalam faktor pada suatu sistem tenaga listrik dengan menggunakan metode evolusi. Metode ini menggunakan teknik Genetic Algorithm (GA) yang telah terintegrasi dengan teknik Least Squares (LS) untuk mencari solusi optimal. Penelitian ini dilakukan di Departemen Teknik Tenaga Listrik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia, pada bulan Januari 2006.

Kata kunci: Algoritma Evolusi (Evolutionary Algorithm), Kombinasi (Hybrid), Metode Least Squares (LS), Optimasi Distribusi, dan Keberhasilan Sudut Melipat.

Dalam skripsi ini membahas masalah optimasi untuk biaya dalam faktor pada suatu sistem tenaga listrik dengan menggunakan metode evolusi. Metode ini menggunakan teknik Genetic Algorithm (GA) yang telah terintegrasi dengan teknik Least Squares (LS) untuk mencari solusi optimal. Penelitian ini dilakukan di Departemen Teknik Tenaga Listrik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia, pada bulan Januari 2006.

Penelitian ini membahas masalah optimasi untuk biaya dalam faktor pada suatu sistem tenaga listrik dengan menggunakan metode evolusi. Metode ini menggunakan teknik Genetic Algorithm (GA) yang telah terintegrasi dengan teknik Least Squares (LS) untuk mencari solusi optimal. Penelitian ini dilakukan di Departemen Teknik Tenaga Listrik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia, pada bulan Januari 2006.

Analisis dilakukan dengan bantuan program komputer menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini lebih efisien daripada metode konvensional yang sering digunakan. Penelitian ini dilakukan di Departemen Teknik Tenaga Listrik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia, pada bulan Januari 2006.

KATA PENGANTAR

Dengan rahmat Allah SWT, dan mengucapkan syukur kehadirat-Nya atas karunia yang dilimpahkan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul

“ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI SIKLUS MENGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN TABU SEARCH PADA PLTGU GRESIK”.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa ITN Malang dalam menempuh sekaligus mengakhiri pendidikan pada jenjang S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu saran dan kritik membangun sangat saya harapkan.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusun skripsi ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada;

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F Yudi Limpraptono, MT, selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro ITN Malang.
3. Bapak Ir. H. Soemarwanto, selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak – bapak karyawan bagian personalia dan lapangan di PLTGU Gresik

KEAHLIAHATAN

Keputusan Menteri Dalam Negeri No. 123/1998 tentang...

DAFTAR ISI

1. PENDAHULUAN

2. PEMBAHASAN

3. PENUTUP

1. Babak I: Babak I dan Babak II
2. Babak II: Babak II dan Babak III
3. Babak III: Babak III dan Babak IV
4. Babak IV: Babak IV dan Babak V

Akhirnya saya mengharapkan skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi rekan mahasiswa khususnya Jurusan Teknik Elektro.

Malang, April 2006

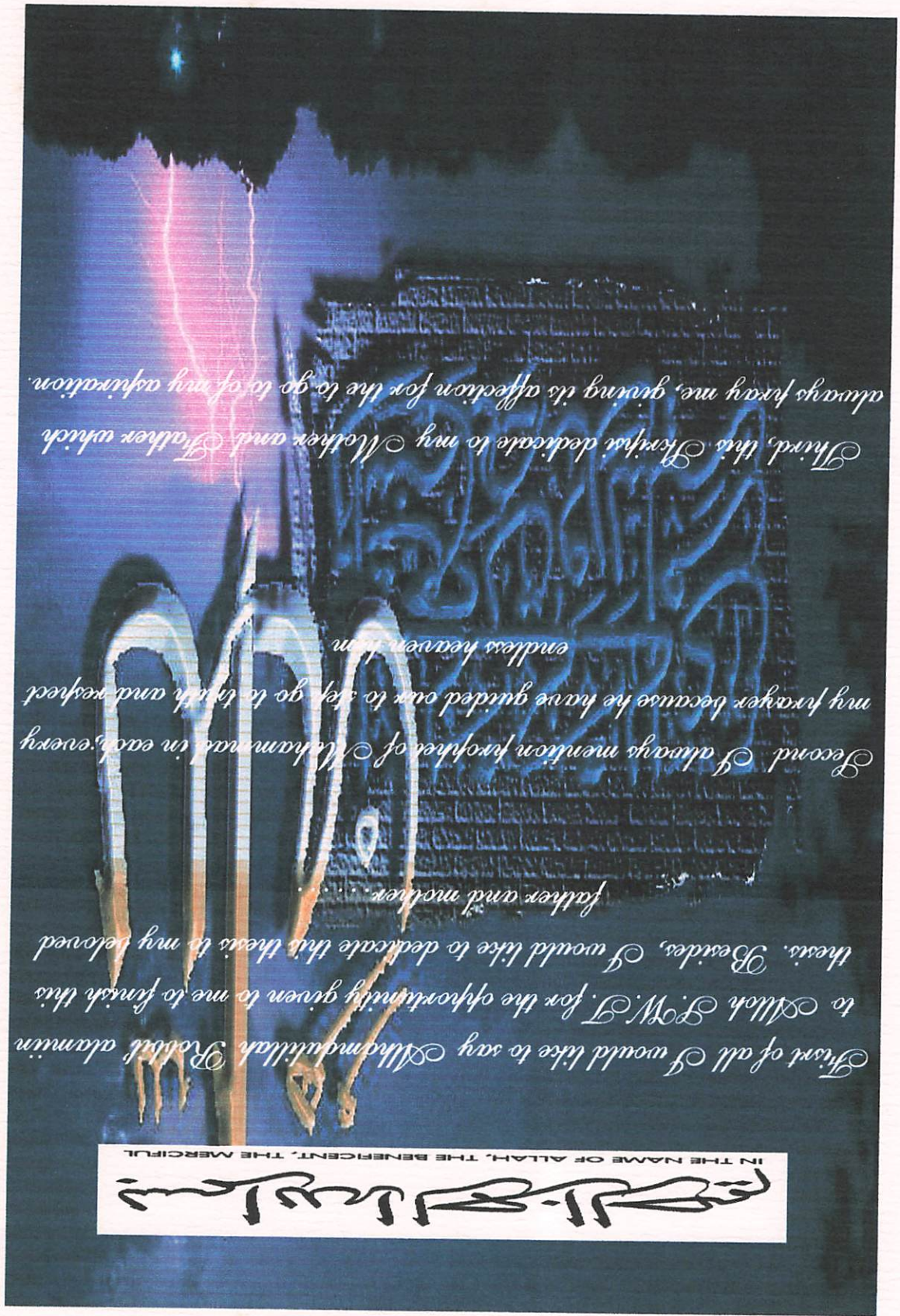
Penyusun

IN THE NAME OF ALLAH, THE BENEFICENT, THE MERCIFUL

First of all I would like to say *Allahu Akbar* *Robbi alamin* to Allah *SWT*. for the opportunity given to me to finish this thesis. Besides, I would like to dedicate this thesis to my beloved father and mother.

Second I always mention prophet of Muhammad in each, every my prayer because he have guided our to step go to truth and respect endless heaven from

Third, this *Shafiq* dedicate to my Mother and Father which always pray me, giving its affection for the to go to of my aspiration.



Senoga ALFAN SYWJ selalu melindungi kita semua
Amin...!

© Lina - Von Harsanyi/Corbis

Bapak dan ibu dosen JFN M. A. N. G khususnya
Teknik Elektro Energi Listrik mudah-mudahan selalu diberikan
keehatan jasmani maupun rohani oleh Tuhan Y. M. E.

Dosen pengy: Bpk Sr M Choiri dan Bpk Sr Stetik
Nengahyone, M. J. Makasih telah meluluskan saya dengan
nilai B+, bawhun agak sedikit a lot dan tegang.

Bapak Sr. M. Soemananto makasih atas nasihat-nasihat,
masukan-masukan, dan bimbingannya sebagai Dosen
Sembing dengan sabar membimbing saya dari awal sampai
akhir skripsi. Makasih juga atas Ilmu pengetahuan yang bapak
berikan pada saya, Maaf kiranya selama bimbingan kalau saya
ada salah. Mudah-mudahan selalu diberikan keehatan jasmani
maupun rohani oleh Tuhan Y. M. E.

J@A@G@S@N@P@M@B@M@B@N@G

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



~~~~~

Bapak dan ibu yang telah mendidik, merawat dan menyangga agar anak-anak sekiranya bisa meraih gelar sarjana.

Wahai Allah yang Maha Baik dan Maha Tinggi yang telah memelihara kami dan memelihara kami dari segala bahaya. Engkau yang Maha Baik dan Maha Tinggi yang telah memelihara kami dan memelihara kami dari segala bahaya. Engkau yang Maha Baik dan Maha Tinggi yang telah memelihara kami dan memelihara kami dari segala bahaya.

Boat Erimo yang lebih semangat lagi ya akan mo ngejar wisuda desember tahun ini. Kita sekeluarga pasti ngedukung sepenuh hati, yang lebih sabar dan kendalikan emosi karena emosi bisa menghancurkan diri kita sendiri. Jangan pernah jadi wal kencana cos kamu harus konsen ma skripsi mu, Erimo. Boat dede kuliah yang bening banget ya. Jangan temus, kalau tidur jangan sambil bersila kaki. Hiiii... jangan omongnya kamu dah dewasa lho kan dah brum. Pacaran. Erimo, jangan boat kuuu. Ingat motto keluarga: "Jangan ampak kata ma anak pegabat" masih ingatkan...??!!  
つたえてよ、フィボ-5ちゃん

Sute temen temen kontrakan JF Jayayama gang # 139 #  
 satam kekeluargaan, ada linton makasih sama ini membandi  
 nyelasan asepah ag dan megaz cepet ndekah boat shyang dan  
 genthe akhirnya kita bisa wisuda bareng Jek... lilegum  
 Hanzian < cepus/ nogo dim > Eho mampu... 27/ago males ktrah  
 eho gafe pungen ndelek ag gawe lega, hahhah. Wam  
 hooceera?? ilibat Wined semoga cepah kelat dan semoga  
 hubungan kalian telah kangeng samhar ke  
 pekannan < lmn. 3x > kagem #judi < gundul > yo eho kudego  
 wti dang di meretne fiken lam derphome, yo luku ndekah wae nefe  
 ngisor dieng. kanggo #lendir < embah > wae gantung bok pmarat  
 wae, mbok isin kare moneke... #keeee. #riasa < hira > kalam  
 mandi yang berah biar puidh, pungan lupa faktor kalar kaga  
 ya... #hahh.

Sute sandara di Ponorogo emu Narto < jegol > kakan naki? #ang  
 kembalikan umur... moadi asep, jemblo abadi  
 kema, #koni < blendes > mngoz dang cek pavar, boat keluarga  
 Lannungan < kate doel kate dalam sekeluarga > semoga sekeluarga  
 dilindungi dan di beri ridki yang banyak  
 oleh NY # < Amin. 3x >.

Dan best temen-temen yang gafe bisa ag sebutin satu persatu ag  
 mehon #kraf dan makasih atas usahornya selama ini, lock motor ag  
 #kenda #iger 2000. #Re 5856 #J makasih karena dengan  
 selia nemenin ag selama 10 tahun.

9006 TBS 3006

Stok Dek Ningsih mtkasih banyak telah temuin aku baie waktu sedih maufun senang, semoga **WALAH**

mendengarkan doa kita berdua, Amin... 3x. karena Dek

Ningsih adalah inspirasi aq dan karena Adek juga aq bangkit

dari keterpurukan, aq selalu berdoa agar Adek dapat

mengantarkannya karena aq sangat menyayangi dek Ningsih.



Alunan Rasa.....

"Rasa itu amarah yang diterima oleh angan, Rasa terpeka oleh-Nya berakman si kalbu. Sebab rasa selalu datang bila ada gigitat pandangan, Rasa adalah pandangan yang mau memahami tutur ucap dari hati. Rasa juga adalah guru yang tekad, diulah yang membimbing kedewasaan setiap insan dan Rasa adalah Husnain karena dia kita bisa tertuka."

Maie: Semua pengalaman dan kenangan harus di jadikan guru yang taatadan bagi kita

9006 TBS 3006

## DAFTAR ISI

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                    | i   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....               | ii  |
| <b>ABSTRAKSI</b> .....                        | iii |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                   | iv  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                       | vi  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                    | ix  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                     | x   |
| <b>DAFTAR GRAFIK</b> .....                    | xi  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                      | 1   |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                    | 2   |
| 1.3. Batasan Masalah .....                    | 3   |
| 1.4. Tujuan .....                             | 3   |
| 1.5 Metodologi Pembahasan.....                | 4   |
| 1.6 Kontribusi Pembahasan.....                | 4   |
| 1.7 Sistematika Pembahasan.....               | 5   |
| <b>BAB II PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK</b> ..... | 6   |
| 2.1. Umum .....                               | 6   |
| 2.1.1 Prinsip Kerja PLTU .....                | 7   |
| 2.1.2. Prinsip Kerja PLTG .....               | 9   |

|                                                        |                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.3.                                                 | Prinsip Kerja PLTGU .....                                                                  | 10        |
| 2.2.                                                   | Karakteristik Pembangkit Listrik Tenaga Termal .....                                       | 11        |
| 2.2.1.                                                 | Karakteristik Masukan Keluaran .....                                                       | 12        |
| 2.2.2.                                                 | Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar .....                                        | 14        |
| 2.2.3.                                                 | Kendala Operasi PLTGU .....                                                                | 16        |
| 2.2.4.                                                 | Pembebanan Ekonomis Pembangkit Listrik .....                                               | 18        |
| 2.3.                                                   | Penyelesaian Economic Dispatch Dengan Metode Iterasi Lamda .....                           | 21        |
| 2.4.                                                   | Implementasi Metode Genetic algorithma untuk ED .....                                      | 21        |
| 2.4.1                                                  | Pengkodean .....                                                                           | 21        |
| 2.4.2                                                  | Fungsi Fitnes .....                                                                        | 21        |
| 2.4.3.                                                 | Crossover .....                                                                            | 22        |
| 2.4.4.                                                 | Mutasi .....                                                                               | 22        |
| 2.5.                                                   | Metode Tabu Search .....                                                                   | 23        |
| 2.5.1                                                  | Komponen Utama Tabu Search .....                                                           | 23        |
| 2.6.                                                   | Algorithm Program .....                                                                    | 28        |
| 2.6.1.                                                 | Algorithm Penyelesaian ED menggunakan Metode GA dan TS.....                                | 28        |
| <b>BAB III PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS UAP .....</b> |                                                                                            | <b>31</b> |
| 3.1.                                                   | PLTGU Gresik .....                                                                         | 31        |
| 3.2.                                                   | Konfigurasi dan Kapasitas Unit Pembangkit Gresik .....                                     | 32        |
| 3.3.                                                   | Produksi Energi Listrik pada Pusat Listrik Tenaga Gas Uap Unit<br>Pembangkitan Gresik..... | 34        |
| 3.4.                                                   | Pola Pembebanan Pada PLTGU Unit Pembangkitan Gresik .....                                  | 36        |
| 3.5.                                                   | Data Pembangkitan .....                                                                    | 37        |





|                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB IV ANALISA DATA DENGAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN<br/>TABU SEARCH PADA PLTGU GRESIK .....</b>                           | <b>48</b> |
| 4.1. Program Komputer Metode Genetika Algoritm dan Tabu Search.....                                                              | 48        |
| 4.2. Data Pembangkitan .....                                                                                                     | 48        |
| 4.3. Perhitungan Persamaan Karakteristik Masukan-Keluaran(Bahan Bakar)<br>masing-masing Blok Unit Pembangkitan PLTGU Gresik..... | 49        |
| 4.4. Perhitungan Distribusi Beban Blok.....                                                                                      | 57        |
| 4.4.1. Penggunaan Program Komputer Dengan Metode Genetic Algorithm dan<br>Tabu Search.....                                       | 58        |
| 4.4.2 Tampilan Program .....                                                                                                     | 59        |
| <b>BAB V KESIMPULAN.....</b>                                                                                                     | <b>68</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                                                                              | 68        |
| 5.2 Saran.....                                                                                                                   | 69        |

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                   |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. | Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik .....                          | 7  |
| Gambar 2.2. | Blok Pembangkit Listrik Tenaga Uap .....                          | 12 |
| Gambar 2.3. | Diagram KarakteristikMasukan-Keluaran Pembangkit Listrik Termal.. | 14 |
| Gambar 2.4. | Kurva Karekteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar .....         | 15 |
| Gambar 2.5. | Diagram Segaris CCPP Konvigurasi 3.3.1 .....                      | 16 |
| Gambar 2.6. | N Unit Pembangkit Termal Melayani PD .....                        | 19 |
| Gambar 4.1. | Tampilan Utama Program.....                                       | 59 |
| Gambar 4.2. | Input Data General .....                                          | 59 |
| Gambar 4.3. | Input Data Generator.....                                         | 60 |
| Gambar 4.4. | Input Data Tingkatan Pembebanan Pola Gresik .....                 | 61 |
| Gambar 4.5. | Parameter GA dan TS .....                                         | 62 |
| Gambar 4.6. | Hasil Optimasi Pembebanan Ekonomis dengan GA dan TS .....         | 63 |

## DAFTAR TABEL

|            |                                                                                         |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1. | Tipe Pembangkit di Unit Pembangkitan Gresik .....                                       | 32 |
| Tabel 3.2. | Tabel Distribusi Beban Blok Pada Konfigurasi 3.3.1-3.3.1-3.3.1 .....                    | 38 |
| Tabel 3.3. | Tabel Distribusi Beban Blok Pada Konfigurasi 3.3.1-3.3.1-3.3.1 .....                    | 39 |
| Tabel 3.4. | Tabel Distribusi Beban Blok Pada Konfigurasi 3.3.1-3.3.1-3.3.1 .....                    | 40 |
| Tabel 3.5. | Total Aliran BBG per tingkat Beban Pada Blok 1.....                                     | 41 |
| Tabel 3.6. | Total Aliran BBG per tingkat Beban Pada Blok 2.....                                     | 42 |
| Tabel 3.7. | Total Aliran BBG per tingkat Beban Pada Blok 3 .....                                    | 43 |
| Tabel 4.4. | Tabel Fungsi Biaya Bahan Bakar Masing-Masing Blok Terhadap Tingkat Beban .....          | 53 |
| Tabel 4.5. | Tabel Fungsi Laju Tambahan Bahan Bakar Masing-Masing Blok Terhadap Tingkat Beban .....  | 54 |
| Tabel 4.6. | Penghematan Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan Metode GA dan TS .....       | 64 |
| Tabel 4.7. | Penghematan Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan Metode GA dan TS .....       | 65 |
| Tabel 4.8. | Penghematan Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan Metode GA dan TS .....       | 66 |
| Tabel 4.9. | Penghematan Total Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan Metode GA dan TS ..... | 67 |

## DAFTAR GRAFIK

|             |                                                                                                         |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafik 4.1. | Grafik Total Aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar K3.3.1-Blok 1 .....                                        | 44 |
| Grafik 4.2. | Grafik Total Aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar K3.3.1-Blok 2 .....                                        | 45 |
| Grafik 4.3. | Grafik Total Aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar K3.3.1-Blok 3 .....                                        | 46 |
| Grafik 4.4. | Grafik Total Aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar Pada Kombinasi 3.3.1.                                      | 74 |
| Grafik 4.5. | Diagram Fungsi Biaya Bahan Bakar Pada PLTGU Unit Pembangkitan<br>Gresik Konfigurasi 3.3.1 .....         | 55 |
| Grafik 4.6  | Diagram Fungsi Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar PLTGU Unit<br>Pembangkitan Gresik Konfigurasi 3.3.1..... | 56 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangkitan tenaga listrik merupakan bagian dari permasalahan energi dan lingkungan yang dihadapi oleh Indonesia sebagai negara berkembang. Secara garis besar, suatu sistem tenaga listrik dibagi menjadi 3 bagian yaitu : sisi pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi dan beban. Untuk suatu operasi pada beban tertentu, perhitungan ekonomis harus tetap merupakan suatu prioritas atau nilai yang harus diperhitungkan disamping hal-hal yang lain, sehingga nantinya diperlukan suatu rencana operasi yang optimum dengan tetap memenuhi beberapa persyaratan pengoperasian sistem tenaga listrik yaitu antara lain daya yang dibangkitkan cukup untuk memasok beban. Dalam pembangkitan tenaga listrik dilakukan usaha agar biaya pembangkitannya semurah mungkin. Usaha untuk mengoptimalkan biaya operasi ini , salah satunya dilakukan dengan penerapan *Economic Dispatch*. Di dalam operasi sistem tenaga listrik *Economic Dispatch* adalah hal yang sangat perlu diperhatikan untuk mendapatkan biaya bahan bakar yang ekonomis (murah) dalam suatu sistem pembangkit.

Dalam pemenuhan kebutuhan akan energi listrik para pelanggan, diperlukan perencanaan penggunaan pembangkit listrik yang ada secara efisien dan seoptimal mungkin. Namun kendala utama yang dihadapi oleh pembangkit listrik tenaga termal adalah tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk

membeli bahan bakar. Upaya menekan biaya dan pertimbangan akan besarnya kebutuhan energi dalam negeri serta kelestarian sumber daya energi untuk masa mendatang mendorong dilakukannya usaha-usaha konversi energi.

Bertitik tolak dari masalah konservasi energi tersebut, khususnya dalam tahap pengoprasian pembangkit listrik tenaga termal, telah ditempuh cara-cara tertentu antara lain dengan melakukan pengaturan pembebanan yang optimum (ekonomis) pada sebuah pembangkit listrik termal. Sebuah tipe baru Pembangkit Listrik Tenaga Termal mulai dikembangkan dan menjanjikan prospek yang demikian luas. Pembangkit Listrik Tenaga Termal tersebut adalah Combined Cycle Power Plant (CCPP) atau dalam bahasa Indonesia disebut Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTGU).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada pembebanan di PLTGU Unit Pembangkitan Gresik pengaturan distribusi beban perlu dipertimbangkan.

Untuk memecahkan permasalahan di atas, akan digunakan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search. Sehubungan dengan hal ini maka rumusan masalah yang akan di bahas dalam skripsi ini adalah:

1. Apakah dengan metode pengaturan pembebanan yang dipakai pada PLTGU Gresik telah tercapai pembebanan ekonomis (economic dispatch).
2. Apakah dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search dapat dicapai pembebanan ekonomis (economic dispatch) yang lebih baik.



### 1.3 Batasan Masalah

Agar skripsi ini mencapai sasaran, maka pembahasan masalah dibatasi:

1. Menganalisa Optimasi pembebanan hanya pada PLTGU Gresik Unit 3 saja.
2. Menggunakan Metode Algorithm dan Tabu Search
3. Pengamatan dilakukan terhadap CCPP Unit Pembangkitan Gresik yang beroperasi pada pola konfigurasi 3.3.1, yaitu kapasitas maksimum pembangkit.
4. Menganalisa pada PLTGU kombinasi 3.3.1 pada program Genetic Algorithm dan Tabu Search saja.

### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan pembahasan dalam skripsi ini adalah :

1. Menentukan pola pembebanan bagi masing-masing blok yang terdapat di *Combine Cycle Power Plant* (CCPP) PT. PLN. PJB II Unit Pembangkitan Gresik dengan Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search agar dapat dioperasikan lebih optimum (ekonomis).
2. Membandingkan hasil yang diperoleh dengan pola pembebanan yang telah diterapkan di *Combine Cycle Power Plant* PT. PLN. PJB II Unit Pembangkitan Gresik.



1.3. Batasan Masalah

Agar skripsi ini mencapai sasaran maka pembahasan masalah dibatasi:

1. Menganalisa Optimalisasi perbandingan hanya pada PLTU Gresik Unit 3 saja.
2. Menerangkan Metode Algoritma dan Tabu Search
3. Penganalisaan dilakukan terhadap CCP Unit Pembangkitan Gresik yang beroperasi pada pola konfigurasi 2.2.1 yaitu kapasitas maksimum pembangkit.
4. Menganalisa pada PLTU komposisi 2.2.1 pada program Genetic Algoritma dan Tabu Search saja.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan penelitian dalam skripsi ini adalah :

1. Menentukan pola perbandingan bagi masing-masing blok yang terdapat di (walaupun tidak secara Wawa (CCPP) PLU PLN PUR II Unit Pembangkitan Gresik dengan Metode Genetic Algoritma dan Tabu Search agar dapat dipaparkan lebih optimum (ekonomis).
2. Menentukan hasil yang diperoleh dengan pola perbandingan yang telah diterapkan di (walaupun tidak secara Wawa PLU PLN PUR II Unit Pembangkitan Gresik).

### **1.5 Metodologi Pembahasan**

Metodologi yang digunakan dalam pembahasan dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1 Studi kepustakaan mengenai PLTGU Gresik yang berhubungan dengan pembahasan masalah.
- 2 Studi lapangan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan serta mencari data dari objek yang diperlukan sesuai dengan pedoman teori yang diperoleh dari studi kepustakaan.
- 3 Melakukan analisa tentang optimasi pembebanan dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search kemudian membandingkannya dengan pencapaian optimasi Pembebanan pada PLTGU Gresik.
- 4 Membuat evaluasi, sehingga dapat disimpulkan apakah dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search yang diterapkan lebih efisien (ekonomis).

### **1.6 Kontribusi Pembahasan**

Dengan adanya analisis ini diharapkan nantinya dapat memberikan alternatif terbaik dalam pemecahan yang ada pada sistem Combine Cycle Power Plant (CCPP) untuk mendapatkan pembebanan yang optimum (ekonomis) pada masing-masing blok serta harus memperhatikan kendala-kendala pengoperasian pembangkit listrik tenaga temal yang bersangkutan sehingga produksi tenaga listrik dapat dilakukan dengan biaya operasi serendah mungkin.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi kepustakaan mengenai P1 (Tipe) yang berhubungan dengan permasalahan masalah.
2. Studi lapangan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan serta mencari data dari objek yang diteliti sesuai dengan kebutuhan teori yang diperoleh dari teori kepustakaan.
3. Melakukan analisis tentang perbedaan dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search kemudian membandingkannya dengan penelitian optimalisasi penelitian pada P1 (Tipe) klasik.
4. Membuat evaluasi sehingga dapat disimpulkan apakah dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search yang diterapkan lebih efisien (ekonomis).

1.6 Keuntungan Penelitian

Keuntungan analisis ini diharapkan nantinya dapat memberikan alternatif terbaik dalam pemecahan yang ada pada sistem Combine Cycle Power Plant (CCPP) untuk mendapatkan perbedaan yang optimal (ekonomis) pada masing-masing blok serta harus memperhatikan kendala-kendala pengoperasian pembangkit listrik tenaga termal yang bersangkutan sehingga produksi tenaga listrik dapat dilakukan dengan biaya operasi seminimal mungkin.

## **1.7 Sistematika Pembahasan**

Sistematika pembahasan skripsi ini disusun terdiri atas lima bab dengan susunan sebagai berikut :

- BAB I** Terdiri atas latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi pembahasan, kontribusi pembahasan, dan sistematika perubahan.
- BAB II** Berisi antara lain teori dasar tentang sistem tenaga listrik dan karakteristik pembangkitan termal, pembebanan ekonomis pembangkitan termal, economic dispatch menggunakan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search, kendala operasi PLTGU.
- BAB III** Berisi data konsumsi bahan bakar masing-masing blok, konfigurasi PLTGU Unit Pembangkitan Gresik.
- BAB IV** Berisi tentang hasil perhitungan dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search dibandingkan dengan pola pembebanan yang sekarang digunakan di PLTGU Gresik, dengan menggunakan data yang diperoleh selama survey lapangan sebagai variabelnya.
- BAB V** Berisi tentang kesimpulan akhir, dan saran-saran.

## BAB II

### PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

#### 2.1 Umum

Performa dari sebuah pusat pembangkit tenaga listrik pada prinsip ditentukan oleh apa yang dinamakan lengkung masukan-keluaran (Input-Output).. Lengkung ini memberikan gambaran tentang efisiensi termis pusat pembangkit tersebut. Selain tergantung pada sifat-sifat pusat tenaga listrik itu sendiri, seperti keadaan air pendingin, kualitas bahan bakar, kecakapan para operator pusat pembangkit dan bentuk lengkung beban.

Tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, dan PLTGU, kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah tegangan dinaikkan terlebih dahulu oleh Transformator penaik tegangan (Transformator *Step-up*) yang terdapat di pusat listrik.

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui transmisi, maka sampailah tenaga listrik tersebut di Gardu Induk (GI) untuk kemudian tegangannya diturunkan oleh transformator penurun tegangan (Transformator *Step-down*) menjadi tegangan menengah atau jaringan distribusi primer. Tegangan menengah yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) adalah 20 kV, 12 kV, 6 kV.

Jaringan setelah melalui atau keluar gardu induk umumnya disebut jaringan distribusi, sedangkan jaringan dari pusat pembangkit tenaga listrik dengan gardu induk disebut jaringan transmisi. Setelah melalui saluran distribusi primer, maka tenaga listrik kemudian diturunkan tegangannya oleh

PERANAN TEKNOLOGI

1.1.1

Peranan dan pengaruh teknologi (sifat) pada manusia  
diperoleh oleh apa yang dimaksudkan sebagai teknologi (1990)  
... teknologi ini merupakan gabungan antara sains dan seni  
... teknologi adalah kemampuan pada manusia untuk  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu

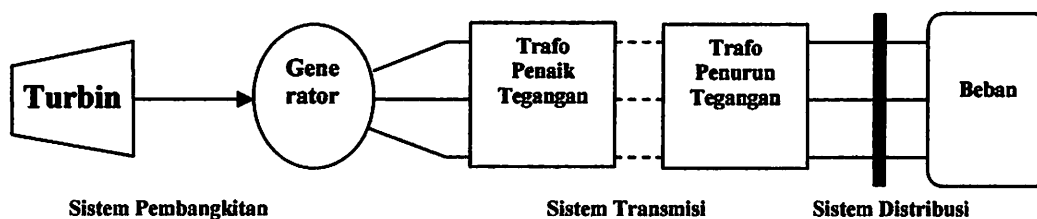
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu

... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu

... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu  
... teknologi adalah kemampuan untuk melakukan suatu

transformator distribusi menjadi tegangan 380/220 Volt atau 220/127 Volt, dan baru kemudian disalurkan kepada konsumen.

Gambar 2-1 berikut ini memperlihatkan elemen pokok sistem tenaga listrik.



**Gambar 2-1 : Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik**

Sumber ; ZUHAL, 1950 ; 1

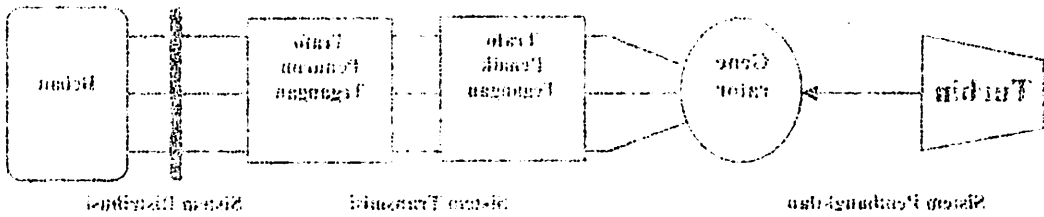
Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik bagi para konsumen, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama yang lain secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sehingga yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik di sini adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Oleh karena itu daya listrik yang dibangkitkan harus sama dengan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen.

### 2.1.1 Prinsip kerja PLTU

Dalam PLTU, energi prima yang dikonversikan menjadi energi listrik adalah bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan dapat berupa batu bara

transformator distribusi menjadi tegangan 200/220 Volt dan baru kemudian disalurkan kepada konsumen.

Gambar 2-1 berikut ini menunjukkan elemen pokok sistem tenaga listrik.



Gambar 2-1 : Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik

Sumber : NURJAL, 1990 : 1

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik bagi para konsumen, dibutuhkan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sehingga yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik di sini adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Oleh karena itu daya listrik yang dihubungkan harus sama dengan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen.

### 2.1.1 Prinsip Kerja PLTU

Dalam PLTU energi primer yang dikawatirkan menjadi energi listrik adalah bahan bakar fosil yang digunakan dapat berupa batubara



(padat), minyak (cair), atau gas. Ada kalanya PLTU menggunakan kombinasi beberapa macam bahan bakar.

Konversi energi tingkat pertama yang berlangsung dalam PLTU adalah konversi energi primer menjadi energi panas (kalor). Hal ini dilakukan dalam ruang bakar dan uap PLTU. energi panas ini kemudian dipindahkan ke dalam air yang ada dalam pipa ketel untuk menghasilkan uap yang dikumpulkan dalam drum dari ketel. Uap dari drum ketel dialirkan ke turbin uap. dalam turbin uap, energi (enthalpy) uap dikonversikan menjadi energi mekanik penggerak generator, dan akhirnya energi mekanik dari turbin uap ini dikonversikan menjadi energi mekanis penggerak generator, dan akhirnya energi mekanik dari turbin uap ini dikonversikan menjadi energi listrik oleh generator.

Pada PLTU umumnya memiliki pemanas ulang dan pemanas awal serta mempunyai 3 turbin yaitu turbin tekanan tinggi, turbin tekanan menengah, dan turbin tekanan rendah. Air dipompakan ke dalam drum dan selanjutnya mengalir ke pipa-pipa air yang merupakan dinding yang mengelilingi ruang bakar ketel. Dalam ruang bakar ketel disemprotkan bahan bakar dan udara pembakaran, bahan bakar yang dicampur udara ini dinyalakan dalam ruang bakar sehingga terjadi pembakaran dalam ruang bakar. Pembakaran bahan bakar dalam ruang bakar mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi panas (kalor), energi panas hasil pembakaran ini dipindahkan ke air yang ada dalam pipa air ketel melalui proses radiasi, konduksi, dan konveksi.

(padat), minyak (cair), atau gas. Ada beberapa PLTU menggunakan kombinasi beberapa macam bahan bakar.

Konversi energi mekanik panas yang berlangsung dalam PLTU adalah konversi energi primer menjadi energi panas (kalor). Hal ini dilakukan dalam ruang bakar dan sup PLTU energi panas ini kemudian dipindahkan ke dalam air yang ada dalam pipa ketel untuk menghasilkan uap yang dikondensasikan dalam drum dan ketel. Pipa ketel dililitkan ke mesin uap. Dalam turbin uap energi (turbin) uap akan bekerja menjadi energi mekanik penggerak generator dan akhirnya energi mekanik dari turbin uap ini dikonversikan menjadi energi listrik. Penggerak generator dan akhirnya energi mekanik dari turbin uap ini dikonversikan menjadi energi listrik oleh generator.

Terdapat PLTU yang memiliki proses yang dan proses awal serta menggunakan 3 turbin yaitu turbin tekanan tinggi, turbin tekanan menengah, dan turbin tekanan rendah. Air dipompakan ke dalam drum dan selanjutnya mengalir ke pipa-pipa air yang tersebar di dalam ruang ketel yang menghasilkan uap ketel. Dalam ruang bakar ketel diproseskan bahan bakar dan udara pembakaran. Bahan bakar yang digunakan dalam ini biasanya dalam ruang bakar sehingga terjadi pembakaran dalam ruang bakar. Pembakaran bahan bakar dalam ruang bakar menghasilkan energi kimia yang terdistribusi dalam bahan bakar menjadi energi panas (kalor). Energi panas hasil pembakaran ini dipindahkan ke air yang ada dalam pipa air ketel melalui proses konveksi, konduksi, dan konveksi.

Untuk setiap macam bahan bakar, komposisi perpindahan panas berbeda, misalnya bahan bakar minyak paling banyak memindahkan kalori hasil pembakarannya melalui radiasi dibandingkan bahan bakar lainnya. Untuk melaksanakan pembakaran diperlukan oksigen yang diambil dari udara. Oleh karena itu diperlukan pasokan udara yang cukup ke dalam ruang bakar, untuk keperluan memasok udara ke ruang bakar ada kipas (ventilator) tekan dan kipas isap yang dipasang masing-masing pada ujung masuk udara ke ruang bakar dan pada ujung keluar udara dari ruang bakar.

Gas hasil pembakaran dalam ruang bakar setelah diberi “kesempatan” memindahkan energi panasnya ke air yang ada di dalam pipa air ketel, dialirkan melalui saluran pembuangan gas buang untuk selanjutnya dibuang ke udara melalui cerobong. Gas buang sisa pembakaran ini masih mengandung banyak energi panas karena tidak semua energi panasnya dapat dipindahkan ke air yang ada dalam pipa air ketel.

### **2.1.2 Prinsip kerja PLTG**

Dalam PLTG udara masuk ke kompresor untuk dinaikkan tekanannya menjadi, kemudian udara tersebut dialirkan ke ruang bakar. Dalam ruang bakar, udara ini dicampur dengan bahan bakar dan dibakar. Apabila digunakan bahan bakar gas (BBG), maka gas dapat langsung dicampur dengan udara untuk dibakar, tetapi apabila digunakan bahan bakar minyak (BBM), maka BBM ini harus dijadikan kabut terlebih dahulu kemudian baru dicampur

Untuk setiap macam bahan bakar, komposisi pembuatannya harus berbeda misalnya bahan bakar minyak yang pembuatannya telah menjadi pembakarannya melalui reaksi oksidasi bahan lain misalnya. Untuk melaksanakan pembakaran sempurna diperlukan oksigen yang diambil dari udara. Karena itu diperlukan pasokan udara yang cukup ke dalam ruang bakar untuk keperluan memasok udara ke ruang bakar ada kipas (ventilator) dalam dan kipas lain yang dipasang masing-masing pada ujung masuk udara ke ruang bakar dan pada ujung keluar udara dari ruang bakar.

Dasar hasil pembakaran dalam ruang bakar adalah "kecepatan" memindahkan energi pembakaran ke air yang ada di dalam pipa air kolektor melalui media saluran pembuangan gas buang untuk pemanasan di rumah. Udara melalui kolektor dan buang sisa pembakaran ini masih mengandung banyak energi panas karena tidak semua energi pembakaran dipindahkan ke air yang ada dalam pipa air kolektor.

### 5.1.3. Prinsip Kerja RUMAH

Dalam RUMAH udara masuk ke kompresor untuk dipompakan ke dalam ruang pembakaran. Kemudian udara tersebut dititipkan ke ruang bakar. Dalam ruang bakar udara ini dicampur dengan bahan bakar dan dibakar. Apabila digunakan bahan bakar gas (LPG) maka gas dalam tangki dicampur dengan udara untuk dibakar. Tetapi apabila digunakan bahan bakar minyak (BBO) maka BBO ini harus dipanaskan dalam tabung pemanasan baru dicampur

dengan udara untuk dibakar. Teknik untuk mencampur bahan bakar dengan udara dalam ruang bakar sangat mempengaruhi efisiensi pembakaran.

Dari segi operasi unit PLTG tergolong unit yang masa startnya pendek, yaitu antara 15-30 menit, dan kebanyakan dapat distart tanpa pasokan daya dari luar (black start), yaitu menggunakan mesin disel sebagai motor start. Dari segi pemeliharaan, unit PLTG mempunyai selang waktu pemeliharaan (*time between overhaul*) yang pendek, yaitu sekitar 4.000-5.000 jam operasi. Makin sering unit mengalami start-stop, makin pendek selang waktu pemeliharaannya. Walaupun jam operasi unit belum mencapai 4.000 jam, tetapi jika jumlah startnya telah mencapai 300 kali. Maka unit PLTG tersebut harus mengalami pemeriksaan (inspeksi) dan pemeliharaan. Hal-hal yang perlu mendapat perhatian khusus adalah bagian-bagian yang terkena aliran gas hasil pembakaran, seperti: ruang bakar, saluran gas panas (*hot gas path*), dan sudu-sudu turbin. Bagian-bagian ini umumnya mengalami kerusakan (retak) sehingga perlu diperbaiki (dilas) atau diganti.

### **2.1.3 Prinsip kerja PLTGU**

Dari 3 buah unit PLTG dengan sebuah unit PLTU yang memanfaatkan gas buang dari 3 unit PLTG tersebut, 3 unit PLTG beserta 1 unit PLTU ini disebut sebagai 1 blok PLTGU. Setiap unit PLTG mempunyai sebuah ketel uap penampung gas buang yang keluar dari unit PLTG, uap dari tiga ketel uap unit PLTG kemudian ditampung dalam sebuah pipa pengumpul uap bersama yang bahasa Inggris disebut *common steam header*. Dari pipa pengumpul uap

dengan adanya teknik untuk memompa bahan bakar dengan  
adanya dalam ruang bakar yang mempunyai efisiensi pembakaran.

Dari segi operasi dan PLEU (pengoperasian) yang menggunakan  
teknik ini antara 10-30 menit dan kebanyakannya dapat dalam tipe pasokan  
dari dan lain (tidak ada) yang menggunakan mesin diesel sebagai motor awal.  
Dari segi pembuatannya, unit PLEU mempunyai kelebihan pembuatannya  
(yang banyak digunakan) yang banyak, yaitu sekitar 4.000-5.000 unit operasi.  
Makin sering unit pembuatannya semakin banyak, semakin sering  
pembuatannya. Walaupun unit operasi unit pembuatannya 4.000 unit  
tetapi jika jumlah unitnya akan mencapai 200 kali maka unit PLEU tersebut  
harus mempunyai pembuatannya (tidak ada) dan pembuatannya. Hal ini yang dapat  
mendapat perhatian khusus adalah bagian-bagian yang terdapat dalam gas buang  
pembakarannya seperti ruang bakar, saluran gas panas (gas buang) dan lain-  
lain. Bagian-bagian ini mempunyai temperatur pembakaran (teknik)  
sehingga perlu diperhatikan (diperhatikan) dan diganti.

### 2.1.3 Prinsip kerja PLEU

Dari 3 buah unit PLEU dengan sebuah unit PLEU yang menggunakan  
gas buang dari 3 unit PLEU tersebut 2 unit PLEU tersebut 1 unit PLEU ini  
diambil sebagai 1 blok PLEU. Setiap unit PLEU mempunyai sebuah katup  
yang mempunyai gas buang yang keluar dan unit PLEU yang dari katup yang  
unit PLEU kemudian digunakan dalam sebuah pipa pengumpul yang bersama  
yang bersama lainnya diambil dengan sistem tersebut. Dari pipa pengumpul yang

bersama, uap dialirkan ke turbin uap PLTU yang terdiri dari turbin tekanan tinggi dan turbin tekanan rendah, keluar dari turbin tekanan rendah uap dialirkan ke kondensor untuk diembunkan. Dari kondensor air dipompa untuk dialirkan ke ketel uap.

Dalam operasinya unit turbin gas dapat dioperasikan terlebih dahulu untuk menghasilkan daya listrik, sementara gas buangnya berproses untuk menghasilkan uap dalam ketel pemanfaat gas buang. Kira-kira 6 jam kemudian setelah uap cukup banyak uap dialirkan ke turbin uap untuk menghasilkan daya listrik.

## **2.2 Karakteristik Pembangkit Listrik Tenaga Termal**

Dasar untuk menyelesaikan masalah pembebanan ekonomis (economic dispatch) dari sebuah pembangkit listrik tenaga termal sangat ditentukan oleh karakteristik masukan-keluaran (input-output characteristics) pusat listrik tersebut.

Tipe dari sebuah blok pembangkit listrik tenaga termal tampak pada gambar 2-2. Blok tersebut terdiri atas sebuah ketel yang menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin uap yang akan dikopel dengan sebuah generator listrik. Daya listrik yang dihasilkan tidak seluruhnya disalurkan ke sistem tetapi sebagian kecil digunakan untuk mengoperasikan peralatan yang terdapat pada pusat listrik tersebut. Sebuah PLTU kira-kira memerlukan 2% sampai 6% dari daya listrik yang dihasilkan oleh generator untuk mengoperasikan berbagai

... yang ...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...  
...

### 3.3. ...

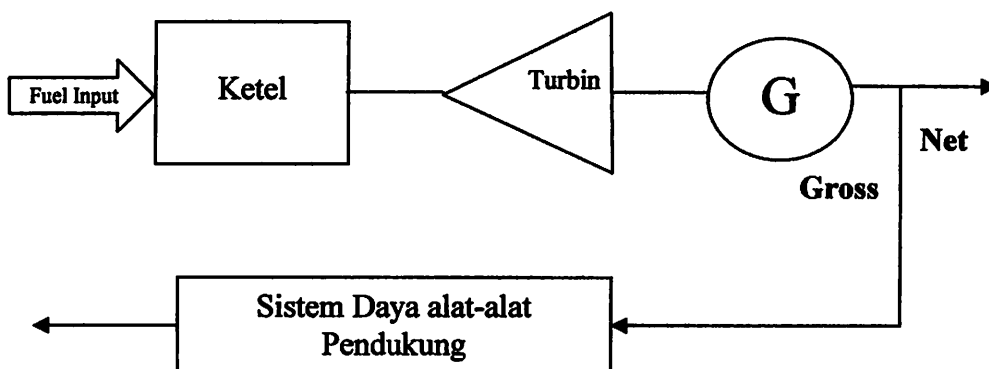
...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...  
...  
...  
...



peralatan seperti ketel, pompa, kompresor, dan sebagainya, serta untuk mencatu peralatan kontrol, telemetri, komunikasi, penerangan dan komputer.

Dalam mendefinisikan karakteristik masukan-keluaran sebuah pembangkit listrik tenaga termal, akan dibicarakan tentang gross input dan net output yang dihasilkan pusat listrik tersebut. Gross input pembangkit listrik termal menyatakan jumlah keseluruhan bahan bakar yang diperlukan, sedangkan net output adalah daya nyata (real power) yang dihasilkan generator setelah dikurangi untuk keperluan sendiri.



Gambar 2-2 : Blok Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Sumber ; Ir Djiteng Marsudi ; 1996 ; 112

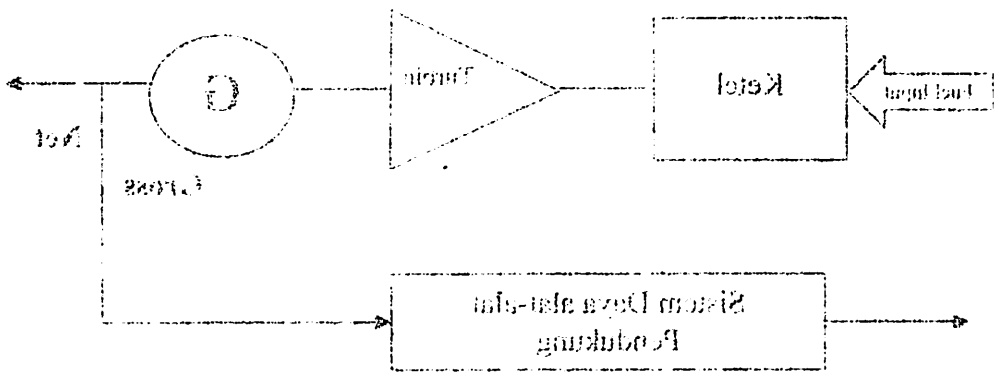
### 2.2.1 Karakteristik Masukan Keluaran

Masukan sebuah Pembangkit Listrik Termal umumnya dinyatakan sebagai banyaknya energi persatuan waktu dari bahan bakar yang diberikan ke ketel untuk menghasilkan daya listrik yang merupakan keluaran dari pusat listrik tersebut. Terdapat dua notasi yang umum digunakan :

*H dengan satuan [ MBTU/hour ]*

peralatan seperti ketel, pompa, kompresor, dan sebagainya serta untuk mematu persediaan kontrol otomatis, komunikasi, pemantauan dan komputer.

Dalam mendefinisikan karakteristik masalah-kelompok sebagai perbandingan listrik tenaga termal, akan dibicarakan tentang gross input dan net output yang dihasilkan pada listrik tersebut. Gross input perbandingan listrik termal menyatakan jumlah kesetimbangan bahan bakar yang dibutuhkan, sedangkan net output adalah daya yang akan dihasilkan generator setelah dikurangi untuk keperluan sendiri.



Gambar 2-2 : Blok Perbandingan Listrik Tenaga Uap

Sumber : H. Djilang, Arahani : 1996 : 113

### 3.1.1 Karakteristik Masalah Keluaran

Masalah sebagai perbandingan listrik termal umumnya disebabkan sebagai besarnya energi potensial yang akan dihasilkan ketel untuk menghasilkan daya listrik yang diperlukan. Selain dari pada listrik tersebut, terdapat dua masalah yang harus dipecahkan :

[ditulis ulang]

*F dengan satuan [ \$US/hour ],*

dimana  $F = H \times \$US/BTU$ , dan  $\$US/BTU$  menyatakan harga bahan bakar persatuan energi yang dikandung oleh bahan bakar tersebut. Sedangkan keluaran dari pembangkit listrik termal adalah daya nyata yang dihasilkan oleh generator dikurangi dengan daya nyata yang dipakai oleh pusat listrik tersebut.

Notasi yang digunakan adalah :

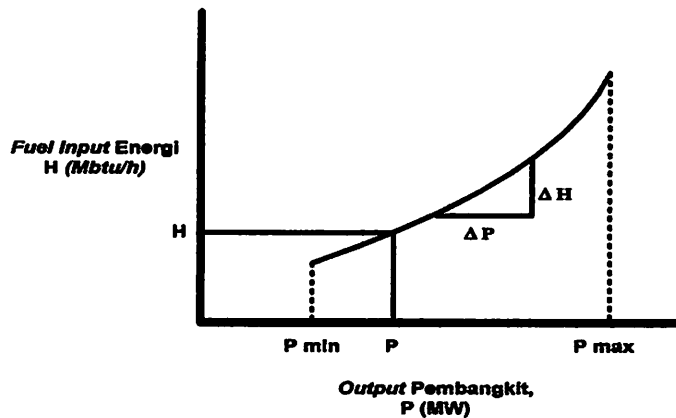
*P dengan satuan [ MW],*

jika dinyatakan bahwa masukan pusat listrik merupakan fungsi terhadap keluarannya, maka hubungan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$H = f(P) [ MBTU/H ] \text{ atau } F = f(P) [ \$US/H ]$$

Pembahasan selanjutnya akan berpedoman atas dasar fungsi biaya bahan bakar (  $F = f(P) [ \$US/H ]$  ) pada keadaan tertentu biaya-biaya lain yang merupakan fungsi terhadap keluaran pusat listrik dimasukkan ke dalam perhitungan biaya bahan bakar, misalnya biaya perawatan (maintenance cost), upah pekerja (labour cost), dan biaya pengoprasian (operational cost).

Seperti terlihat dalam gambar 2-3 berikut ini



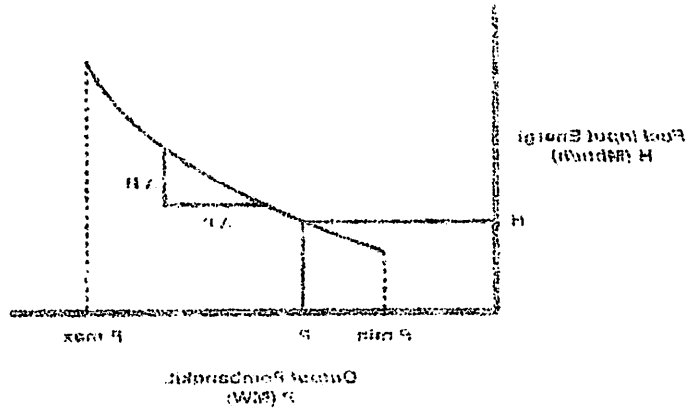
**Gambar 2-3 : Diagram Karakteristik Masukan-Keluaran  
Pembangkit Listrik Termal**

Sumber ; Allen J.Wood & W.F.Bruce.

Data yang diperlukan untuk menggambarkan diagram fungsi karakteristik masukan-keluaran dapat diperoleh dari perhitungan pada saat perencanaan atau tes yang telah dilakukan terhadap unit pembangkit yang bersangkutan.

### 2.2.2 Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar

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



Gambar 3-5 : Diagram karakteristik tenaga-kekuatan

Karakteristik Tenaga

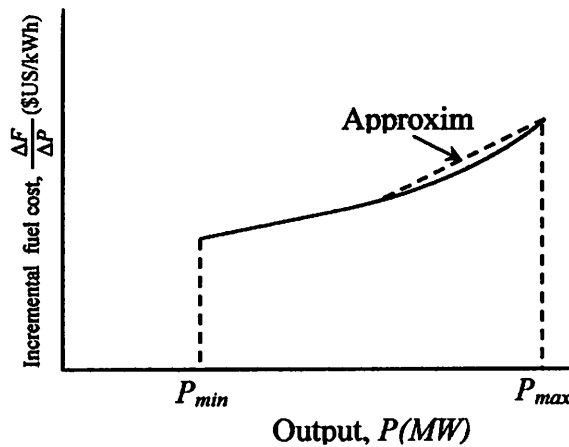
Sumbar : Allen & Wood & W. H. Wood

Itan yang diberikan untuk menggerakkan dengan tenaga karakteristik mesin-ketanan dapat diperoleh dari perhitungan pada saat perancangan atau tes yang telah dilakukan terhadap unit perancangan yang bersangkutan.

3.2.2 Karakteristik Tenaga Terhadap Daya Mekanik

Karakteristik tenaga terhadap daya mekanik dan torsi mekanik (torque) dapat diperoleh dengan menggunakan diagram tenaga-kekuatan (power-torque diagram) yang menunjukkan hubungan antara tenaga mekanik dan daya mekanik yang bersangkutan. Untuk ini menunjukkan besarnya tenaga dan perantara daya mekanik untuk setiap saat selama perancangan desain.

Secara luas fungsi biaya bahan bakar akan digunakan untuk menentukan pembebanan ekonomis dari sebuah pembangkit listrik tenaga termal. Tampak pada gambar 2 - 4 kurva laju tambahan biaya bahan bakar yang telah diidealkan melalui pendekatan linier dari sebuah pembangkit listrik termal.



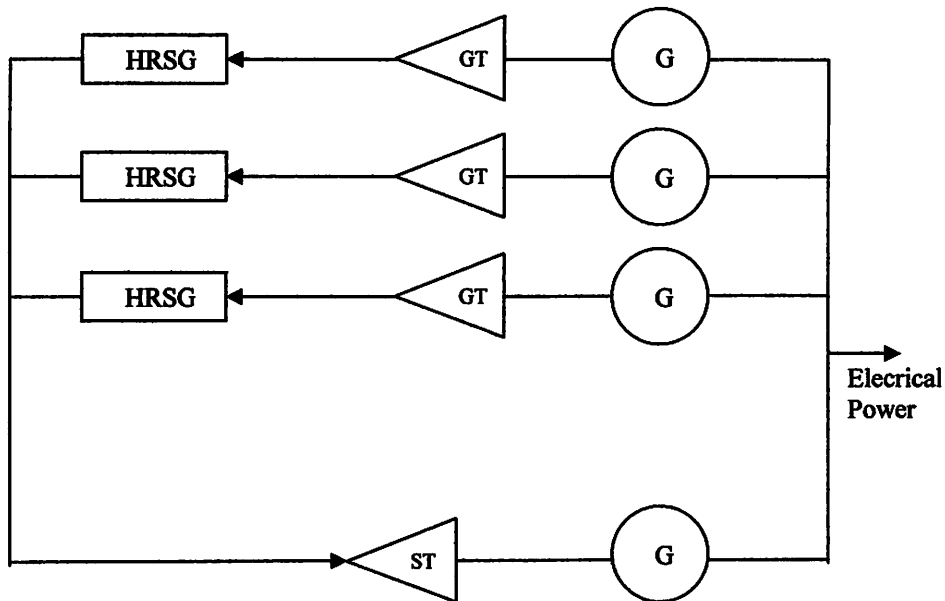
**Gambar 2 -4**  
**Kurva Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar**

Sumber ; Allen J Wood & W.F Bruce,1984

Pembangkit Listrik Tenaga Termal mulai dikembangkan dan menjanjikan prospek yang demikian luas. Pembangkit Listrik Tenaga Termal tersebut adalah Combined Cycle Power Plant (CCPP) atau dalam bahasa Indonesia disebut Pusat Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).

Pada CCPP gas panas yang dibuang hasil pembakaran yang dibuang oleh turbin gas tersebut dimanfaatkan kembali melalui peralatan yang disebut *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) untuk menghasilkan siklus uap-air yang akan digunakan memutar sebuah turbin uap. Pembangkit listrik tenaga

termal jenis ini memiliki keuntungan karena efisiensi siklus termalnya menjadi lebih tinggi. Pada gambar 2-5 tampak diagram segaris dari sebuah blok CCPP yang terdiri atas tiga turbin gas, tiga HRSG dengan satu turbin uap.



**Gambar 2-5 : Diagram Segaris CCPP konfigurasi 3.3.1**

Sumber ; Abdul Kadir ; 1996 ; 92

### 2.2.3 Kendala Operasi PLTGU

PLTGU pada prinsipnya merupakan gabungan antara PLTG dan PLTU. Pembangunan PLTGU dimaksudkan untuk mengurangi kendala-kendala operasi yang dihadapi PLTG dan PLTU apabila masing-masing beroperasi sendiri-sendiri (independent) namun karena turbin uap pada PLTGU masih dapat dioperasikan meskipun turbin uapnya dimatikan, maka

dalam konfigurasi operasi yang demikian kendala-kendala operasi PLTGU pada dasarnya sama dengan kendala-kendala operasi PLTG.

Hal yang diuntungkan dari pengoperasian PLTGU adalah kapasitas maksimum yang meningkat dan kecepatan melakukan perubahan beban. Untuk tingkat bahan bakar yang sama, tentunya PLTGU akan dapat membangkitkan daya listrik yang lebih besar daripada PLTU dan PLTG.

Ciri-ciri spesifik dari operasi PLTGU adalah:

- PLTU hanya dapat membangkitkan daya listrik bila PLTG beroperasi.
- Kurva masukan-keluaran PLTGU bukan merupakan penjumlahan kurva masukan-keluaran dari PLTG dan PLTU, jadi sifatnya spesifik.

Sedangkan mengenai kecepatan perubahan beban lebih disebabkan adanya blok PLTG, sehingga apabila terjadi kenaikan beban pada Blok PLTG, Blok tersebut dapat merespon perubahan dengan cepat tanpa mengganggu operasional blok PLTU-nya.

Sistem yang demikian ini sangat menguntungkan bagi sebuah pembangkit termal. Selain karena efisiensi total pusat listrik tersebut meningkat, juga pusat listrik tersebut dapat dioperasikan untuk memikul beban dasar, selain juga memikul beban menengah, dan sewaktu-waktu dapat dioperasikan untuk memikul beban puncak yang perubahan bebannya cukup fluktuatif. Tetapi bagaimanapun hal ini tetap tergantung pada biaya bahan bakar yang diperlukan.



dalam konfigurasi operasi yang termasuk kendala-kendala operasi PLTU pada

lainnya serta dengan kendala-kendala operasi PLTU.

Hal yang ditunjukkan dari pengoperasian PLTU adalah kapasitas

maksimum yang mungkin dan kemampuan melakukan perubahan beban untuk

tingkat beban faktor yang sama. Untuk PLTU akan dapat membatalkan

daya listrik yang lebih besar daripada PLTU dan PLTU.

Untuk ini operasi dan operasi PLTU adalah:

\* PLTU hanya dapat membangkitkan daya listrik jika PLTU beroperasi.

\* Untuk menaikkan-keluaran PLTU, beban merupakan pertimbangan

untuk menaikkan-keluaran dan PLTU dan PLTU, jadi sistem operasi.

Sehingga dengan kemampuan perubahan beban lebih disebabkan adanya

blok PLTU sehingga apabila kondisi beban pada Blok PLTU Blok

tersebut dapat merespon perubahan dengan cepat tanpa mengganggu

operasional blok PLTU-nya.

Sistem yang demikian ini sangat menguntungkan bagi sistem

pendistribusian tenaga. Selain karena efisiensi total pada listrik tersebut

meningkat, juga pada listrik tersebut dapat dipisahkan untuk memikul beban

dasar, selain juga memikul beban menengah dan sekutuannya dapat

dipisahkan untuk memikul beban puncak yang perubahan bebanya cukup

fluktuatif. Untuk pengaliran pada ini tetap tergantung pada daya beban

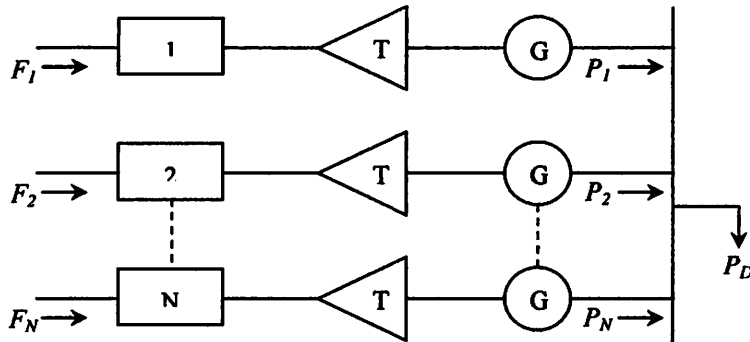
bekas yang dibekalkan.

#### 2.2.4 Pembebanan Ekonomis Pembangkit Listrik

Pembebanan ekonomis atau *economic dispatch* adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam sistem tenaga listrik, secara optimal dan ekonomis pada harga beban tertentu. Komponen terbesar dari biaya pembangkitan adalah biaya bahan bakar. Oleh sebab itu dengan dilakukannya *economic dispatch* berarti pula didapatkan biaya bahan bakar pembangkitan yang paling murah.

Sistem tenaga listrik dengan mengabaikan rugi-rugi transmisi dapat dilihat pada gambar 2-6. Sistem ini memperlihatkan pembangkit termal yang terdiri atas  $N$  buah unit yang dihubungkan pada sebuah bus bar untuk melayani total beban sebesar  $P_D$ . Masukan untuk setiap unit ke- $i$  adalah  $F_i$  yang menyatakan tingkat biaya bahan bakar dari masing-masing unit, dan daya keluaran dari masing-masing unit  $P_i$  adalah daya listrik yang dibangkitkan oleh tiap-tiap unit.

Biaya total  $F_T$  yang ditanggung sistem adalah jumlah biaya dari tiap-tiap unit pembangkit. Dan batasan yang paling penting dari pengoperasian pembangkit termal tersebut adalah daya listrik yang dihasilkan harus sama dengan besarnya beban konsumen.



**Gambar 2-6 : N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban  $P_D$**

Sumber ; Hadi Saadat ; 1999 ; 268

Fungsi obyektif (objective function)  $F_T$  sama dengan biaya bahan bakar total yang dibutuhkan untuk melayani beban dari pusat listrik tersebut. Dengan mengabaikan rugi-rugi yang terjadi pada jaringan transmisi, gambaran diatas dapat pula dijabarkan secara matematis seperti dibawah ini.

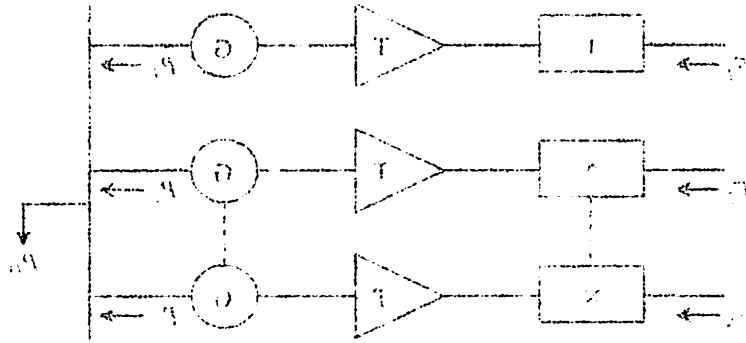
Biaya bahan bakar total pada Pembangkit Termal dengan N Blok adalah jumlah seluruh atau total bahan bakar yang di pakai unit pembangkit termal yang beroperasi

$$F_T = F_1 + F_2 + \dots + F_N$$

$$F_T = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan ;  $F_T$  ; Fungsi biaya bahan bakar total

Dan daya listrik yang dihasilkan oleh setiap Blok untuk melayani beban total adalah:



Gambar 2-6 : A blok transfer sistem kontrol tertutup

Sumber : [1] : 1999 : 208

fungsi objektif (objective function)  $J$  suatu sistem yang dalam hal ini total yang dibutuhkan untuk waktu dan biaya yang diperlukan. Dengan menggunakan teknik-teknik yang terdapat pada lingkungan permasalahan ini dapat pula dijabarkan secara matematis sebagai dibawah ini

Berikut bentuk bentuk total pada lingkungan kontrol dengan  $n$  blok adalah jumlah seluruh sum total bentuk yang di bagian dan berangkai

tersebut yang berpetaka

$$A_i = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

$$A_i = \sum_{k=1}^n A_k(t) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :  $A_i$  : fungsi biaya bahan baku total

Dan juga bentuk yang dibutuhkan oleh setiap blok untuk membangun bahan total

adalah:

$$P_R = \sum_{i=1}^N P_i \dots\dots\dots(2.2)$$

$$P_R - \sum_{i=1}^N P_i = \phi = 0 \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan  $P_R$  = kebutuhan beban, dan

$P_i$  = jumlah daya yang dihasilkan.

Penyelesaian permasalahan optimasi terkendala seperti ini dapat diselesaikan dengan metode yang menyangkut Fungsi Lagrange:

$$L = F_i + \lambda \phi \dots\dots\dots(2.4)$$

atau

$$L = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) + \lambda \left( P_R - \sum_{i=1}^N P_i \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana  $\lambda$  = Lagrange Mutiplier.

Bila L diturunkan terhadap  $\lambda$  maka diperoleh :

$$(\partial L / \partial P_i) = \frac{dF_i(P_i)}{dP_i} - \lambda \dots\dots\dots(2.6)$$

Untuk mencari harga optimal fungsi Lagrange terhadap  $P_i$ , persyaratan yang harus dipenuhi adalah  $(\partial L / \partial P_i) = 0$

$$\text{atau } \frac{dF_i(P_i)}{dP_i} - \lambda = 0$$

$$\text{atau } \frac{dF_i(P_i)}{dP_i} = \lambda \dots\dots\dots(2.7)$$

### 2.3 Penyelesaian *Economic Dispatch* Dengan Metode Iterasi Lamda.

Pada metode iterasi lamda ( $\lambda$ ), lamda ditentukan dahulu kemudian dihitung harga keluaran untukn tiap-tiap unit pembangkit. Bila jumlah dari daya keluaran tiap-tiap unit pembangkit tidak sama dengan daya beban maka dilakukan perhitungan kembali harga lamda berikutnya untuk mendapatkan lamda berikutnya yang mendekati solusi sebenarnya, setelah beberapa kali iterasi.

### 2.4 Implementasi Metode Genetic Algoritma untuk ED.

#### 2.4.1. Pengkodean

Kromosom terbentuk dari 2 titik operasi yang merupakan beban dari generator i. Panjang dari string di tentukan menurut jumlah dari generator yang online. Dengan metode ini, Panjang string pada saat minimum lebih kecil di bandingkan dengan bit binary.

#### 2.4.2 Fungsi Fitness

Fungsi Fitness ini di gunakan selama pencarian solusi global optimum. Dimana fungsi Fitness Genetic Algorithm dihitung untuk memecahkan masalah besarnya biaya total yang paling minimum dari masing-masing unit pembangkit termal.

$$F = K/F_t \dots \dots \dots (2.1)$$

### 2.3. Perencanaan Ekonomi Dengan Metode Iterasi Landa

Pada metode iterasi landa (2.2) landa diberikan dalam komposisi ditinjau pada kelainan untuk tiap-tiap unit pembangkit. Pada jumlah dari daya kelainan tiap-tiap unit pembangkit tidak sama dengan daya beban maka dilakukan perhitungan kembali pada landa berikutnya untuk mendapatkan landa berikutnya yang merupakan solusi sebenarnya, setelah beberapa kali iterasi.

### 2.4. Implementasi Metode Genetic Algorithm untuk ED

#### 2.4.1. Pendahuluan

Komponen tersebut dan 2 titik operasi yang merupakan beban dari generator. Panjang bus yang di tentukan menurut jumlah dari generator yang online. Dengan metode ini, panjang string pada saat minimum lebih kecil di bandingkan dengan bus bus.

#### 2.4.2. Fungsi Fitness

Fungsi fitness ini di gunakan selama pencarian solusi global optimum. Dimana fungsi fitness Genetic Algorithm adalah untuk memecahkan masalah biasanya biaya yang paling minimum dan masing-masing unit pembangkit terinci.

$$F = \sum_{i=1}^n C_i P_i \dots (2.1)$$

Dimana  $K$  adalah konstan. Digunakan untuk memperkuat ( $1/Ft$ ) dimana perolehan nilainya terlalu kecil sehingga kesesuaian dari nilai kromosom akan mempunyai lingkup yang lebih luas.

### 2.4.3 Crossover

Fungsi dari operator persilangan adalah untuk menghasilkan kromosom anak baru dari induk kromosom dengan menggabungkan hasil dari persilangan titik tunggal. Pada kromosom dengan panjang  $l$ , pertama kali sebuah angka  $m$  antara  $1$  dan  $l$  akan dihasilkan. Kromosom anak pertama dibentuk dengan menambahkan elemen  $l-m$  terakhir dari kromosom kedua kepada elemen  $1-m$  terakhir dari kromosom kedua kepada elemen  $m$  yang pertama dari kromosom induk pertama. Pada persilangan titik  $2$ , titik diputuskan secara random sebagai persilangan titik  $0$  tunggal. Elemen-elemen antara  $2$  titik kemudian ditukar antara dua titik induk untuk menghasilkan dua anak.

### 2.4.4 Mutasi

Mutasi berfungsi untuk menghindari kehilangan hasil yang penting pada posisi khusus dalam sebuah string kromosom. Mutasi kromosom dapat diubah dengan cara biasa dengan cara biasa dimana akan menghasilkan nilai random  $m$  antara  $1$  dan  $l$  dan kemudian mengubah nilai random pada elemen ke  $m$  dari string. Nilai random yang di hasilkan antara  $0$  dan  $1$  lebih kecil dari nilai probabilitas mutasi maka kromosom tersebut akan dimutasi.



Ditunjuk A adalah kromosom. Digambarkan untuk memperjelas (10%) dimana perolehan informasi tentang letak sel-sel tersebut dari nilai kromosom akan menunjukkan lokasi yang lebih luas.

### 2.4.3. Cytosol

Fungsi dari operator perolehan adalah untuk menghasilkan kromosom anak dari induk kromosom dengan menggunakan hasil dari perolehan titik tunggal. Pada kromosom dengan panjang 1, pertama kali sebuah angka di mana 1 akan dibagikan. Kromosom anak pertama dibentuk dengan menambahkan elemen 1-m terakhir dari kromosom kedua kepada elemen 1-m terakhir dari kromosom kedua. Elemen m yang pertama dari kromosom induk pertama. Pada perolehan titik 2, titik dibentukkan secara random sebagai perolehan titik 0 tunggal. Elemen-elemen antara 2 titik kemudian dikurangkan dari titik induk untuk menghasilkan dua anak.

### 2.4.4. Mutasi

Mutasi berfungsi untuk menghasilkan ketidakteraturan hasil yang penting pada posisi kromosom dalam sebuah string kromosom. Mutasi kromosom dalam sebuah string dapat bias dengan cara bias dan menghasilkan nilai random di antara 1 dan A dan kemudian mengubah nilai random pada elemen ke m dari string. Nilai random yang dihasilkan antara 0 dan 1 lebih kecil dari nilai probabilitas mutasi maka kromosom tersebut akan dimutasi.

## **2.5 Metode Tabu Search**

Tabu search adalah suatu metode optimasi yang didasarkan pada prinsip yang berasal dari proses biologi, yang menghindari jebakan optimum lokal dengan menggunakan struktur memori jangka pendek, solusi-solusi paling baik yang baru terbentuk dimasukkan dalam daftar tabu yang membolehkan kembali ke solusi sebelumnya(backtracking). Tabu search menggunakan sebuah prosedur peningkatan iteratif yang dimulai dari sebuah solusi awal dan mencoba-coba beberapa solusi yang dilakukan secara acak untuk menentukan solusi yang paling baik.

Dalam algoritma tabu search, untuk memecahkan masalah optimasi kombinasi dari unit-unit pembangkit pada system tenaga listrik, ide dasarnya adalah untuk memilih solusi pada tingkat random atau acak dan kemudian memperoleh pendekatan terhadap solusi. Selama prosedur pencarian, solusi terbaik selalu disesuaikan dan disimpan sampai criteria penghentian bisa terpenuhi.

### **2.5.1 Komponen Utama Tabu Search**

Tabu search menggunakan sebuah prosedur peningkatan iteratif yang dimulai dari sebuah solusi awal dan mencoba-coba beberapa solusi yang dilakukan secara acak untuk menentukan solusi yang paling baik. Tabu search merupakan suatu prosedur optimasi yang kuat yang telah sukses dijalankan pada sebuah masalah optimasi kombinatorial.

3.2 Metode Tabu Search

Tabu search adalah suatu metode optimasi yang didasarkan pada prinsip yang berasal dari proses biologi, yang menggunakan jejakkan optimum lokal dengan menggunakan struktur memori jangka pendek, solusi-solusi yang baik yang pernah terbentuk dimusulkan dalam daftar tabu yang meniadakan kembali ke solusi sebelumnya (backtracking). Tabu search menggunakan sebuah prosedur peningkatan iterasi yang dimulai dari sebuah solusi awal dan mencoba-coba beberapa solusi yang dibuktikan secara baik untuk menentukan solusi yang paling baik.

Dalam algoritma tabu search untuk memecahkan masalah optimasi kombinasional dan multi-vari perulangan pada sistem tenaga listrik, ide dasarnya adalah untuk memilih solusi pada tingkat masalah yang baik dan kemudian memperolehi pendekatan terhadap solusi dengan prosedur pencarian solusi terbaik seperti diselesaikan dan disimpan sampai suatu pengamatan bisa tercapai.

3.2.1 Komponen Utama Tabu Search

Tabu search menggunakan sebuah prosedur peningkatan iterasi yang dimulai dari sebuah solusi awal dan mencoba-coba beberapa solusi yang dilakukan secara acak untuk menemukan solusi yang paling baik. Tabu search merupakan suatu prosedur optimasi yang kuat yang telah sukses diterapkan pada sebuah masalah optimasi kombinasional.

Komponen utama dari algoritma tabu search adalah daftar tabu (*tabu list*) dan level aspirasi (*aspiration level*) yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Daftar tabu (*tabu list*)

Merupakan suatu daftar yang digunakan untuk menghindari kembalinya solusi ke optimum lokal yang baru saja dilakukan, perpindahan selanjutnya yang sudah ada seperti yang ada dalam daftar tabu yang telah ditetapkan untuk mencapai solusi yang optimal harus tidak diperbolehkan. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan penyimpanan terhadap perpindahan pada struktur data seperti panjang struktur pertama yang disebut daftar tabu. Elemen-elemen daftar tabu ditentukan oleh besarnya solusi trial (coba-coba) yang telah dilakukan yang mana solusi baru yang terbentuk dimasukkan atau ditambahkan dibagian bawah dari daftar tabu dan solusi yang telah lama terbentuk dimasukkan atau ditambahkan ke bagian atas dari daftar tabu, sehingga dalam daftar tabu berisi tentang solusi-solusi terbaik yang dihasilkan dari solusi trial. Setelah solusi trial (coba-coba) dibangkitkan, maka solusi trial (coba-coba) dicek apakah ada dalam daftar tabu atau tidak ada. Jika tidak ada, maka ruang pencarian yang berhubungan akan dikurangi, begitu seterusnya. Pendekatan ini dimaksudkan untuk meningkatkan optimalitas lokal dengan strategi pelanggaran gerakan tertentu (atau secara luas dapat diartikan menghentikan). Tujuan dari klasifikasi tabu adalah untuk mencegah adanya siklus



atau pengulangan pencarian solusi dengan cara atau jalan yang sama atau pernah digunakan.

Elemen-elemen *tabu list* ditentukan oleh sebuah fungsi yang menggunakan informasi historis dari proses pencarian, yaitu peningkatan iterasi sampai iterasi  $Z$  dimasa lalu, dimana  $Z$  adalah ukuran dari daftar tabu (*tabu list*), yang dapat ditetapkan atau bervariasi tergantung pada aplikasi pada tahap pencarian. Daftar tabu (*tabu list*) diperoleh dengan mencatat gerakan dalam urutan pembuatannya. Setiap waktu elemen baru ditambahkan pada bagian bawah daftar, elemen terlama dalam daftar akan dihilangkan di bagian atasnya.

Adapun filosofi dari pencarian dengan menggunakan daftar tabu (*tabu list*) bertujuan agar langkah pencarian solusi terbaik tidak terjebak dalam optimum lokal namun langkah pencarian dibimbing untuk selalu menuju ketitik optimum global dan mencegah terjadinya *backtracking* dimana suatu kondisi kembali kepada solusi yang pernah dilalui atau keadaan yang menjauhi titik optimum global. Hal ini dikarenakan pada sistem tabu search menggunakan memori jangka pendek yang mencatat atau merekam solusi-solusi terbaik yang pernah didapatkan untuk dimasukkan dalam daftar tabu (*tabu list*). Struktur memori melarang atau menghentikan gerakan tertentu yang akan kembali ke solusi yang sebelumnya atau pernah digunakan.

... dan pengembangan penelitian dalam dunia yang  
sangat dinamis dan berkembang.

... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).  
... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).  
... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).

... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).  
... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).  
... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).  
... dan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang  
menyusun informasi tersebut dari proses penelitian yang  
dapat dilakukan melalui berbagai cara dan metode yang  
dapat dilakukan oleh peneliti (Wahyuni, 2010).

Dimensi daftar tabu (*tabu list*) disebut dengan ukuran daftar tabu (*tabu list*). Jika ukurannya terlalu besar maka solusi dengan kualitas tinggi tidak dapat tercapai, sedangkan bila ukurannya terlalu kecil maka perputaran kembali bisa terjadi dalam proses pencarian dan proses ini sering kembali ke solusi yang baru saja dilakukan atau dikunjungi, sehinggalah pilihan dalam daftar tabu (*tabu list*) sangat penting. Secara empiris, ukuran daftar tabu (*tabu list*) harus tumbuh sesuai dengan ukuran masalah yang akan diselesaikan. Dalam skripsi ini, menggunakan daftar perpaduan yang dinamis yang berperan sebagai daftar tabu (*tabu list*), yang ukurannya adalah 10 untuk mencatat dan merekam solusi yang baru saja dilakukan. Hal ini berarti perpindahan akan disimpan dalam tabu untuk durasi waktu selama 10 perpindahan. Untuk perpindahan selanjutnya dicek apakah lebih baik dari yang ada dalam daftar tabu (*tabu list*), dan jika lebih baik diambil dan dipilih dari daftar tabu (*tabu list*) yang terjelek dibuang dan apabila tidak proses kelanjutan.

## 2. Kriteria Aspirasi (*aspiration level*)

Merupakan masukan dalam daftar tabu yang berupa nilai tertentu sebagai fungsi evaluasi, oleh karena itu kriteria aspirasi digunakan untuk memungkinkan perpindahan tabu jika perpindahan tersebut dinilai memberikan solusi yang lebih baik. Dengan kata lain, kriteria aspirasi adalah untuk memungkinkan perpindahan tabu



yang lebih baik dari perpindahan sebelumnya untuk diseleksi jika tingkat aspirasinya diperoleh dengan baik. Status tabu dari sebuah gerakan bukanlah absolut, tetapi dapat dilanggar juga kondisi tertentu bisa dipenuhi, yang dinyatakan dengan level aspirasi (*aspiration level*). Jika kriteria aspirasi yang tepat terpenuhi maka gerakan dapat diterima meskipun berada dalam klasifikasi tabu. Intinya, kriteria aspirasi dimaksudkan untuk meniadakan status tabu jika suatu gerakan “cukup baik” dengan pengertian menghasilkan solusi dengan fungsi objektif yang lebih baik dari pada solusi sebelumnya dengan gerakan yang sama. Akibatnya, level aspirasi (*aspiration level*) yang dihubungkan dengan setiap gerakan dalam daftar tabu adalah sama dengan nilai fungsi obyektif yang diperoleh ketika menjalankan gerakan. Efektifitas dalam penggunaan kriteria aspirasi adalah menambah sedikit fleksibilitas dalam *tabu search* dengan mengarahkan pencarian kepada gerakan yang atraktif.

## 2.6 Algoritma Program

### 2.6.1 Algoritma Penyelesaian *Economic Dispatch* menggunakan Metode *Genetic Algorithms And Tabu Search*

Urutan langkah-langkah dalam program komputer yang menggunakan metode *Genetic Algorithms And Tabu Search* adalah sebagai berikut :

1. inialisasi populasi dari solusi coba-coba *parent* yang telah dibangkitkan. Solusi lainnya diambil sebagai sebuah vector biner yang sesuai dengan dimensi untuk jumlah *variable control*.
2. Evaluasi fungsi fitness  $\emptyset + S_{t_i}(P_i)$  untuk vector solusi lainnya
3. Cek untuk kondisi penghentian. Jika terpenuhi “Stop the process”, jika tidak lanjutkan ke langkah berikutnya
4. Membuat salinan anggota terbaik dari populasi terkini untuk membentuk populasi baru
5. Menggunakan algoritma *tabu search* untuk membangkitkan anggota baru dalam populasi baru (kira-kira 25%) sebagai tetangga yang dipilih secara acak dalam populasi terkini.

**Adapun langkah-langkah algoritma *tabu search* sebagai berikut:**

- 5.1. Seleksi kromosom secara acak dari solusi terkini
- 5.2. Untuk seleksi kromosom yang dibangkitkan secara acak dari solusi tetangga dan dihitung nilai fungsi fitnessnya.
- 5.3. Memilah tetangga dari atas ke bawah dengan menyesuaikan dengan nilai fitnessnya dan bentuk tes secara satu per satu sampai satu dari solusi diterima

Algorithm Program 2.6

2.0.1 Algorithm for finding a minimum spanning tree (MST) of a weighted undirected graph

Find a minimum spanning tree (MST) of a weighted undirected graph

1. Input: A weighted undirected graph  $G = (V, E)$  with  $n$  vertices and  $m$  edges.  
2. Output: A minimum spanning tree (MST) of  $G$ .

3. Initialization: Let  $T$  be the set of edges  $\{e_1, e_2, \dots, e_{n-1}\}$ .

4. Repeat the following steps until  $T$  is a minimum spanning tree:  
5. Find an edge  $e \in E \setminus T$  such that  $T \cup \{e\}$  is a forest.

6. Add  $e$  to  $T$ .

7. If  $T \cup \{e\}$  contains a cycle, remove the edge  $e$  from  $T$ .  
8. If  $T \cup \{e\}$  contains a cycle, remove the edge  $e$  from  $T$ .

9. Return  $T$ .

10. End of algorithm.

11. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

12. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

13. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

14. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

15. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

16. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

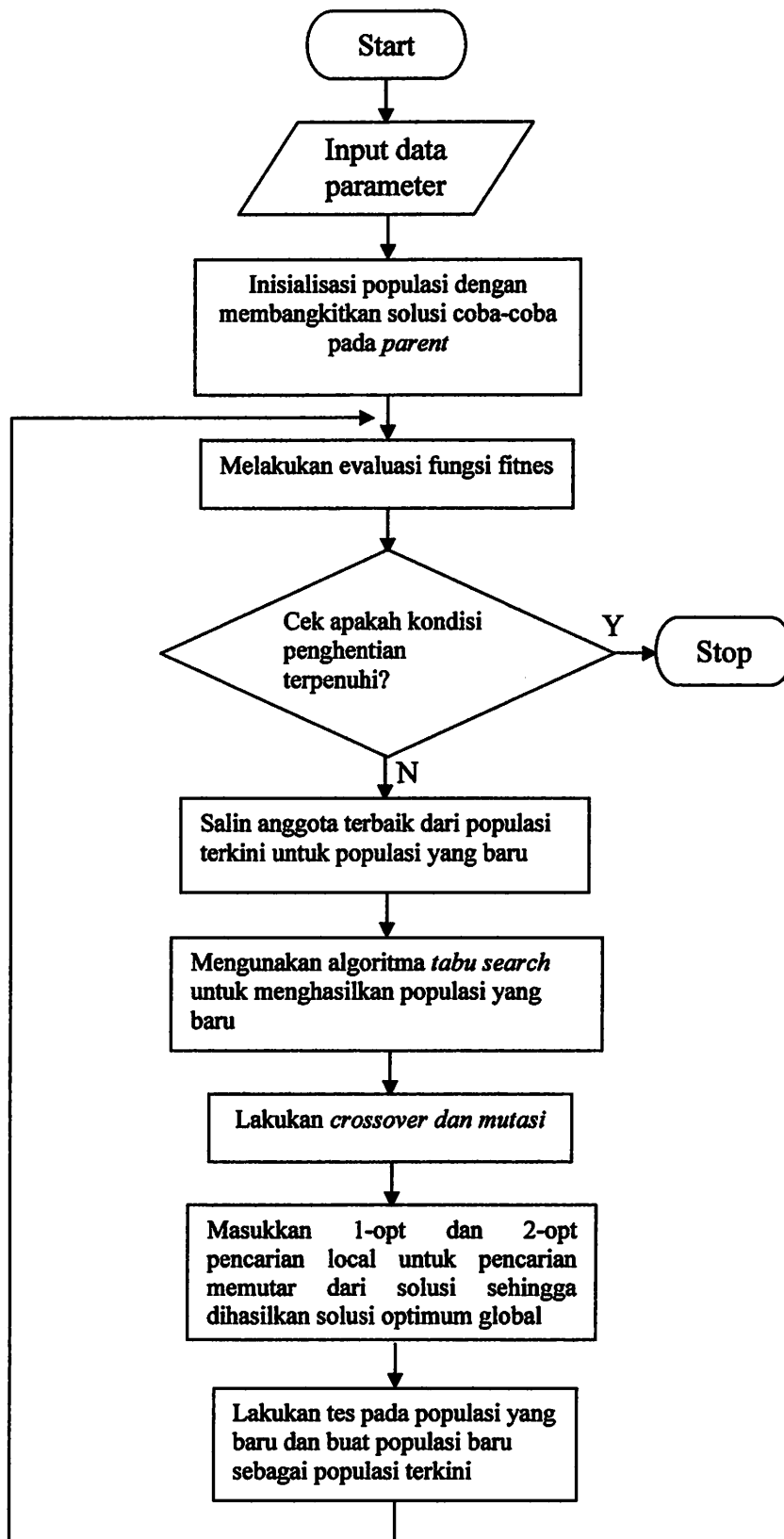
17. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

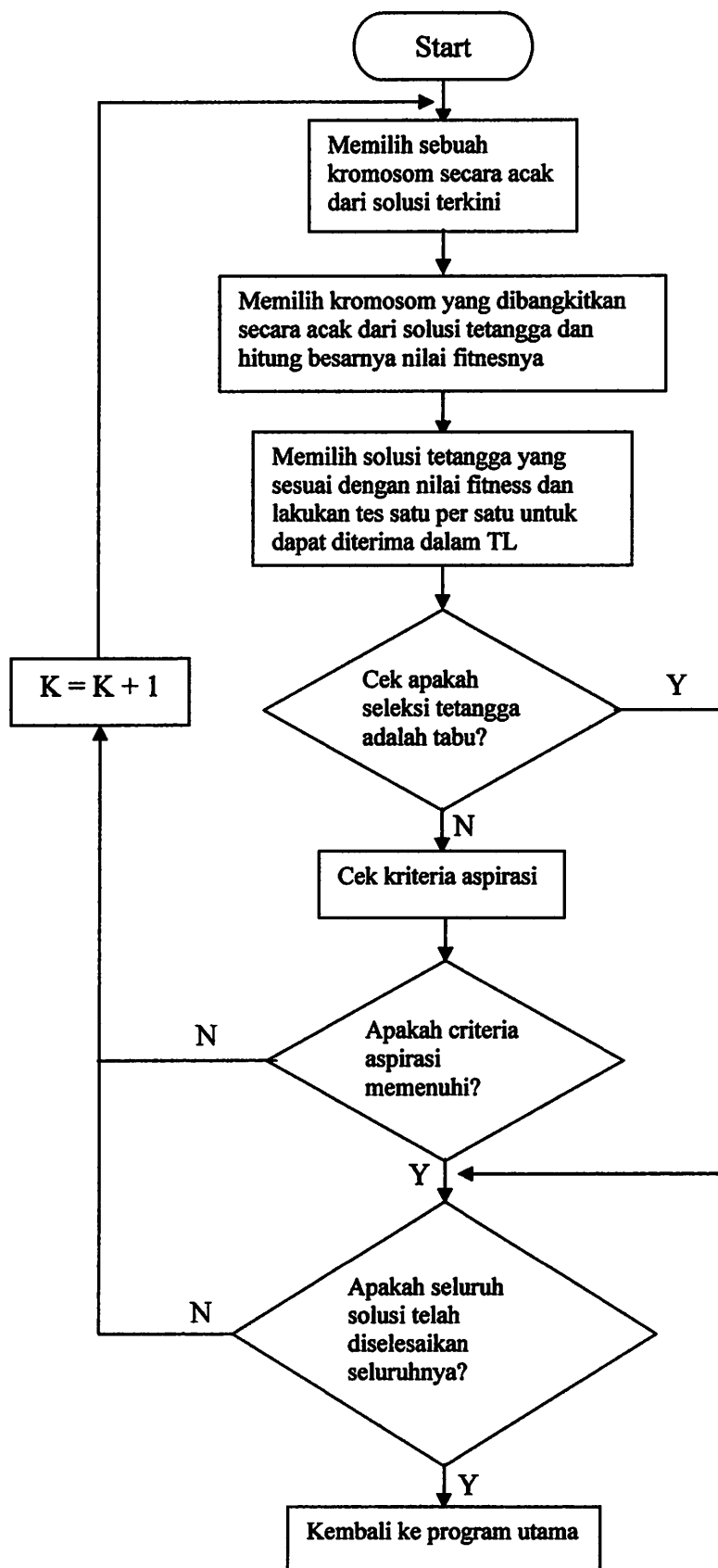
18. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

19. The algorithm finds a minimum spanning tree of a weighted undirected graph.

- 5.4. Cek apakah seleksi tetangga adalah Tabu. Jika tidak tabu menerima solusi dan lanjutkan ke langkah 6. Jika Tabu, cek untuk kesesuaian nilai aspirasi(AV)
- 5.5. Jika AV sesuai, terima solusi dan lanjutkan ke langkah 6. jika ditolak, lanjutkan ke langkah berikutnya
- 5.6. Apakah solusi yang diperlukan dipenuhi, jika “ya” kembali ke program utama. Jika “tidak” lanjutkan ke langkah 1.
6. Memasukkan operator *crossover* dan *mutasi* untuk melengkapi anggota dari populasi baru
7. Memasukkan 1-opt dan 2-opt *local search* untuk pencarian memutar dari bagian solusi untuk mendapatkan populasi baru
8. Lakukan tes pada populasi yang baru dan buat populasi baru sebagai populasi terkini., kemudian lanjutkan proses ke langkah 2

## Flowchart Genetic Algorithm



**Flowchart Tabu Search**

### **BAB III**

## **PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS UAP**

### **3.1. PLTGU Gresik**

Pada pertengahan tahun 1978 untuk pertama kali di kota Gresik dibangun Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan total kapasitas 40 MW yang terdiri dari 2 mesin pembangkit masing-masing berkapasitas 20 MW, dalam wilayah unit kerja PLN sektor Perak. Awal tahun 1981 di lokasi yang sama dibangun lagi 2 pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berkapasitas masing-masing 100 MW. Berdasarkan SK direksi PLN no. 023 / DIR / 1981 tgl 16 Maret 1981, kedua pusat listrik tersebut di jadikan satu wilayah kerja tersendiri dengan nama PLN sektor Gresik. Penambahan mesin pembangkit pun terus dilaksanakan sejalan dengan tuntutan kebutuhan tenaga listrik hingga pada awal tahun 1989 total kapasitas PLN sektor Gresik menjadi  $\pm 702$  MW.

Pada pertengahan tahun 1996 berdasarkan SK Dirut PT PLN PJB II no.023.K/Dir/1992, tanggal 4 Pebruari 1992, dibentuk sektor Gresik Baru (SGRB) dengan total kapasitas 1578,78 MW yang terdiri atas 3 blok daur ganda (combined cycle) yang masing-masing blok terdiri atas 3 unit GT 9 (per GT berkapasitas 112,45 MW) dan 1 unit ST yang berkapasitas 188,98 MW.

Pada tahun 1997 terjadi penggabungan antara sektor Gresik baru dengan nama baru yaitu PT PLN PJB II Unit Pembangkitan Gresik.

BAB III

PERKEMBANGAN LISTRIK TENAGA GAS UAP

3.1. PERKEMBANGAN

Pada pertengahan tahun 1978 untuk pertama kali di Gresik dibangun Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan total kapasitas 40 MW yang terdiri dari 2 mesin pembangkit masing-masing berkapasitas 20 MW dalam wilayah unit kerja PLN sektor Gresik. Awal tahun 1981 di tahun yang sama dibangun lagi 2 pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG) yang berkapasitas masing-masing 100 MW. Pembangunan PLTG tersebut telah selesai pada tahun 1981 dan telah mulai beroperasi di tahun yang sama. Wilayah kerja tersendiri dengan nama PLN sektor Gresik. Pembangunan mesin pembangkit yang terus dilaksanakan sebagai tambahan kebutuhan tenaga listrik hingga pada awal tahun 1989 total kapasitas PLN sektor Gresik menjadi 402 MW.

Pada pertengahan tahun 1990 pembangunan SK Ditin PLN PUD II no.023/KDIP/1992 tanggal 4 Februari 1992 dibenarkan sektor Gresik (Pam (GGRB) dengan total kapasitas 157,88 MW yang terdiri atas 3 blok dan ganda (combined cycle) yang masing-masing blok terdiri atas 2 unit GT (per GT berkapasitas 124,5 MW) dan 1 unit ST yang berkapasitas 188,98 MW.

Pada tahun 1997 terjadi pengembangan antara sektor Gresik dan dengan nama baru yaitu PT PLN PUD II Unit Pembangkitan Gresik.



### 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

Dari penjelasan diatas dapat dilihat data konfigurasi pada table 3-1 berikut ini.

**Tabel 3-1**  
Tipe Pembangkit di Unit Pembangkitan Gresik

| NO                              | BLOK        | FUEL          | KAPASITAS     | PABRIKAN              |
|---------------------------------|-------------|---------------|---------------|-----------------------|
| <b>Gas Turbin Power Plant</b>   |             |               |               |                       |
| <b>I</b>                        | <b>GT 1</b> | <b>HSD/NG</b> | <b>20 MW</b>  | <b>Alsthom-France</b> |
|                                 | <b>GT 2</b> | <b>HSD/NG</b> | <b>20 MW</b>  | <b>Alsthom-France</b> |
|                                 | <b>GT 3</b> | <b>HSD</b>    | <b>21 MW</b>  | <b>Alsthom-France</b> |
|                                 | <b>GT 4</b> | <b>HSD/NG</b> | <b>20 MW</b>  | <b>GE- USA</b>        |
|                                 | <b>GT 5</b> | <b>HSD/NG</b> | <b>21 MW</b>  | <b>GE- USA</b>        |
| <b>Steam Turbin Power Plant</b> |             |               |               |                       |
| <b>II</b>                       | <b>ST 1</b> | <b>HSD</b>    | <b>100 MW</b> | <b>Toshiba-Japan</b>  |
|                                 | <b>ST 2</b> | <b>HSD</b>    | <b>100 MW</b> | <b>Toshiba-Japan</b>  |
|                                 | <b>ST 3</b> | <b>HSD/NG</b> | <b>200 MW</b> | <b>Toshiba-Japan</b>  |
|                                 | <b>ST 4</b> | <b>HSD/NG</b> | <b>200 MW</b> | <b>Toshiba-Japan</b>  |

3.3. Keaktifan dan ketepatan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan. Hal ini dapat dilihat dari tingkat keaktifan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan yang tercermin dari ketepatan waktu penyusunan laporan keuangan perusahaan. Hal ini dapat dilihat dari tingkat keaktifan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan yang tercermin dari ketepatan waktu penyusunan laporan keuangan perusahaan.

Hal ini dapat dilihat dari tingkat keaktifan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan yang tercermin dari ketepatan waktu penyusunan laporan keuangan perusahaan.

Hal ini dapat dilihat dari tingkat keaktifan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan yang tercermin dari ketepatan waktu penyusunan laporan keuangan perusahaan.

Hal ini dapat dilihat dari tingkat keaktifan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan yang tercermin dari ketepatan waktu penyusunan laporan keuangan perusahaan.

Hal ini dapat dilihat dari tingkat keaktifan dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan yang tercermin dari ketepatan waktu penyusunan laporan keuangan perusahaan.

Tabel 3-1

Hasil pengujian hipotesis H1 dan H2

| NO                          | BLOK | FOKUS   | KAWASAN    | PARADIGMA         |
|-----------------------------|------|---------|------------|-------------------|
| Garis Tuntutan Power Plant  |      |         |            |                   |
| 1                           | GT 1 | REDAKSI | 20/11/2017 | Alatium-Frumo     |
|                             | GT 2 | REDAKSI | 20/11/2017 | Alatium-Frumo     |
|                             | GT 3 | REDAKSI | 21/11/2017 | Alatium-Frumo     |
|                             | GT 4 | REDAKSI | 20/11/2017 | GT-1234           |
|                             | GT 5 | REDAKSI | 22/11/2017 | GT-1234           |
| Sistem Tuntutan Power Plant |      |         |            |                   |
| 2                           | ST 1 | REDAKSI | 20/11/2017 | Tuntutan-tuntutan |
|                             | ST 2 | REDAKSI | 20/11/2017 | Tuntutan-tuntutan |
|                             | ST 3 | REDAKSI | 20/11/2017 | Tuntutan-tuntutan |
|                             | ST 4 | REDAKSI | 20/11/2017 | Tuntutan-tuntutan |

| <b>Combined Cycle Power Plant</b> |               |                  |                   |                   |
|-----------------------------------|---------------|------------------|-------------------|-------------------|
| <b>III</b>                        | <b>Blok 1</b> |                  |                   |                   |
|                                   | <b>GT 1.1</b> | <b>NG</b>        | <b>112,45 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   |               | <b>HSD</b>       | <b>100,98 MW</b>  |                   |
|                                   | <b>GT 1.2</b> | <b>NG</b>        | <b>112,45 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   |               | <b>HSD</b>       | <b>100,98 MW</b>  |                   |
|                                   | <b>GT 1.3</b> | <b>NG</b>        | <b>112,45 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   |               | <b>HSD</b>       | <b>100,98 MW</b>  |                   |
|                                   | <b>ST 1.0</b> | <b>-</b>         | <b>188,92 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   | <b>Blok 2</b> |                  |                   |                   |
|                                   | <b>GT 2.1</b> | <b>NG</b>        | <b>112,45 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   |               | <b>HSD</b>       | <b>100,98 MW</b>  |                   |
|                                   | <b>GT 2.2</b> | <b>NG</b>        | <b>112,45 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   |               | <b>HSD</b>       | <b>100,98 MW</b>  |                   |
|                                   | <b>GT 2.3</b> | <b>NG</b>        | <b>112,45 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
|                                   |               | <b>HSD</b>       | <b>100,98 MW</b>  |                   |
|                                   | <b>ST 2.0</b> | <b>-</b>         | <b>188,92 MW</b>  | <b>Mitsubishi</b> |
| <b>Blok 3</b>                     |               |                  |                   |                   |
| <b>GT 3.1</b>                     | <b>NG</b>     | <b>112,45 MW</b> | <b>Mitsubishi</b> |                   |
| <b>GT 3.2</b>                     | <b>NG</b>     | <b>112,45 MW</b> | <b>Mitsubishi</b> |                   |
| <b>GT 3.3</b>                     | <b>NG</b>     | <b>112,45 MW</b> | <b>Mitsubishi</b> |                   |
| <b>ST 3.0</b>                     | <b>-</b>      | <b>188,92 MW</b> | <b>Mitsubishi</b> |                   |
| <b>TOTAL KAPASITAS</b>            |               | <b>2280 MW</b>   |                   |                   |

*Sumber data operational PLTGU Gresik*

**Kapasitas terpasang PLTGU Unit Pembangkitan Gresik :**

Turbin Gas : 112,45 MW ( BBG ) dan 100,98 MW ( BBM )

Turbin Uap : 188,92 MW ( BBG )

Kapasitas total per Blok, Konfigurasi 3.3.1 : 526,26 MW

Kapasitas total PLTGU ( BBG ) : 1578,78 MW

| Kapasitas total Blok (Dibandingkan) |           |         |        |
|-------------------------------------|-----------|---------|--------|
| Blok 1                              |           |         |        |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 188,93 MW | -       | 0,1 TD |
| Blok 2                              |           |         |        |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 188,93 MW | -       | 0,1 TD |
| Blok 3                              |           |         |        |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 112,42 MW | 7%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 100,98 MW | 6%      | 0,1 TD |
| Mikrohidro                          | 188,93 MW | -       | 0,1 TD |
| TOTAL KAPASITAS                     |           | 2380 MW |        |

111

jumlah dan persentase (%) blok

Kapasitas total Blok (Dibandingkan) :

Terdapat 3 Blok (112,42 MW + 100,98 MW + 100,98 MW) :

Terdapat 1 Blok (188,93 MW) :

Kapasitas total per Blok (Dibandingkan) :

Kapasitas total Blok (Dibandingkan) :

**Kapasitas Minimum :**

Kapasitas total per Blok, konfigurasi 3.3.1 : 125 MW

Kapasitas total PLTGU : 375 MW

**Kapasitas Maksimum :**

Turbin Gas : 115 MW ( BBG )

Turbin Uap : 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 Produksi Energi Listrik pada Pusat Listrik Tenaga Gas-Uap Unit Pembangkitan Gresik**

Konsep dari sebuah PLTGU adalah pendayagunaan udara panas (500-550 °C) yang telah dihasilkan oleh sebuah atau beberapa turbin gas untuk digunakan sebagai sumber energi (kalor) guna memanaskan air di ketel agar dapat dihasilkan uap untuk mengoperasikan turbin uap. Pemanfaatan kembali uap panas yang sebelumnya dibuang ke atmosfer tersebut dapat meningkatkan efisiensi Pembangkitan Listrik Tenaga Termal.

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.

**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 sirkit HRSG.

**c) 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 empat buah Block Control Desk (BCD) yang pada prinsipnya merupakan terminal input-output dari komputer tersebut untuk memantau operasi PLTGU. Tugas utama

- Blok Turbin Gas
- Blok Turbin Uap
- Blok kendali operasi

Blok ini akan dioperasikan secara otomatis tentang perintah-perintah yang terdapat di PDC Unit Pembangkitan Gresik.

a) Blok pengendalian turbin bakar PDC Unit Pembangkitan Gresik. Berfungsi untuk mengendalikan turbin gas yang akan digunakan sebagai bahan bakar utama PDC, karena turbin bakar tersebut mungkin menerima beban proses pengaliran.

b) Blok Turbin Gas PDC Unit Pembangkitan Gresik. Selain berfungsi sebagai peralatan konversi energi listrik dari bahan bakar juga merupakan sumber energi panas yang akan dimanfaatkan oleh sistem HRSG.

c) Blok kendali operasi PDC Unit Pembangkitan Gresik. Berfungsi sebagai pusat sistem kontrol bagi seluruh blok PDC. Pengendalian operasi PDC berlangsung secara otomatis yang dibantu melalui terminal komputer yang terpasang di Control Centre Room (CCR). Bidang CCR terbagi menjadi dua blok Control Desk (BCD) yang pada prinsipnya merupakan terminal input-output dari komputer tersebut untuk menerima perintah PDC. Tugas utama

komputer adalah untuk menyelenggarakan supervisi dan pengendalian operasi PLTGU. Untuk menyelenggarakan tugas supervisi 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 Controller (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 penyimpanan informasi tertentu.

### **3.4 Pola Pembebanan Pada PLTGU Unit Pembangkitan Gresik**

Pola pembebanan di PLTGU Unit Pembangkitan Gresik dibentuk dengan menggunakan asumsi bahwa blok yang beroperasi dengan konfigurasi sama. Secara fisik hal ini disebabkan oleh peralatan yang digunakan, pabrikan, standart material, kapasitas terpasang, bahkan tahun pembuatan dan tahun pengoperasian masing-masing Blok tidak jauh berbeda. Dengan asumsi diatas maka diadakan test untuk mendapatkan data aliran bahan bakar pada setiap tingkat beban masing-masing blok.



komputer adalah untuk mengorganisir sumber daya yang tersedia  
 dan melakukan tugas yang berkaitan dengan pengolahan data dan informasi  
 yang berkaitan dengan komputer. Komputer merupakan alat yang digunakan untuk  
 melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.  
 Komputer ini dikenal sebagai alat yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.  
 Komputer yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.  
 Komputer yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.  
 Komputer yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.  
 Komputer yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.

1.1.1.1. Definisi dan Ciri-Ciri Komputer

Definisi komputer adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer. Ciri-ciri komputer adalah sebagai berikut:

- 1.1.1.1.1. Kemampuan melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.
- 1.1.1.1.2. Kemampuan melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.
- 1.1.1.1.3. Kemampuan melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.
- 1.1.1.1.4. Kemampuan melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.
- 1.1.1.1.5. Kemampuan melakukan pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan komputer.

Tabel 3-2, 3-3 dan 3-4 ini adalah tabel dari pola pembebanan pada konfigurasi 3.3.1 yang mana pada periode tertentu telah diterapkan di PLTGU Unit Pembangkitan Gresik. Tabel ini merupakan acuan bagi operator operasi yang bertugas pada Control Centre Room (CCR) untuk membagi beban per blok untuk memenuhi permintaan P3B. Sedangkan Tabel 3-5, 3-6, dan 3-7 memperlihatkan Total Aliran BBG per tingkat beban.

### **3.5 Data Pembangkitan**

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.

Data hasil perhitungan dilakukan dengan menggunakan faktor konversi yang bersesuaian ketika data dikumpulkan dan diolah. Misalnya nilai HHV bahan bakar gas rata-rata yang digunakan yaitu sebesar 1058,02 (BTU/SCF), adalah sesuai dengan hasil pengukuran nilai HHV rata-rata bahan bakar gas yang dilakukan oleh operator lapangan pada saat data dikumpulkan. Hal ini dimaksudkan untuk memperkecil perbedaan antara data hasil perhitungan yang dilakukan oleh para staf produksi di Unit Pembangkitan Gresik dengan hasil analisa.

Selanjutnya data aliran bahan bakar gas masing-masing blok yang telah ditabulasikan diatas, diplot .seperti terlihat pada table 3-2 di bawah ini.

Tabel 3-2, 3-3 dan 3-4 ini adalah tabel dari pola pembebanan pada konfigurasi 3.3.1 yang menunjukkan bahwa periode tertentu telah direkapitulasi oleh PPTGD. Untuk pembebanan listrik, Tabel ini merupakan beban bagi sistem operasi yang bertugas pada Control Centre Room (CCR) untuk menanggapi beban per blok untuk memenuhi permintaan PPTGD. Sedangkan Tabel 3-2, 3-3, dan 3-4 menunjukkan Total Aliran (TA) per tingkat beban.

### 3.3.1.1. Pola Pembebanan

PPTGD Unit pembebanan listrik terdiri dari 3 blok, masing-masing blok terdiri dari 2 buah Turbin gas dengan 2 Generator Turbo, 3 HRSG dan 1 buah Turbin uap dengan 1 generator turbo.

Data hasil perhitungan dilakukan dengan menggunakan faktor konversi

yang berdasarkan ketika data dikumpulkan dan diolah. Misalnya nilai HV

bahan bakar gas rata-rata yang digunakan yaitu sebesar 102803 (Btu/SCF).

Analisis sesuai dengan hasil perhitungan nilai HV, rata-rata bahan bakar gas

yang dilakukan oleh operator lapangan pada saat data dikumpulkan. Hal ini

dilakukan untuk memperoleh perbedaan antara data hasil perhitungan yang

dilakukan oleh para ahli produksi di Unit Pembebanan Listrik dengan hasil

analisis.

Selanjutnya data aliran bahan bakar gas masing-masing blok yang masih

diperoleh akan diteliti seperti terlihat pada tabel 3-2 di bawah ini.

**Tabel 3-2**

**Tabel Distribusi Beban Blok  
Pada Konfigurasi 3.3.1 – 3.3.1 – 3.3.1**

*Beban Total 375 MW – 725 MW*

| Jam | Beban Total | Beban Blok-1 | Beban Blok-2 | Beban Blok-3 | BBG Blok-1            | BBG Blok-2 | BBG Blok-3 | Total Aliran BBG |
|-----|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|------------|------------|------------------|
|     | (MW)        |              |              |              | (KNM <sup>3</sup> /H) |            |            |                  |
| 1   | 375         | 125          | 125          | 125          | 39.21                 | 39.21      | 39.21      | 117.63           |
| 2   | 400         | 125          | 125          | 150          | 39.21                 | 39.21      | 44.78      | 123.20           |
| 3   | 425         | 125          | 125          | 175          | 39.21                 | 39.21      | 47.98      | 126.40           |
| 4   | 450         | 125          | 125          | 200          | 39.21                 | 39.21      | 52.31      | 130.73           |
| 5   | 475         | 125          | 125          | 225          | 39.21                 | 39.21      | 55.62      | 134.04           |
| 6   | 500         | 125          | 125          | 250          | 39.21                 | 39.21      | 58.65      | 137.07           |
| 7   | 525         | 125          | 125          | 275          | 39.21                 | 39.21      | 62.98      | 141.40           |
| 8   | 550         | 125          | 125          | 300          | 39.21                 | 39.21      | 65.54      | 143.96           |
| 9   | 575         | 125          | 125          | 325          | 39.21                 | 39.21      | 70.12      | 148.54           |
| 10  | 600         | 125          | 125          | 350          | 39.21                 | 39.21      | 74.03      | 152.45           |
| 11  | 625         | 125          | 125          | 375          | 39.21                 | 39.21      | 77.96      | 156.38           |
| 12  | 650         | 125          | 225          | 300          | 39.21                 | 55.62      | 65.54      | 10.37            |
| 13  | 675         | 125          | 250          | 300          | 39.21                 | 58.65      | 65.54      | 163.40           |
| 14  | 700         | 125          | 275          | 300          | 39.21                 | 62.98      | 65.54      | 167.73           |
| 15  | 725         | 125          | 300          | 300          | 39.21                 | 65.54      | 65.54      | 170.29           |

Sumber : Data operasi PLTGU Gresik

Tabel 3-3

Tabel Distribusi Beban Blok  
Pada Konfigurasi 3.3.1 – 3.3.1 – 3.3.1

| Jam | Beban Total 750 MW – 1100 MW |                 |                 |                 |                       |               |               | Total<br>Allran<br>BBG |
|-----|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------|---------------|------------------------|
|     | Beban<br>Total               | Beban<br>Blok-1 | Beban<br>Blok-2 | Beban<br>Blok-3 | BBG<br>Blok-1         | BBG<br>Blok-2 | BBG<br>Blok-3 |                        |
|     | (MW)                         |                 |                 |                 | (KNM <sup>3</sup> /H) |               |               |                        |
| 16  | 750                          | 125             | 300             | 325             | 39.21                 | 65.54         | 70.12         | 174.87                 |
| 17  | 775                          | 125             | 300             | 350             | 39.21                 | 65.54         | 74.03         | 178.78                 |
| 18  | 800                          | 125             | 300             | 375             | 39.21                 | 65.54         | 77.96         | 182.71                 |
| 19  | 825                          | 225             | 300             | 300             | 55.62                 | 65.54         | 65.54         | 186.70                 |
| 20  | 850                          | 250             | 300             | 300             | 58.65                 | 65.54         | 65.54         | 189.73                 |
| 21  | 875                          | 275             | 300             | 300             | 62.98                 | 65.54         | 65.54         | 194.06                 |
| 22  | 900                          | 300             | 300             | 300             | 65.54                 | 65.54         | 65.54         | 196.62                 |
| 23  | 925                          | 300             | 300             | 325             | 65.54                 | 65.54         | 70.12         | 201.20                 |
| 24  | 950                          | 300             | 300             | 350             | 65.54                 | 65.54         | 74.03         | 205.11                 |
| 25  | 975                          | 300             | 300             | 375             | 65.54                 | 65.54         | 77.96         | 209.04                 |
| 26  | 1000                         | 300             | 350             | 350             | 65.54                 | 74.03         | 74.03         | 213.60                 |
| 27  | 1025                         | 300             | 350             | 375             | 65.54                 | 74.03         | 77.96         | 217.53                 |
| 28  | 1050                         | 300             | 375             | 375             | 65.54                 | 77.96         | 77.96         | 221.46                 |
| 29  | 1075                         | 350             | 350             | 375             | 74.03                 | 74.03         | 77.96         | 226.02                 |
| 30  | 1100                         | 375             | 375             | 350             | 77.96                 | 77.96         | 74.03         | 229.95                 |

Sumber : Data operasi PLTGU Gresik

**Tabel 3-4**

**Tabel Distribusi Beban Blok  
Pada Konfigurasi 3.3.1 – 3.3.1 – 3.3.1**

*Beban Total 1125 MW – 1500 MW*

| Jam | Beban Total | Beban Blok-1 | Beban Blok-2 | Beban Blok-3 | BBG Blok-1 | BBG Blok-2 | BBG Blok-3 | Total Aliran BBG |
|-----|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------------|
|     |             |              |              |              | (MW)       |            |            |                  |
| 31  | 1125        | 375          | 375          | 375          | 77.96      | 77.96      | 77.96      | 233.88           |
| 32  | 1150        | 375          | 375          | 400          | 77.96      | 77.96      | 83.04      | 238.96           |
| 33  | 1175        | 300          | 375          | 500          | 65.54      | 77.96      | 83.04      | 243.56           |
| 34  | 1200        | 350          | 375          | 475          | 74.03      | 77.96      | 95.81      | 247.80           |
| 35  | 1225        | 375          | 375          | 475          | 77.96      | 77.96      | 95.81      | 251.73           |
| 36  | 1250        | 375          | 375          | 500          | 77.96      | 77.96      | 100.06     | 255.98           |
| 37  | 1275        | 375          | 400          | 500          | 77.96      | 83.04      | 100.06     | 261.06           |
| 38  | 1300        | 350          | 475          | 475          | 74.03      | 95.81      | 95.81      | 265.65           |
| 39  | 1325        | 375          | 475          | 475          | 77.96      | 95.81      | 95.81      | 269.58           |
| 40  | 1350        | 375          | 475          | 500          | 77.96      | 95.81      | 100.06     | 273.83           |
| 41  | 1375        | 375          | 500          | 500          | 77.96      | 100.06     | 100.06     | 278.08           |
| 42  | 1400        | 400          | 500          | 500          | 83.04      | 100.06     | 100.06     | 283.16           |
| 43  | 1425        | 475          | 475          | 475          | 95.81      | 95.81      | 95.81      | 287.43           |
| 44  | 1450        | 475          | 475          | 500          | 95.81      | 95.81      | 100.06     | 291.68           |
| 45  | 1475        | 475          | 500          | 500          | 95.81      | 100.06     | 100.06     | 295.93           |
| 46  | 1500        | 500          | 500          | 500          | 100.06     | 100.06     | 100.06     | 300.18           |

Sumber : Data operasi PLTGU Gresik

**Tabel 3-5**

Total Aliran BBG per tingkat beban  
Pada Blok 1

| No | Tingkat<br>Beban | Total Aliran BBG     |         |
|----|------------------|----------------------|---------|
|    |                  | KNM <sup>3</sup> /Hr | MBTU/Hr |
| 1  | 150              | 46,55                | 1838,33 |
| 2  | 175              | 49,37                | 1939,69 |
| 3  | 200              | 53,11                | 2097,39 |
| 4  | 225              | 56,83                | 2244,30 |
| 5  | 250              | 59,67                | 2356,45 |
| 6  | 275              | 63,31                | 2460,71 |
| 7  | 300              | 65,25                | 2576,82 |
| 8  | 325              | 69,70                | 2752,55 |
| 9  | 350              | 73,77                | 2913,28 |
| 10 | 375              | 78,82                | 3112,72 |
| 11 | 400              | 83,59                | 3301,09 |
| 12 | 425              | 88,06                | 3477,62 |
| 13 | 450              | 92,69                | 3660,46 |
| 14 | 475              | 96,05                | 3793,15 |
| 15 | 500              | 99,98                | 3948,35 |

Sumber : Data test PLTGU Gresik

Catatan :

- 1 KNM<sup>3</sup> = 37,3258 MSCF
- HHV Bahan Bakar Gas = 1058,02 BTU/SCF

**Tabel 3-6**

Total Aliran BBG per tingkat beban  
Pada Blok 2

| No | Tingkat<br>Beban | Total Aliran BBG     |         |
|----|------------------|----------------------|---------|
|    |                  | KNM <sup>3</sup> /Hr | MBTU/Hr |
| 1  | 150              | 43,56                | 1720,44 |
| 2  | 175              | 47,42                | 1872,92 |
| 3  | 200              | 51,28                | 2025,44 |
| 4  | 225              | 55,15                | 2177,91 |
| 5  | 250              | 59,01                | 2330,43 |
| 6  | 275              | 62,87                | 2482,91 |
| 7  | 300              | 66,73                | 2635,42 |
| 8  | 325              | 70,59                | 2787,94 |
| 9  | 350              | 73,92                | 2919,21 |
| 10 | 375              | 78,23                | 3089,53 |
| 11 | 400              | 82,73                | 3267,44 |
| 12 | 425              | 87,28                | 3447,13 |
| 13 | 450              | 91,83                | 3626,82 |
| 14 | 475              | 96,38                | 3806,46 |
| 15 | 500              | 100,93               | 3986,15 |

Sumber : Data test PLTGU Gresik

Catatan :

- 1 KNM<sup>3</sup> = 37,3258 MSCF
- HHV Bahan Bakar Gas = 1058,02 BTU/SCF



Tabel 3-6

Total Aliran RBC per minggu beban  
Pada Biot 2

| No | Tinggi Beban | KMM/HR | Total Aliran RBC |
|----|--------------|--------|------------------|
| 1  | 120          | 43.78  | 1720.44          |
| 2  | 175          | 47.42  | 1872.02          |
| 3  | 200          | 51.28  | 2052.44          |
| 4  | 225          | 52.12  | 2177.01          |
| 5  | 250          | 59.01  | 2320.43          |
| 6  | 275          | 62.87  | 2482.01          |
| 7  | 300          | 66.73  | 2622.42          |
| 8  | 325          | 70.59  | 2787.04          |
| 9  | 350          | 73.92  | 2910.21          |
| 10 | 375          | 78.23  | 3080.22          |
| 11 | 400          | 82.73  | 3297.44          |
| 12 | 425          | 87.28  | 3447.13          |
| 13 | 450          | 91.83  | 3620.82          |
| 14 | 475          | 96.28  | 3800.46          |
| 15 | 500          | 100.93 | 3980.12          |

Sumber: Data dari PABU Biotik

Catatan :

- KMM<sub>0</sub> = 37.3228 MSCE
- H<sub>0</sub> = 1028.02 BTL/MSCE

**Tabel 3-7**

Total Aliran BBG per tingkat beban  
Pada Blok 3

| No | Tingkat<br>Beban | Total Aliran BBG     |         |
|----|------------------|----------------------|---------|
|    |                  | KNM <sup>3</sup> /Hr | MBTU/Hr |
| 1  | 150              | 41,44                | 1636,84 |
| 2  | 175              | 45,27                | 1787,78 |
| 3  | 200              | 49,09                | 1938,67 |
| 4  | 225              | 52,91                | 2089,61 |
| 5  | 250              | 56,73                | 2240,55 |
| 6  | 275              | 60,55                | 2391,48 |
| 7  | 300              | 64,37                | 2542,38 |
| 8  | 325              | 68,20                | 2693,32 |
| 9  | 350              | 72,31                | 2855,98 |
| 10 | 375              | 75,88                | 2996,73 |
| 11 | 400              | 80,22                | 3168,08 |
| 12 | 425              | 84,70                | 3344,96 |
| 13 | 450              | 89,18                | 3521,85 |
| 14 | 475              | 93,66                | 3698,77 |
| 15 | 500              | 98,13                | 3875,65 |

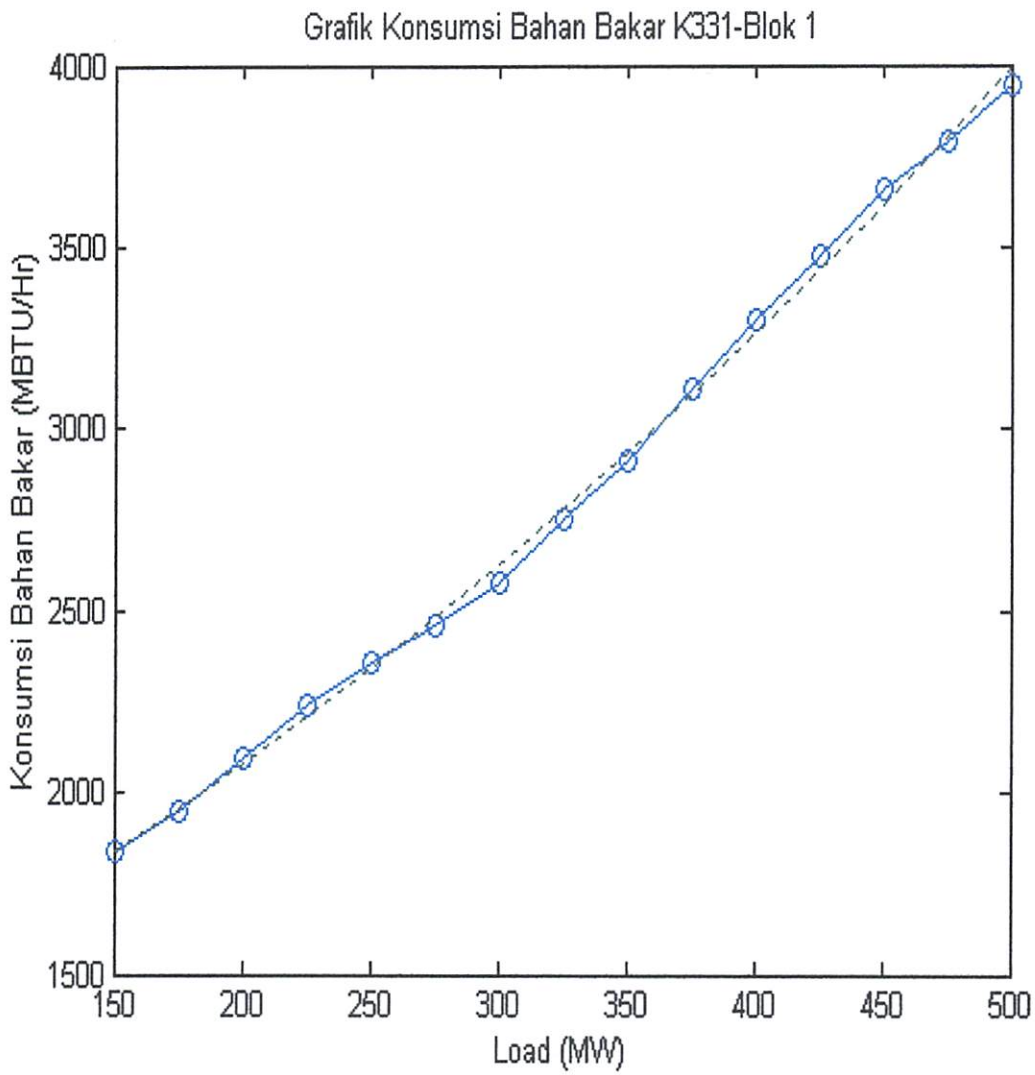
Sumber : Data test PLTGU Gresik

Catatan :

- 1 KNM<sup>3</sup> = 37,3258 MSCF
- HHV Bahan Bakar Gas = 1058,02 BTU/SCF

**Grafik 4.1 :**

Grafik Total aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar K331-Blok 1



Sumber : data test PLTGU gresik

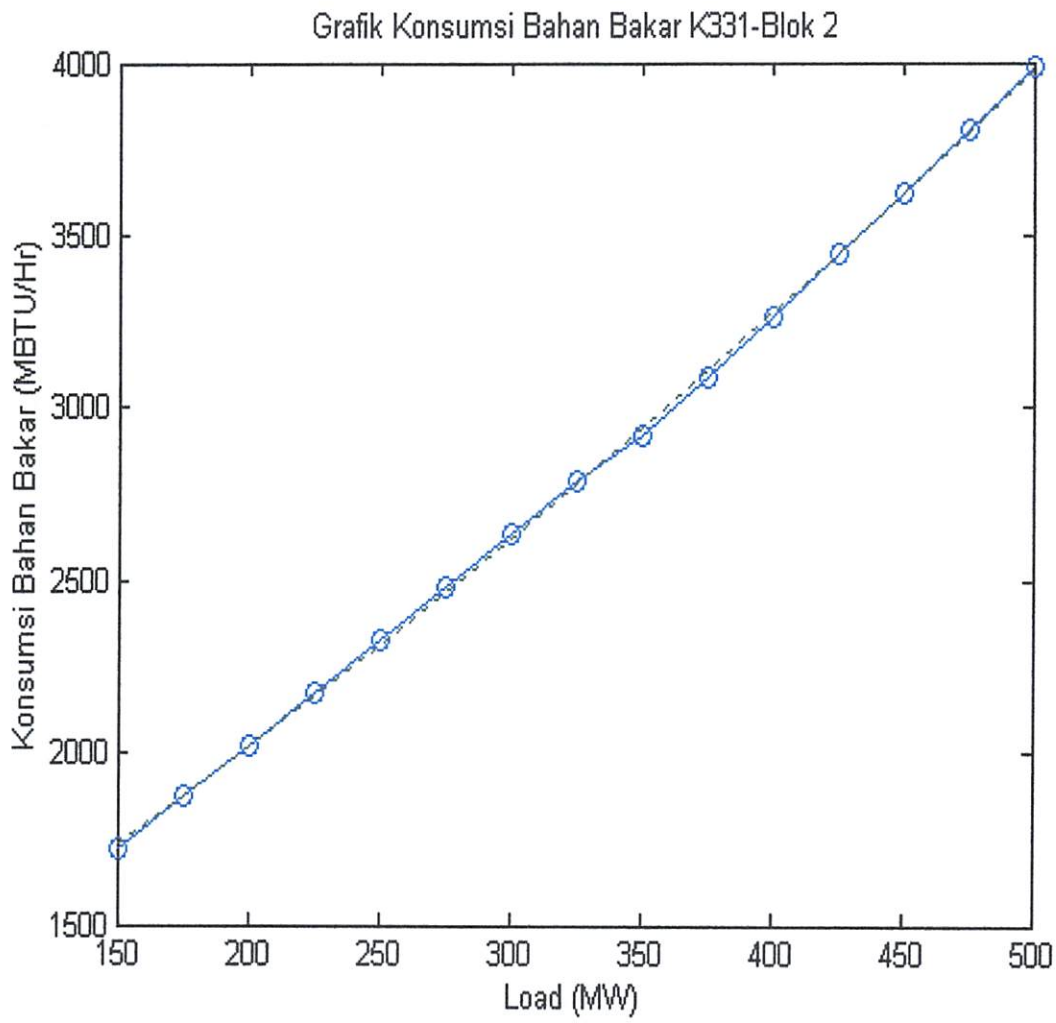
Ket : ————— : Konsumsi bahan bakar

- - - - - : Perkiraan

○ : Beban

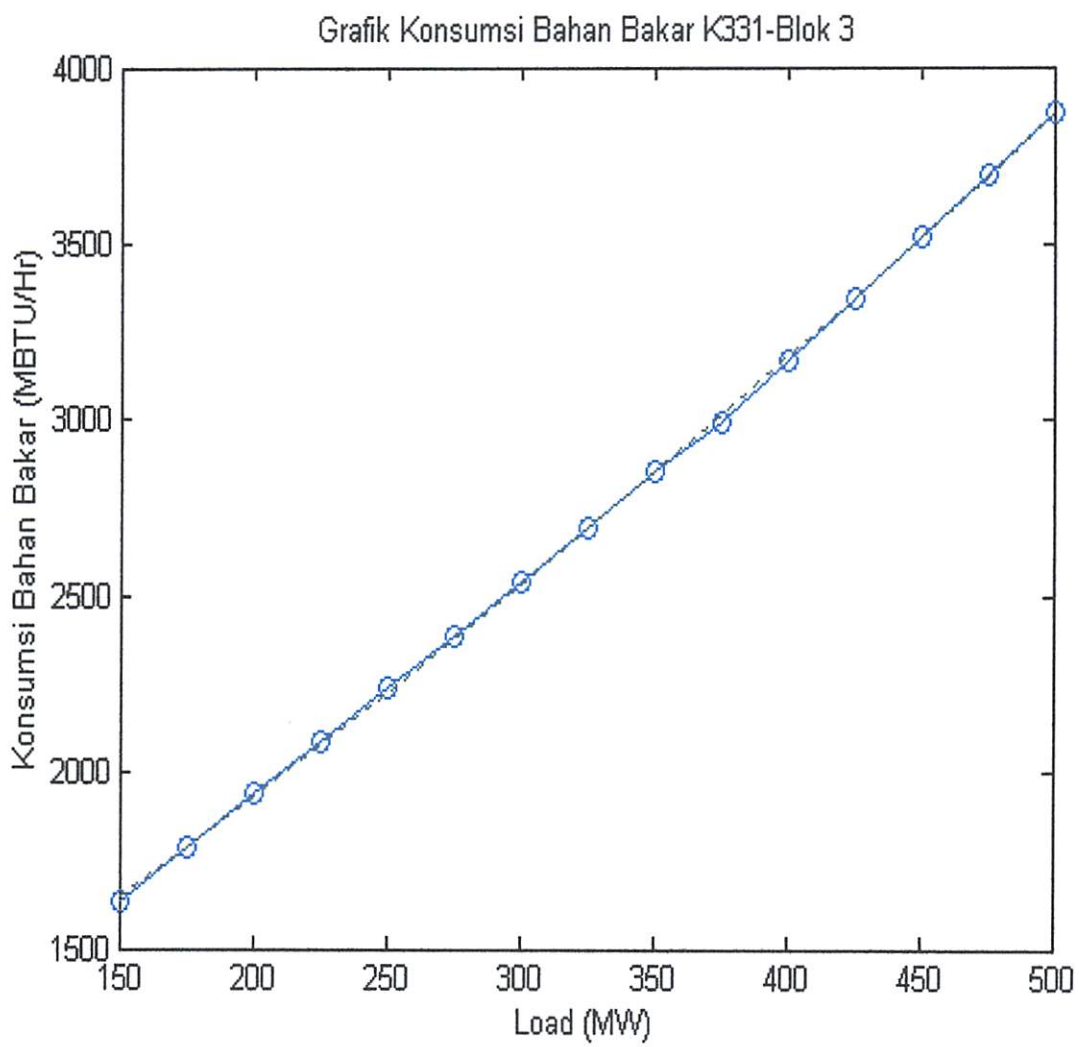
**Grafik 4.2 :**

Grafik Total aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar K331-Blok 2



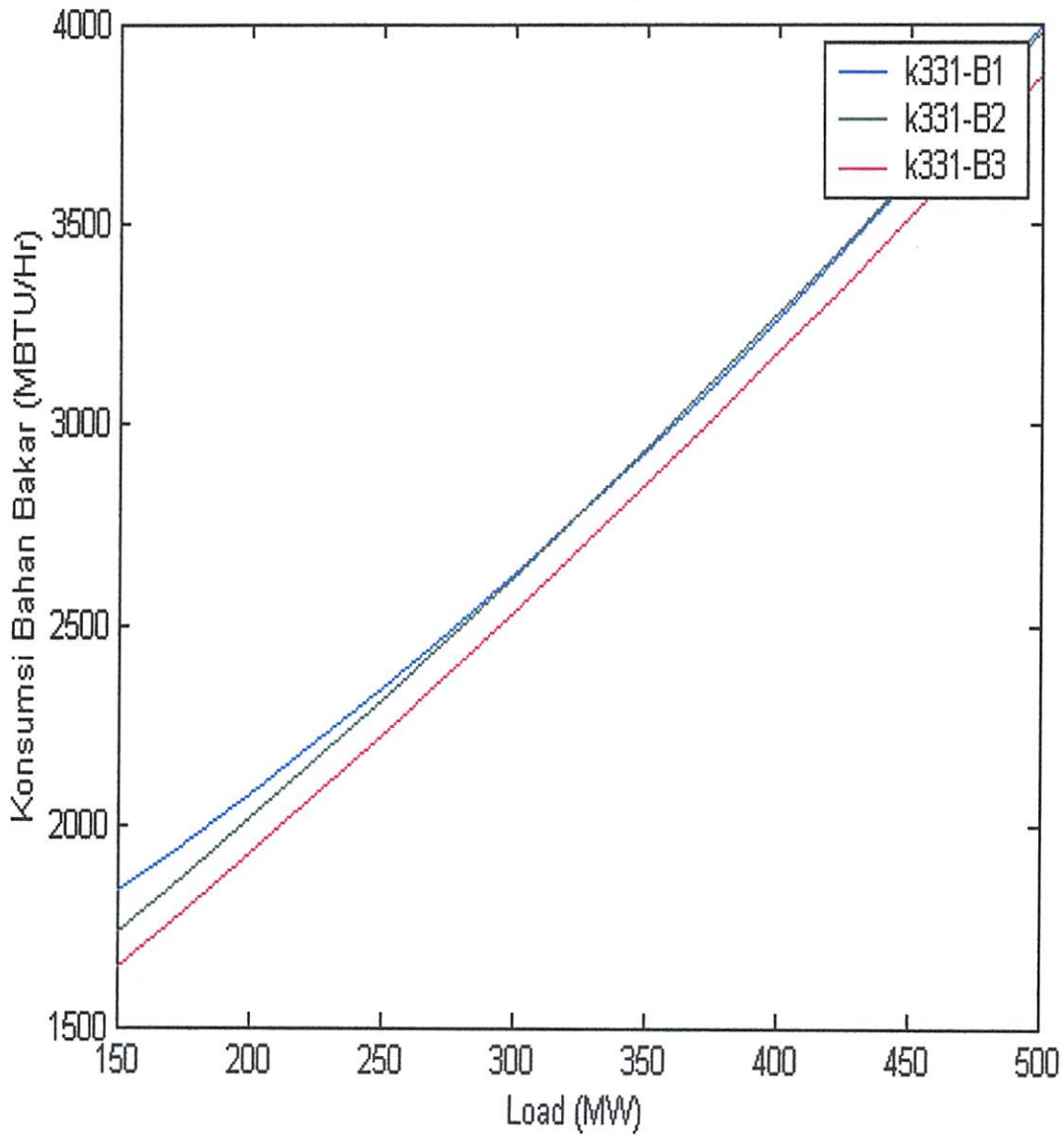
**Grafik 4.3 :**

Grafik Total aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar K331-Blok 3



**Grafik 4.4 :**

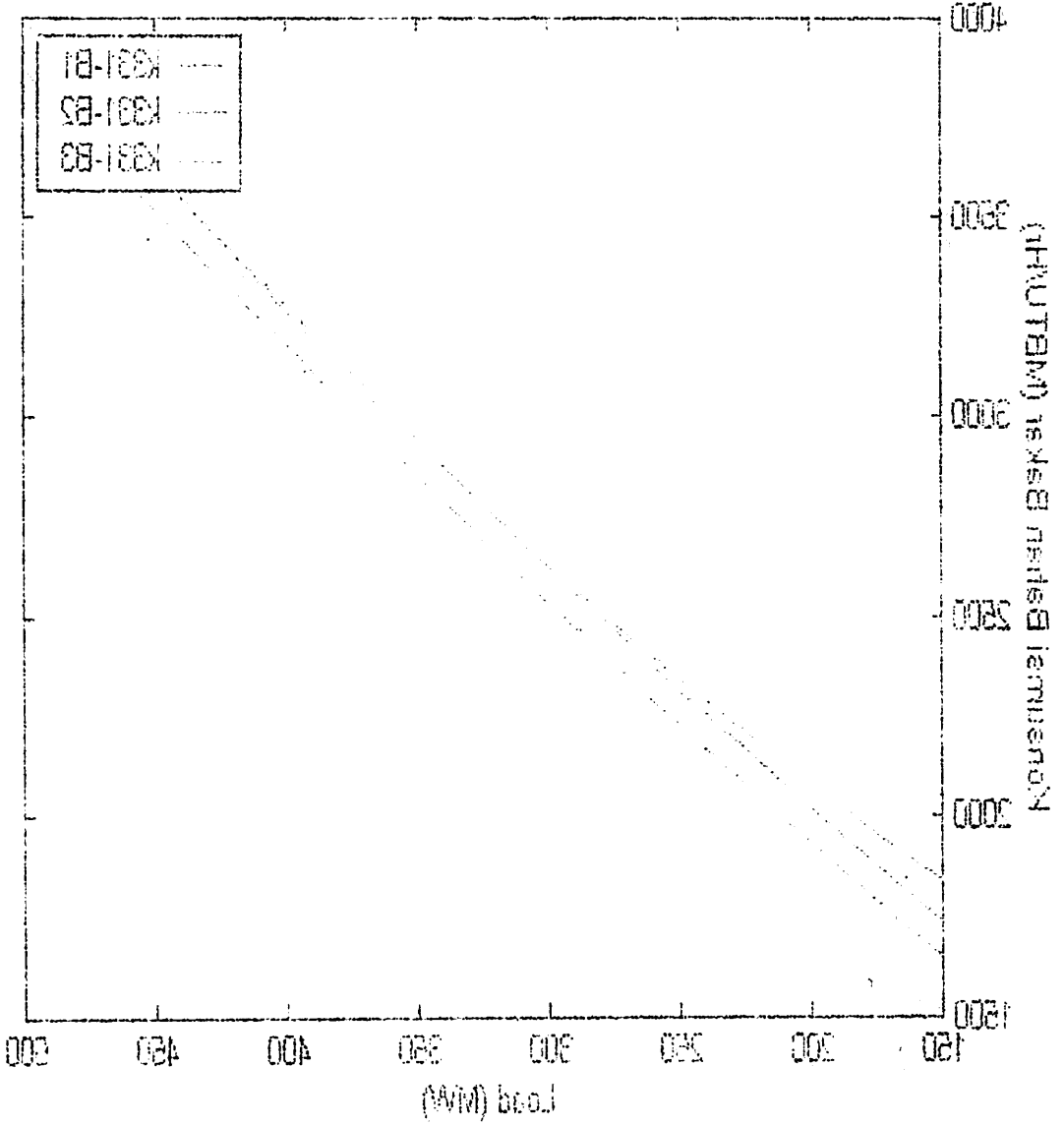
Grafik Total aliran BBG Konsumsi Bahan Bakar  
Pada Kombinasi 3.3.1

**Grafik Konsumsi Bahan Bakar**

Gambar 4.4

Grafik Total nilai RIBG Konvensional Bagan Bagan Pada Kombinasi 1.3.1

Grafik Konvensional Bagan Bagan



## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DENGAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN TABU SEARCH PADA PLTGU GRESIK**

#### **4.1 Program Komputer Metode Kombinasi GA dan TS**

Untuk pemecahan masalah komitmen unit digunakan bantuan program komputer. Program computer ini digunakan untuk mempercepat proses perhitungan yang membutuhkan tingkat ketelitian dan akurasi tinggi dan sering melibatkan iterasi yang memerlukan waktu yang lama bila dikerjakan secara manual.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 yang dijalankan pada komputer AMD Athlon XP 2,4 GHz. Bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 merupakan bahasa pemrograman terstruktur yang relative lebih mudah untuk dipelajari dan dimengerti serta mudah penggunaannya.

#### **4.2 Data Pembangkitan**

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. Data hasil perhitungan dilakukan sesuai dengan data dikumpulkan dan diolah. Misalnya nilai HHV bahan bakar gas rata-rata yang digunakan yaitu sebesar 1058,02 (BTU/SCF), adalah sesuai



BAB IV

ANALISA DATA REZKAYATI TERHADAP PERUBAHAN PERILAKU KESEHATAN  
TARIK SAJAH TAYU LILIK (KEMERIN)

4.1. Program kesehatan keluarga di desa T...

Untuk mengetahui masalah kesehatan yang dihadapi keluarga  
komunitas tersebut, maka dilakukan observasi langsung ke rumah  
sasaran yang bersangkutan. Tujuan observasi ini adalah untuk  
mengetahui masalah kesehatan yang dihadapi keluarga tersebut  
secara umum.

Program kesehatan ini dilaksanakan dengan menggunakan  
kegiatan yang meliputi: (1) observasi langsung ke rumah  
sasaran, (2) wawancara, (3) pemeriksaan kesehatan, dan  
pemeriksaan laboratorium yang meliputi pemeriksaan darah  
dan pemeriksaan lainnya yang diperlukan.

4.2. Data kesehatan

4.2.1. Data kesehatan (anak laki-laki dan perempuan) yang  
terdiri dari: (1) nama, (2) umur, (3) jenis kelamin, dan (4) alamat.  
Data kesehatan yang diperoleh dari observasi langsung ke rumah  
sasaran dan wawancara. Pemeriksaan kesehatan yang meliputi  
pemeriksaan darah dan pemeriksaan lainnya yang diperlukan.

dengan hasil pengukuran nilai HHV rata-rata bahan bakar gas yang dilakukan oleh operator lapangan pada saat data dikumpulkan.

#### **4.3 Perhitungan Persamaan Karakteristik Masukan-Keluaran(Bahan Bakar) masing-masing Blok Unit Pembangkitan PLTGU Gresik.**

Melihat kondisi seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menentukan persamaan karakteristik masukan-keluaran ( $H = f(P)$ ) dalam (MBTU/H) dan  $F = f(P)$  dalam (\$ US/H).

Dari kurva aliran BBG sebagai fungsi beban (grafik 4.1, grafik 4.2, grafik 4.3) terlihat bahwa karakteristik masukan-keluaran sebuah Blok Pembangkit Listrik Termal sudah cukup teliti. Sebagai catatan, bahwa harga persatuan energi bahan bakar (natural gas) yang dikonsumsi PLTGU Gresik sebesar 2,53 (\$ US/MBTU).

Hasil dari perhitungan sebagaimana terlampir adalah sebagai berikut :

- **Persamaan Karakteristik Masukan-Keluaran (Bahan Bakar) PLTGU Gresik dengan konfigurasi 3.3.1 pada Blok 1.**

Untuk menentukan karakteristik daya menggunakan persamaan :

$$F_1(P_1) = 0,0112590 P_1^2 + 8,2427 P_1 + 3,166 \cdot 10^3 \left[ \frac{\$US}{Hr} \right],$$

$P_1$  dalam MW , daya keluaran generator

A , b , c konstanta spesifik generator

Maka persamaan laju tambahan biaya bahan bakar diperoleh dengan menurunkan persamaan biaya bahan bakar terhadap beban

$\left( \frac{dF_1(P_1)}{dP_1} \right)$  sehingga menghasilkan :

$$\left( \frac{dF_1(P_1)}{dP_1} \right) = 0,022518 P_1 + 8,2427 \left[ \frac{\$US}{MWH} \right]$$

- **Persamaan Karakteristik Masukan-Keluaran (Bahan bakar) PLTGU Gresik dengan konfigurasi 3.3.1 pada Blok 2.**

Untuk menentukan karakteristik daya menggunakan persamaan :

$$F_2(P_2) = 0,0062063 P_2^2 + 12,1771 P_2 + 2,4282 \cdot 10^3 \left[ \frac{\$US}{Hr} \right],$$

Hasil dari perhitungan selanjutnya adalah sebagai berikut :

\* Peramaan karakteristik Matriks-Keluaran (Bahan Bakar) P1/P20

Greif dengan koefisien 3.3.1 pada Blok 1.

Untuk menentukan karakteristik daya menggunakan persamaan :

$$P(47) = 0,111280 P_1 + 8,1247 P_2 + 1,108 \cdot 10^4 \left[ \frac{2,32}{W} \right]$$

P1 ialah MW, dan P2 ialah generator

A, b, c konstanta spesifik generator

Jika persamaan itu, variabelnya ialah bahan bakar diperoleh

daya menggunakan persamaan daya bahan bakar sebagai berikut

$$\left( \frac{W_1(V)}{W} \right) \text{ selanjutnya menggunakan :}$$

$$\left[ \frac{2,32}{W} \right] = 0,02248 P_1 + 8,1247 \left( \frac{W_1(V)}{W} \right)$$

\* Peramaan karakteristik Matriks-Keluaran (Bahan Bakar) P1/P20

Greif dengan koefisien 3.3.1 pada Blok 2.

Untuk menentukan karakteristik daya menggunakan persamaan :

$$P(52) = 0,002003 P_1 + 12,1271 P_2 + 2,428 \cdot 10^4 \left[ \frac{2,32}{W} \right]$$

Maka persamaan laju tambahan biaya bahan bakar diperoleh dengan menurunkan persamaan biaya bahan bakar terhadap beban

$\left(\frac{dF_1(P_1)}{dP_1}\right)$  sehingga menghasilkan :

$$\left(\frac{dF_1(P_1)}{dP_1}\right) = 0,0214126 P_2 + 12,1771 \left[ \frac{\$US}{MWH} \right]$$

- **Persamaan Karakteristik Masukan-Keluaran (Bahan bakar) PLTGU Gresik dengan konfigurasi 3.3.1 pada Blok 3.**

Untuk menentukan karakteristik daya menggunakan persamaan :

$$F_3(P_3) = 0,0053446 P_3^2 + 12,5668 P_3 + 2,1676 \cdot 10^3 \left[ \frac{\$US}{Hr} \right],$$

Maka persamaan laju tambahan biaya bahan bakar diperoleh dengan menurunkan persamaan biaya bahan bakar terhadap beban

$\left(\frac{dF_1(P_1)}{dP_1}\right)$  sehingga menghasilkan :

$$\left(\frac{dF_1(P_1)}{dP_1}\right) = 0,0106892 P_3 + 12,5668 \left[ \frac{\$US}{MWH} \right]$$

**Contoh 1**

Untuk beban 150 MW pada blok 1 maka biaya bahan bakarnya akan dapat diketahui dengan cara:

$$F_1(P_1) = 0,0112590 P_1^2 + 8,2427 P_1 + 3,166 \cdot 10^3 \left[ \frac{\$US}{Hr} \right],$$

$$\begin{aligned} F_1(150) &= 0,0112590 \cdot 150^2 + 8,2427 \cdot 150 + 3,166 \cdot 10^3 \left[ \frac{\$US}{Hr} \right], \\ &= 4.655,73 (\$ US/Hr) \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang mana pada blok 2,dan 3,maka dengan disesuaikan, Berikut ini persamaan masing-masing blok.hasilnya terlihat pada table 4.4 berikut ini

Untuk mencari laju pertambahan bahan bakarnya maka:

$$\left( \frac{dF_1(P_1)}{dP_1} \right) = 0,022518 P_1 + 8,2427 \left[ \frac{\$US}{MWH} \right]$$

$$\left( \frac{dF_1(P_1)}{dP_1} \right) = 0,022518 \cdot 150 + 8,2427 \left[ \frac{\$US}{MWH} \right]$$

$$\left( \frac{dF_1(P_1)}{dP_1} \right) = 11,26 (\$ US/Hr)$$

Untuk blok 2,dan 3 dicari dengan cara yang sama sesuai dengan persamaannya.

Dari persamaan biaya bahan bakar dan laju tambahan biaya bahan bakar didapatkan nilai masing-masing terhadap tingkat beban, kemudian ditabulasikan dan diplot dalam table 4..4 ,4..5 berikut ini

**Tabel 4-4**

**Tabel Fungsi Biaya Bahan Bakar Masing-masing Blok  
Terhadap Tingkat Beban**

| No | Beban Blok (MW) | Biaya Bahan Bakar (\$ US/Hr) |           |          |
|----|-----------------|------------------------------|-----------|----------|
|    |                 | Blok 1                       | Blok 2    | Blok 3   |
| 1  | 150             | 4.655,73                     | 4.394,41  | 4.172,86 |
| 2  | 175             | 4.953,28                     | 4.749,26  | 4.530,45 |
| 3  | 200             | 5.264,90                     | 5.111,88  | 4.894,73 |
| 4  | 225             | 5.590,59                     | 5.482,25  | 5.265,68 |
| 5  | 250             | 5.930,36                     | 5.860,37  | 5.643,32 |
| 6  | 275             | 6.284,19                     | 6.246,26  | 6.207,64 |
| 7  | 300             | 6.652,11                     | 6.639,90  | 6.418,64 |
| 8  | 325             | 7.034,09                     | 7.041,30  | 6.816,32 |
| 9  | 350             | 7.430,15                     | 7.450,46  | 7.220,68 |
| 10 | 375             | 7.840,29                     | 7.867,37  | 7.631,72 |
| 11 | 400             | 8.264,49                     | 8.292,05  | 8.049,44 |
| 12 | 425             | 8.702,77                     | 8.724,48  | 8.473,84 |
| 13 | 450             | 9.155,13                     | 9.164,67  | 8.904,92 |
| 14 | 475             | 9.621,55                     | 9.612,62  | 9.342,69 |
| 15 | 500             | 10.102,06                    | 10.068,32 | 9.787,13 |

Untuk blok 1 dan 2, harga pokok per unit adalah sebagai berikut:

0,0000000000

Untuk blok 3, harga pokok per unit adalah sebagai berikut:

Untuk blok 4, harga pokok per unit adalah sebagai berikut:

Untuk blok 5, harga pokok per unit adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1

Label Harga Pokok Produk A yang dihasilkan

per unit produk

| No | Bahan Pokok (kg) | Blok 1 | Blok 2 | Blok 3 |
|----|------------------|--------|--------|--------|
| 1  | 150              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 2  | 175              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 3  | 200              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 4  | 225              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 5  | 250              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 6  | 275              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 7  | 300              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 8  | 325              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 9  | 350              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 10 | 375              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 11 | 400              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 12 | 425              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 13 | 450              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 14 | 475              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 15 | 500              | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

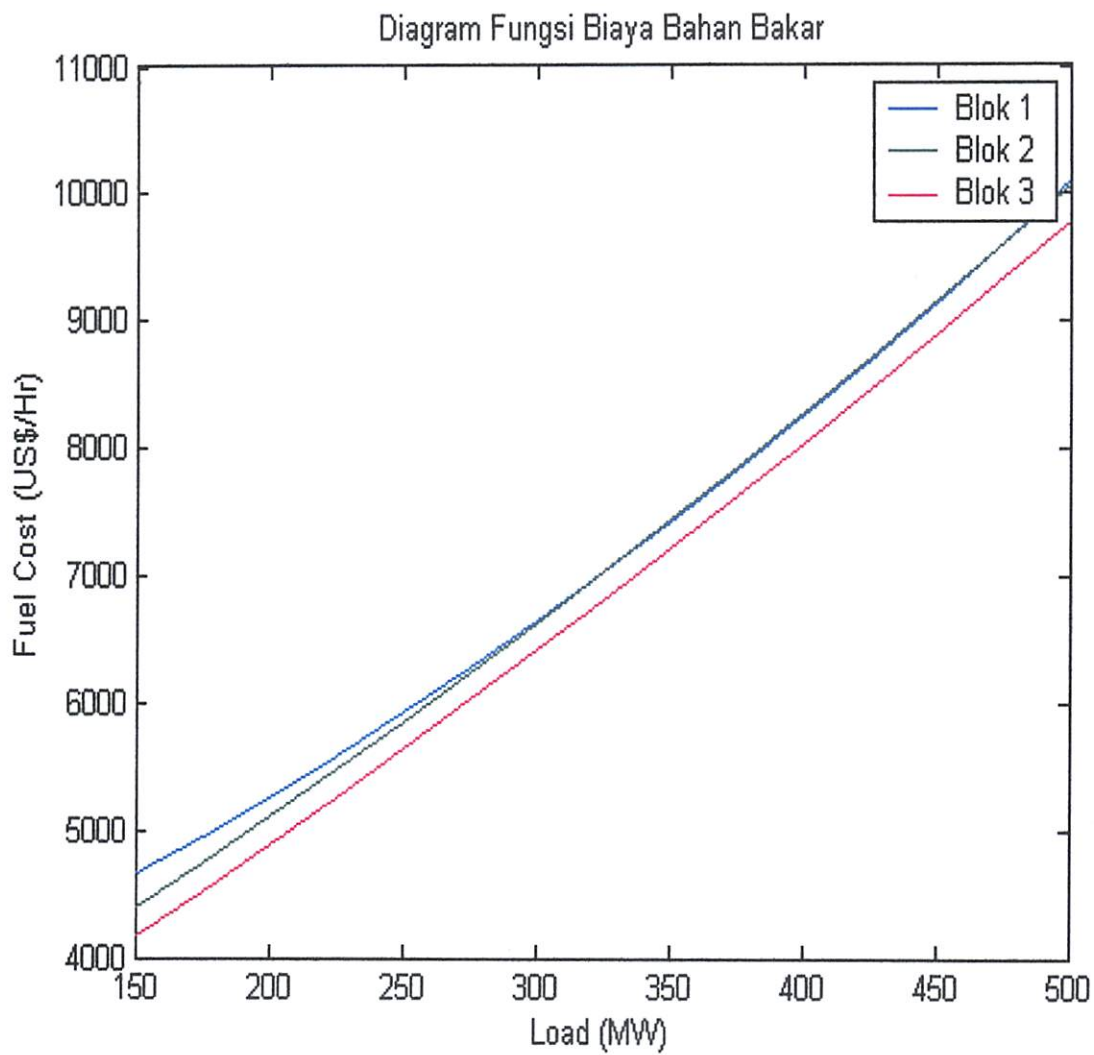


**Tabel 4-5**

**Tabel Fungsi Laju Tambahan Bahan Bakar Masing-masing Blok  
Terhadap Tingkat Beban**

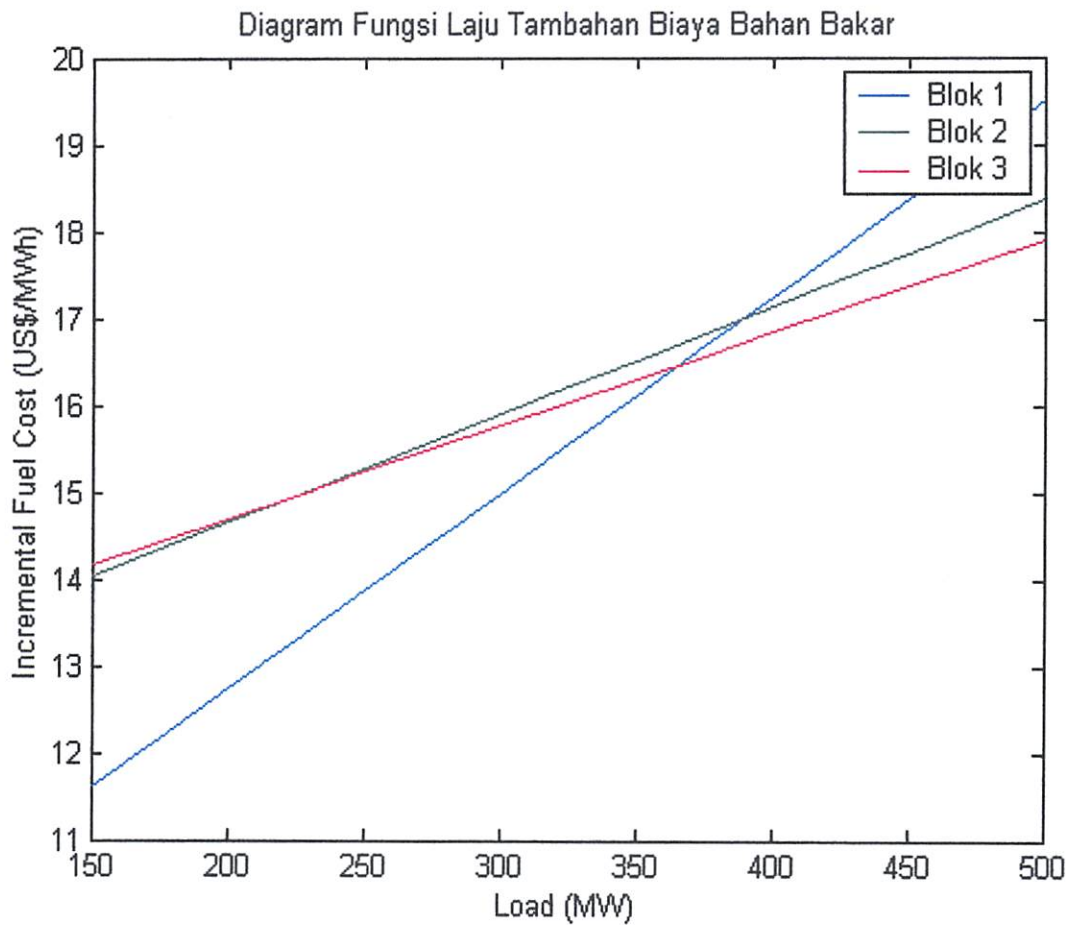
| <b>No</b> | <b>Beban Blok<br/>(MW)</b> | <b>Laju Tambahan B.Bakar (\$ US/Hr)</b> |               |               |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------------|---------------|---------------|
|           |                            | <b>Blok 1</b>                           | <b>Blok 2</b> | <b>Blok 3</b> |
| <b>1</b>  | 150                        | 11,26                                   | 14,03         | 14,17         |
| <b>2</b>  | 175                        | 12,18                                   | 14,34         | 14,43         |
| <b>3</b>  | 200                        | 12,74                                   | 14,66         | 14,70         |
| <b>4</b>  | 225                        | 13,30                                   | 14,97         | 14,97         |
| <b>5</b>  | 250                        | 13,87                                   | 15,28         | 15,23         |
| <b>6</b>  | 275                        | 14,43                                   | 15,59         | 15,50         |
| <b>7</b>  | 300                        | 14,99                                   | 15,90         | 15,77         |
| <b>8</b>  | 325                        | 15,56                                   | 16,21         | 16,04         |
| <b>9</b>  | 350                        | 16,12                                   | 16,52         | 16,30         |
| <b>10</b> | 375                        | 16,68                                   | 16,83         | 16,57         |
| <b>11</b> | 400                        | 17,25                                   | 17,14         | 16,84         |
| <b>12</b> | 425                        | 18,37                                   | 17,45         | 17,11         |
| <b>13</b> | 450                        | 18,93                                   | 17,76         | 17,37         |
| <b>14</b> | 475                        | 18,93                                   | 18,03         | 17,64         |
| <b>15</b> | 500                        | 19,50                                   | 18,38         | 17,91         |

**Grafik 4.5 :**  
Diagram Fungsi Biaya Bahan Bakar  
Pada PLTGU Unit Pembangkitan Gresik  
Konfigurasi 3.3.1



**Grafik 4.6**

Diagram Fungsi Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar  
 PLTGU Unit Pembangkitan Gresik Konfigurasi 3.3.1



Dari grafik dapat diamati bahwa turunan pertama dari fungsi biaya bahan bakar adalah fungsi laju tambahan bahan bakar, untuk blok 1 memiliki kemiringan yang jauh lebih curam dibandingkan dengan blok 2, dan blok 3. Hal ini menunjukkan bahwa untuk kenaikan setiap satu satuan tingkat beban yang sama masing-masing blok, akan menyebabkan biaya untuk memproduksi

energi listrik juga akan naik, tetapi kenaikan biaya yang dialami blok1 jauh lebih tinggi daripada blok 2, maupun blok 3.

Seperti diketahui bahwa distribusi beban yang optimal (efisien) terjadi apabila semua blok beroperasi pada tingkat laju tambahan biaya bahan bakar yang sama. Untuk memenuhi kondisi tersebut maka upaya optimasi pembebanan di PLTGU Unit Pembangkitan Gresik dimana ternyata fungsi laju tambahan bahan bakar pada satu tingkat beban untuk masing-masing blok yang berbeda, dapat dilakukan dengan mengaplikasikan Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search. Untuk membantu proses perhitungan an membuat perhitungan lebih tepat maka digunakan program bantu berupa software Delphi version 7.0

#### **4.4 Perhitungan Distribusi Beban Blok.**

Sebelum Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search dapat diterapkan untuk menghitung distribusi beban pada masing-masing blok, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan fungsi karakteristik masukan-keluaran ( $H = f(P)$  (MBTU/H) dan ( $F = f(P)$  (\$US/H)) untuk masing-masing blok, dan hal tersebut telah dilakukan pada sub bab (4.3).

Hal lain yang harus diperhatikan adalah nilai batasan yang telah ditentukan yaitu yang terkait dengan batas maksimum dan minimum kapasitas maksimum dan minimum masing-masing blok. Batasan tersebut adalah :

- a) Untuk  $P_i \geq P_i(\max)$ , maka  $P_i = P_i(\max)$

energi listrik yang akan lebih banyak dipakai pada malam hari  
ketika energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik

adalah tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik  
yang akan lebih banyak dipakai pada malam hari ketika energi listrik  
yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik lebih banyak dipakai  
pada malam hari. Hal ini disebabkan karena pada malam hari energi listrik  
yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik lebih banyak dipakai  
untuk keperluan rumah-rumahan dan keperluan lainnya. Oleh karena itu  
pembangkit tenaga listrik yang akan lebih banyak dipakai pada malam hari  
adalah pembangkit tenaga listrik yang akan lebih banyak dipakai pada  
malam hari.

4.4. Pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir

Salah satu jenis pembangkit tenaga listrik yang akan lebih banyak dipakai  
pada malam hari adalah pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir. Hal ini  
disebabkan karena pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir akan lebih banyak  
dipakai pada malam hari. Hal ini disebabkan karena pada malam hari energi listrik  
yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir lebih banyak dipakai  
untuk keperluan rumah-rumahan dan keperluan lainnya. Oleh karena itu  
pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir yang akan lebih banyak dipakai pada  
malam hari adalah pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir yang akan lebih banyak  
dipakai pada malam hari.

Hal ini disebabkan karena pada malam hari energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik tenaga nuklir lebih banyak dipakai untuk keperluan rumah-rumahan dan keperluan lainnya.

- b) Untuk  $P_i \leq P_i(\min)$ , maka  $P_i = P_i(\min)$
- c) Untuk  $P_i(\min) \leq P_i \leq P_i(\max)$ , maka  $P_i = P_i$  (hasil optimasi).

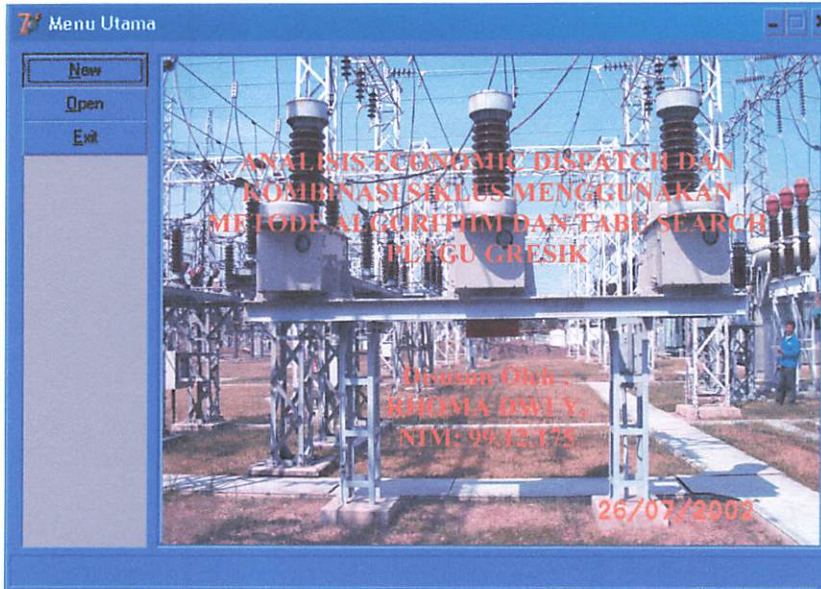
#### **4.4.1. Penggunaan Program Komputer Dengan Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search**

Untuk menentukan Optimasi Economic Dispatch pada PLTGU Gresik maka digunakan bantuan komputer. Dengan menggunakan program komputer ini, maka waktu komputasi yang dibutuhkan pada saat menganalisis data akan jauh lebih cepat karena data yang dianalisis banyak dan dibutuhkan ketelitian yang tinggi.

Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0, merupakan bahasa pemrograman terstruktur yang dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi.

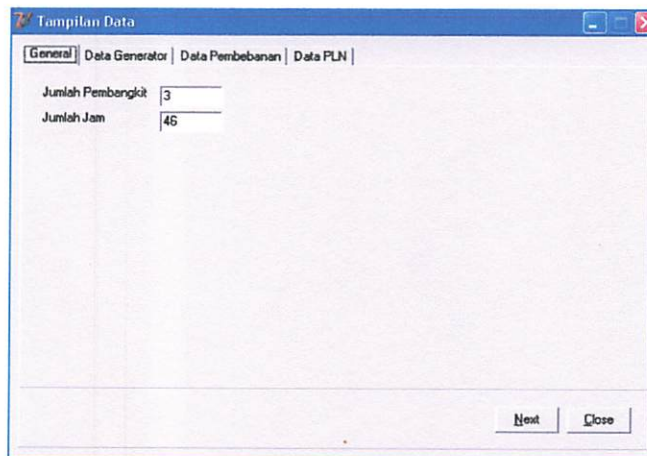
#### 4.4.2. Tampilan program

##### 1. Tampilan utama dari program



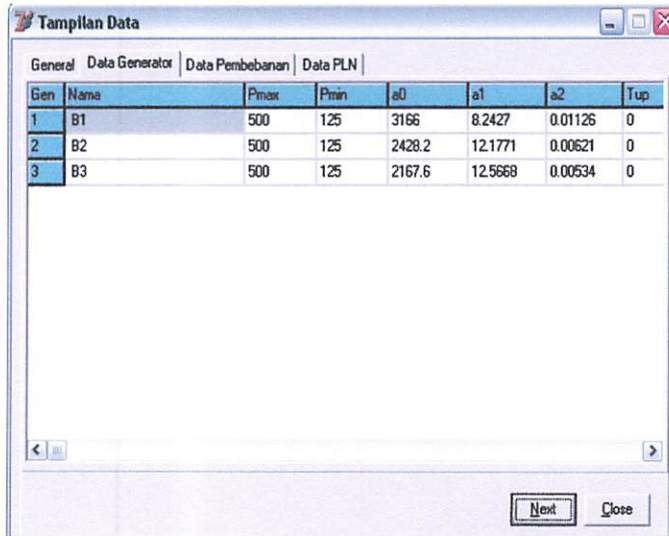
**Gambar 4.1. Tampilan Utama Program**

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



### Gambar 4.2. Input Data General

3. Setelah itu masukkan data CCPP Unit Pembangkitan Gresik yang beroperasi pada pola konfigurasi 3.3.1 – 3.3.1 – 3.3.1.



The screenshot shows a software window titled "Tampilan Data" with a tabbed interface. The "Data Generator" tab is active, displaying a table with the following data:

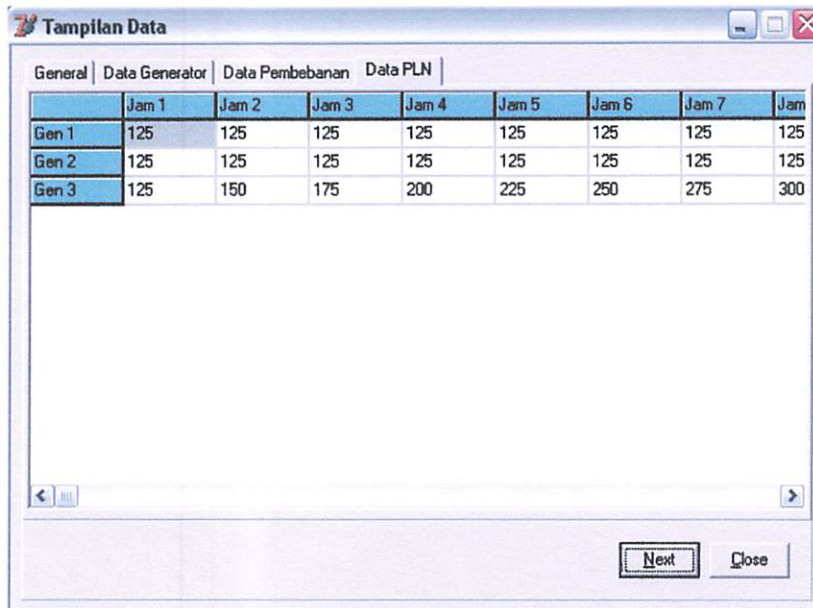
| Gen | Nama | Pmax | Pmin | a0     | a1      | a2      | Tup |
|-----|------|------|------|--------|---------|---------|-----|
| 1   | B1   | 500  | 125  | 3166   | 8.2427  | 0.01126 | 0   |
| 2   | B2   | 500  | 125  | 2428.2 | 12.1771 | 0.00621 | 0   |
| 3   | B3   | 500  | 125  | 2167.6 | 12.5668 | 0.00534 | 0   |

At the bottom of the window, there are "Next" and "Close" buttons.

### Gambar 4.3. Input Data Generator



4. Masukkan data tingkatan pembebanan tiap-tiap Blok CCPP Unit Pembangkitan Gresik yang beroperasi pada pola konfigurasi 3.3.1 – 3.3.1 – 3.3.1. mulai kapasitas minimum tiap-tiap blok ( 125 MW ) sampai kapasitas maksimum tiap-tiap blok ( 500 MW )



|       | Jam 1 | Jam 2 | Jam 3 | Jam 4 | Jam 5 | Jam 6 | Jam 7 | Jam |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Gen 1 | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125 |
| Gen 2 | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125 |
| Gen 3 | 125   | 150   | 175   | 200   | 225   | 250   | 275   | 300 |

**Gambar 4.4. Input Data Tingkatan Pembebanan Pola Gresik**

5. Setelah menetapkan parameter tersebut maka komputasi dapat dilakukan, untuk menentukan kebutuhan beban yang disuplai dengan biaya yang minimum perjam.

The screenshot shows a software window titled "Hasil Program" with three tabs: "Parameter", "Daya Gen", and "Grafik GATS". The "Parameter" tab is active. It contains two main sections: "Parameter GATS" and "Parameter Objective Function".

**Parameter GATS:**

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Jumlah Generasi        | 500          |
| Jumlah Populasi        | 50           |
| Jumlah Param           | 3            |
| Konstanta Beta         | 0.3          |
| Konstanta Ka           | 100000000    |
| Panjang Chromosome     | 30           |
| Probabilitas Crossover | 0.8          |
| Probabilitas Mutasi    | 0.002        |
| Probabilitas Flip      | 0.5          |
| Metode Crossover       | crArithmetic |
| Metode New Parent      | npReplikasi  |

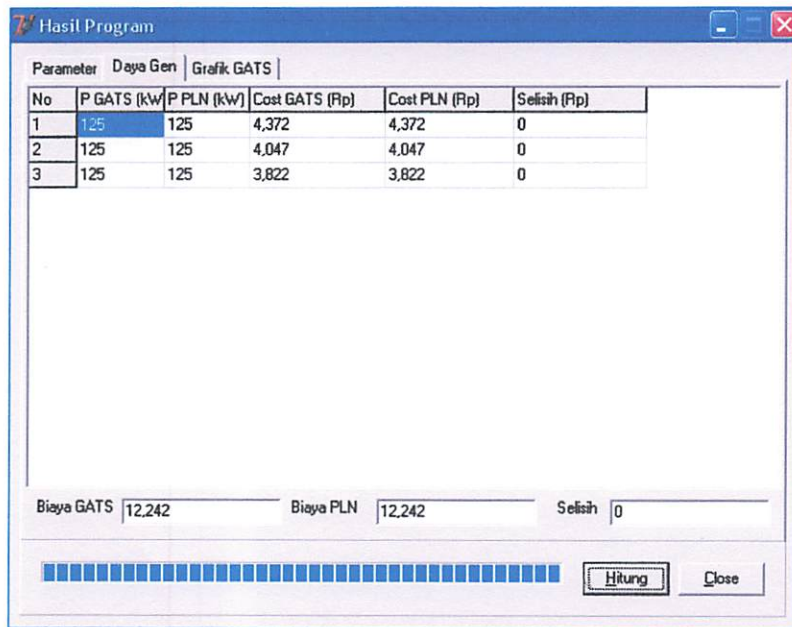
**Parameter Objective Function:**

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Pilih Jam ke Berapa | 1       |
| Pinalty Generator   | 1000000 |

Below the objective function section is a "Use Default" button. At the bottom of the window, there is a progress bar and two buttons: "Hitung" and "Close".

Gambar 4.5. Parameter *Genetic Algorithm* dan *Tabu Search*

6. Tekan tombol Hitung untuk menampilkan hasil komputasi, untuk menentukan hasil optimasi pembebanan ekonomis dengan *metode Genetic Algorithm dan Tabu Search*, yaitu *Cost per Jam* untuk melihat hasil perbandingan biaya pola *Genetic Algorithm dan Tabu Search* dan pola gresik pada tingkatan beban tertentu serta melihat selisih biayanya dengan kebutuhan beban yang disuplai dengan biaya yang minimum.



| No | P GATS (kW) | P PLN (kW) | Cost GATS (Rp) | Cost PLN (Rp) | Selisih (Rp) |
|----|-------------|------------|----------------|---------------|--------------|
| 1  | 125         | 125        | 4,372          | 4,372         | 0            |
| 2  | 125         | 125        | 4,047          | 4,047         | 0            |
| 3  | 125         | 125        | 3,822          | 3,822         | 0            |

Biaya GATS 12,242      Biaya PLN 12,242      Selisih 0

Hitung      Close

**Gambar 4.6.**

**Hasil Optimasi Pembebanan Ekonomis dengan  
*Genetic Algorithm dan Tabu Search***

Tabel 4.6.

**Penghematan Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan  
Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search  
Beban 375 (MW) – 725 (MW)**

| No | Total<br>Beban<br><br>[MW] | Biaya Bahan Bakar                              |                 | Penghematan<br>Biaya Bahan<br>Bakar |
|----|----------------------------|------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
|    |                            | Metode Genetic<br>Algorithm dan Tabu<br>Search | PLTGU<br>Gresik | [ \$US/Hr ]                         |
|    |                            | [ \$US/Hr ]                                    |                 |                                     |
| 1  | 375                        | 12242                                          | 12242           | 0                                   |
| 2  | 400                        | 12525                                          | 12592           | 67                                  |
| 3  | 425                        | 12823                                          | 12950           | 127                                 |
| 4  | 450                        | 13134                                          | 13314           | 180                                 |
| 5  | 475                        | 13460                                          | 13685           | 225                                 |
| 6  | 500                        | 13799                                          | 14063           | 263                                 |
| 7  | 525                        | 14146                                          | 14447           | 361                                 |
| 8  | 550                        | 14496                                          | 14838           | 341                                 |
| 9  | 575                        | 14849                                          | 15235           | 386                                 |
| 10 | 600                        | 15205                                          | 15640           | 435                                 |
| 11 | 625                        | 15564                                          | 16051           | 487                                 |
| 12 | 650                        | 15925                                          | 16273           | 348                                 |
| 13 | 675                        | 16290                                          | 16651           | 361                                 |
| 14 | 700                        | 16657                                          | 17037           | 380                                 |
| 15 | 725                        | 17027                                          | 17431           | 404                                 |

Tabel 4.7

**Penghematan Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan  
Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search  
Beban 750 (MW) – 1125 (MW)**

| No | Total<br>Beban<br><br>[MW] | Biaya Bahan Bakar                              |                 | Penghematan<br>Biaya Bahan<br>Bakar<br><br>[ \$US/Hr ] |
|----|----------------------------|------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------|
|    |                            | Metode Genetic<br>Algorithm dan Tabu<br>Search | PLTGU<br>Gresik |                                                        |
|    |                            | [ \$US/Hr ]                                    |                 |                                                        |
| 16 | 750                        | 17400                                          | 17828           | 428                                                    |
| 17 | 775                        | 17776                                          | 18233           | 457                                                    |
| 18 | 800                        | 18155                                          | 18644           | 489                                                    |
| 19 | 825                        | 18536                                          | 18649           | 113                                                    |
| 20 | 850                        | 18921                                          | 18987           | 68                                                     |
| 21 | 875                        | 19308                                          | 19343           | 35                                                     |
| 22 | 900                        | 19698                                          | 19711           | 13                                                     |
| 23 | 925                        | 20091                                          | 20108           | 17                                                     |
| 24 | 950                        | 20487                                          | 20513           | 26                                                     |
| 25 | 975                        | 20886                                          | 20924           | 38                                                     |
| 26 | 1000                       | 21287                                          | 21323           | 36                                                     |
| 27 | 1025                       | 21692                                          | 21734           | 43                                                     |
| 28 | 1050                       | 22099                                          | 22151           | 52                                                     |
| 29 | 1075                       | 22509                                          | 22512           | 3                                                      |
| 30 | 1100                       | 22922                                          | 22928           | 6                                                      |
| 31 | 1125                       | 23398                                          | 23339           | 1                                                      |

Tabel 4.8.

**Penghematan Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan  
Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search  
Beban 1150 (MW) – 1500 (MW)**

| No | Total<br>Beban<br><br>[MW] | Biaya Bahan Bakar                              |                 | Penghematan<br>Biaya Bahan<br>Bakar<br><br>[ \$US/Hr ] |
|----|----------------------------|------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------|
|    |                            | Metode Genetic<br>Algorithm dan Tabu<br>Search | PLTGU<br>Gresik |                                                        |
|    |                            | [ \$US/Hr ]                                    |                 |                                                        |
| 32 | 1150                       | 23757                                          | 23757           | 0                                                      |
| 33 | 1175                       | 24178                                          | 24306           | 128                                                    |
| 34 | 1200                       | 24603                                          | 24640           | 37                                                     |
| 35 | 1225                       | 25030                                          | 25050           | 20                                                     |
| 36 | 1250                       | 25460                                          | 25494           | 34                                                     |
| 37 | 1275                       | 25843                                          | 25919           | 26                                                     |
| 38 | 1300                       | 26329                                          | 26385           | 56                                                     |
| 39 | 1325                       | 26768                                          | 26796           | 28                                                     |
| 40 | 1350                       | 27210                                          | 27240           | 30                                                     |
| 41 | 1375                       | 27654                                          | 27696           | 42                                                     |
| 42 | 1400                       | 28102                                          | 28120           | 18                                                     |
| 43 | 1425                       | 28554                                          | 28577           | 23                                                     |
| 44 | 1450                       | 29011                                          | 29021           | 11                                                     |
| 45 | 1475                       | 29477                                          | 29477           | 0                                                      |
| 46 | 1500                       | 29958                                          | 29958           | 0                                                      |

Tabel 4.9

**Penghematan Total Biaya Bahan Bakar Setelah Optimasi Menggunakan  
Metode *Genetic Algorithm dan Tabu Search***

| Periode Waktu Beroperasi (Hour) | Biaya total GA – TS \$US | Biaya total PLN \$US |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 46                              | 945,179                  | 953,249              |

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm dan Tabu Search* terdapat pengurangan total biaya operasional pembangkitan dalam tiap periode 46 jam. Hal ini berarti bahwa proses pemrograman menyebabkan pengurangan biaya operasi pembangkit yang cukup besar di banding dengan biaya operasi PT. PLN sebesar 6,643 \$US.

**Catatan**

Dari table-table diatas tampak bahwa pola pembebanan yang selama ini diterapkan oleh Unit Pembangkitan Gresik masih memiliki selisih biaya bahan bakar yang dapat dihemat bila menggunakan dengan *Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search*

Apabila mengacu pada hasil penghematan biaya bahan bakar pada table (4.6), (4.7) dan (4.8) jumlahnya sangat bervariasi, seperti contoh jika kita melihat bahwa biaya bahan bakar yang dapat dihemat dapat mencapai 457 [\$US/Hr] pada tingkat beban 775 [MW] dan 489 [\$US/Hr] pada tingkat beban 800 [MW].

Table 1

Comparison of the results of the two experiments

Table 1 shows the results of the two experiments

| Period (Hours) | Percentage of correct responses | Percentage of correct responses |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 40             | 85%                             | 90%                             |

Table 1 shows the results of the two experiments. The first experiment was conducted with a group of 20 subjects, and the second experiment was conducted with a group of 15 subjects. The results of the two experiments are compared in Table 1. The percentage of correct responses is shown for each period of 40 hours. The results of the two experiments are compared in Table 1. The percentage of correct responses is shown for each period of 40 hours.

Table 1

The results of the two experiments are compared in Table 1. The percentage of correct responses is shown for each period of 40 hours. The results of the two experiments are compared in Table 1. The percentage of correct responses is shown for each period of 40 hours.

The results of the two experiments are compared in Table 1. The percentage of correct responses is shown for each period of 40 hours. The results of the two experiments are compared in Table 1. The percentage of correct responses is shown for each period of 40 hours.

Table 1



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisa dengan menggunakan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search dalam skripsi ini dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan biaya operasional pembangkitan menggunakan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search sebesar 945,179 \$US. Sedangkan pada PT PLN total biaya operasional sebesar 953,249 \$US , sehingga terjadi penghematan total biaya operasional sebesar 6,643 \$US.
  
2. Dengan membandingkan hasil yang diperoleh , maka pola pembebanan yang diterapkan di PLTGU Gresik dengan Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search berbeda. Sebagai contoh pada permintaan beban 800 (MW), biaya bahan bakar apabila menggunakan pola pembebanan Gresik adalah 18644 [\$US/Hr].Sedangkan dengan menggunakan Metode Genetic Algorithm dan Tabu Search memerlukan biaya bahan bakar 18155 [\$US/Hr], sehingga biaya yang bisa dihemat 489 [\$US/Hr].

## **5.2 Saran**

Dalam skripsi ini hanya dilakukan pola pembagian beban pada kombinasi 3.3.1, yaitu pola konfigurasi pada kapasitas maksimum. Hal ini dilakukan akibat data test yang tersedia terbatas pada kombinasi 3.3.1 saja. Perlu dipertimbangkan untuk membandingkan pemakaian bahan bakar pada tingkat beban yang sama dengan kombinasi yang berbeda. Untuk itu perlu dilakukan pengetesan terhadap pola kombinasi 2.2.1 dan 1.1.1, agar diketahui karakteristik masukan keluaran masing-masing Blok dengan kombinasi tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- (1) Wood A, J and Woolenber B, F “**Power Generation Operasi and Control**”, *john willey and sons*, New York, 1984
- (2) Goldberg D, E Holland J. H, “**Genetik Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning**”, *Addition Wesley*, New York, 1989
- (3) M. Sudhakaran and S. Mary Raja Siochanal, “**Integrating Genetik Algorithms and Tabu Search For Combined Cycle and Power Economic Dispatch**”.
- (4) Sistem Kendali Cerdas
- (5) Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. “**Operasi Sistem Tenaga Listrik**”.
- (6) Abdul Kadir “**Pembangkit Tenaga Listrik**”.
- (7) Ir. Djiteng Marsudi “**Pembangkitan Energi Listrik**”.

**LAMPIRAN**



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

---

### LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : **RHOMA DWI YULIANTO**  
N.I.M : 99.12.175  
Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**  
Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**  
Judul Skripsi : **ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN  
KOMBINASI SIKLUS MENGGUNAKAN  
METODE GENETIC ALGORITHM DAN  
TABU SEARCH PADA PLTGU GRESIK**  
Tanggal Mengajukan : 27 April 2005  
Tanggal Menyelesaikan : 3 Maret 2006  
Dosen Pembimbing : Ir. H. Soemarwanto  
Telah Dievaluasi dengan Nilai : 71,85 (B<sup>+</sup>) *Sm*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

Diperiksa dan Disetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. H. Soemarwanto



LEMBAR BIBLIOTHECA SKRIPSI

Nama : KHOMA DWI YULIANTO  
NIM : 09.21172  
Jurusan : TEKNIK LISTRIK  
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK  
Judul Skripsi : ANALISIS KECENDERUNGAN PRATIK DAN KOMBINASI SIKLUS PENGUNCIANAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN TABU SEARCH PADA PLOU GERAK  
Tanggal Mengajar : 27 April 2005  
Tanggal Absesentasi : 3 April 2006  
Dosen Pembimbing : Ir. H. Soemarmo  
Telah Disetujui dengan NIM : 09.21172 (D)

Dibaca dan Disetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. H. Soemarmo

Mengajar dan  
Ketua Jurusan Teknik Listrik

Ir. H. Yudi Limanigloro, M.T.



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

### BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Nama : **RHOMA DWI YULIANTO**  
N.I.M : 99.12.175  
Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**  
Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**  
Judul Skripsi : **ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI  
SIKLUS MENGGUNAKAN METODE GENETIC  
ALGORITHM DAN TABU SEARCH PADA PLTGU  
GRESIK**

Dipertahankan dihadapan majelis penguji jenjang strata satu (S-1),

Hari : Sabtu

Tanggal : 18 Maret 2006

Nilai : 71,85 (B<sup>+</sup>) *Sm*

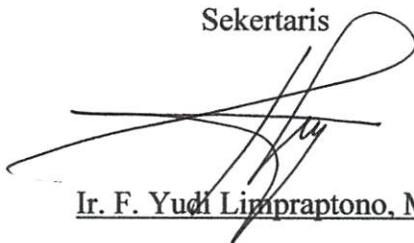


Ir. Mochtar Asroni, MSME

Panitia Ujian

Ketua

Sekretaris



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II

Ir. H Choiri

Ir. Sidik Noetjahjono, MT

ԻՄԱՅԻՆ

ԻՄԱՅԻՆ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ

Եզրագիր I

Եզրագիր II

Հստակագրված եզրագիր

ԻՄԱՅԻՆ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ

ԻՄԱՅԻՆ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ

ԿԵՆՏՐ

ԶԵՆՈՒՄԵՆ

Եզրագիր II

ՊՈՒՆԻ : 2182 (Ե )

Ժամկետ : 12 ամիս 2002

ԻՄԱ : 2910

Գրանցումը պարզապես անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ հասցեով : 11

**ՍԵՔՏՐ**

ՎԵՐՈՒՄԻ ԵՎ ԼՈՒՅՑԻ ԶԵՄԵՆ ԵՎ ՎԵՐՈՒՄԻ  
ՏԵԿՆՈՂՈԳԻԱԿԱՆ ԱՄԵՐԻԿԱՆ ՍԵՔՏՐ

ՊՈՒՆԻ ԶԵՄԵՆ : ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ ԵՎ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ

ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ : ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ

Ժամկետ : ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ

ՊՈՒՆԻ : ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ

Ժամկետ : ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ

**ՎԵՐՈՒՄԻ ԵՎ ԼՈՒՅՑԻ ԶԵՄԵՆ**



ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ ԵՎ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ  
ՊՈՒՆԻ ԵՎ ԼՈՒՅՑԻ ԶԵՄԵՆ  
ԵՎ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ ԵՎ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ  
ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ ԿՈՄԻՏԵ ԵՎ ԿՈՆՏՐԱԿՏԱՆԻ





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

### LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Sabtu

Tanggal : 18 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : **RHOMA DWI YULIANTO**

N.I.M : 99.12.175

Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**

Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**

Judul Skripsi : **ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI  
SIKLUS MENGGUNAKAN METODE GENETIC  
ALGORITHM DAN TABU SEARCH PADA PLTGU  
GRESIK**

Perbaikan meliputi:

| No. | Materi Perbaikan                                                                    | Keterangan |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.  | Tambah pola operasi untuk beban tertentu pembangkit beban di pembangkitan bagaimana | <i>Si</i>  |
| 2.  | Buat kesimpulan yang kwantitatif bukan kwalitatif                                   | <i>Si</i>  |
| 3.  |                                                                                     |            |
| 4.  |                                                                                     |            |
| 5.  |                                                                                     |            |

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. H Choiri

Penguji II

Ir. Sidik Noetjahjono, MT



**LEMBAR PERSETUJUAN PEER REVIEW SKRIPSI**

Dan hasil ujian skripsi jurusan Teknik Elektro (S-1) yang  
 diselenggarakan pada

Hari : Sabtu  
 Tanggal : 12 Maret 2006

Telah disetujui dan disetujui oleh:

Nama : **RIHOMATI WATNIASTO**  
 NIM : **0912173**  
 Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**  
 Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**  
 Judul Skripsi : **ANALISIS EKONOMI DISTRIBUSI DAN KORBANSI  
 SIKLUS MENYUPAIKAN KELOMPOK  
 ALGORITMA DAN TARIK SEARAH PADA JALUR  
 GRESIK**

Perbaikan meliputi:

| No. | Materi Perbaikan                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Tambah pada analisis untuk beban tarikan pembangkit beban<br>di pembangkitan sebelumnya |
| 2   | Buat kesimpulan yang kuat untuk bagian kualitatif                                       |
| 3   |                                                                                         |
| 4   |                                                                                         |
| 5   |                                                                                         |

Anggota Pengjuri

Pengjuri II

Pengjuri I

in Sidik Nodjondino, MT

Idi H Chotir



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK

---

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

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

Hari : Sabtu

Tanggal : 18 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : **RHOMA DWI YULIANTO**

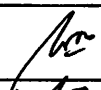
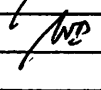
N.I.M : 99.12.175

Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**

Konsentrasi : **ENERGI LISTRIK**

Judul Skripsi : **ANALISIS ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI  
SIKLUS MENGGUNAKAN METODE GENETIC  
ALGORITHM DAN TABU SEARCH PADA PLTGU  
GRESIK**

Perbaikan meliputi:

| No. | Materi Perbaikan                                                                    | Keterangan                                                                            |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Tambah pola operasi untuk beban tertentu pembangkit beban di pembangkitan bagaimana |  |
| 2.  | Buat kesimpulan yang kuantitatif bukan kualitatif                                   |  |
| 3.  |                                                                                     |                                                                                       |
| 4.  |                                                                                     |                                                                                       |
| 5.  |                                                                                     |                                                                                       |

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing

  
Ir. H Soemarwanto



LEMBAR KERJA BELAJAR (LKB)

Dan hasil uji coba skema sistem tenaga listrik yang telah dibuat dan disajikan pada

Hari : Sabtu  
Tanggal : 18 Maret 2019

Telah dilakukan perbaikan sebagai berikut:

Nama : RHOZA WAHYUNINGRUM  
NIM : 0012112  
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO  
Konsentrasi : ENERGI ELEKTRIK  
Judul Skripsi : ANALISIS EKONOMI DISTRIBUSI DAN KOMBINASI  
SISTEM PENYALURAN TENAGA LISTRIK  
ALGORITMA DAN TARIK SEWAKO PADA RING  
CIKESIR

Perbaikan meliputi:

| No. | Uraian Perbaikan                                           | Keterangan |
|-----|------------------------------------------------------------|------------|
| 1.  | Terdapat pola operasi untuk beban tertentu dengan kV beban |            |
| 2.  | di perbaiki dengan menggunakan                             |            |
| 3.  | Isian kesimpulannya yang lebih akurat dan jelas            |            |
| 4.  |                                                            |            |
| 5.  |                                                            |            |

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing

Dr. H. Soemarmo



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : RHOMA DWI YULIANTO  
Nim : 99.12.175  
Masa Bimbingan : 27 Desember 2005 – 27 Mei 2006  
Judul Skripsi : ANALISA ECONOMIC DISPATCH DAN KOMBINASI SIKLUS  
MENGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM DAN  
TABU SEARCH PADA PLTGU GRESIK

| No. | Tanggal    | Uraian                                                 | Paraf Pembimbing |
|-----|------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| 1.  | 25-11-2005 | Bab I : Perbaiki susunan kalimat.<br>Bab II : Perbaiki |                  |
| 2.  | 03-12-2005 | Bab I : Perbaiki<br>Bab II & III : Perbaiki            |                  |
| 3.  | 24-01-2006 | Bab I : Ace<br>Bab II : Perbaiki<br>Bab III : Perbaiki |                  |
| 4.  |            | Bab IV, Perbaiki                                       |                  |
| 5.  | 30-01-2006 | Bab II & III : Ace<br>Bab IV : Fahmri, Ace             |                  |
| 6.  |            | Ace                                                    |                  |
| 7.  |            |                                                        |                  |
| 8.  |            |                                                        |                  |
| 9.  |            |                                                        |                  |
| 10. |            |                                                        |                  |

Malang, 200  
Dosen Pembimbing

Ir: SOEMARWANTO

Form.S-4b



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

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

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

PERSERO) MALANG  
 ; NIAGA MALANG

Malang, 4 Jan. 2006

Nomor : ITN-1004/I.SKP /2/'06  
 Lampiran : satu lembar  
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. H. SOEMARWANTO \*)**  
 Dosen Institut Teknologi Nasional  
 di – Malang

Dengan Hormat,  
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam perpanjangan masa bimbingan skripsi yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : RHOMA DWI Y  
 Nim : 9912175  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro  
 Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan Kembali sepenuhnya kepada Saudara/I, selama masa waktu **6 (Enam) bulan** terhitung mulai tanggal:

27 Des. 2005 s/d 27 Mei 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro, apabila lewat dari batas waktu tsb, maka, skripsinya akan digugurkan.  
 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



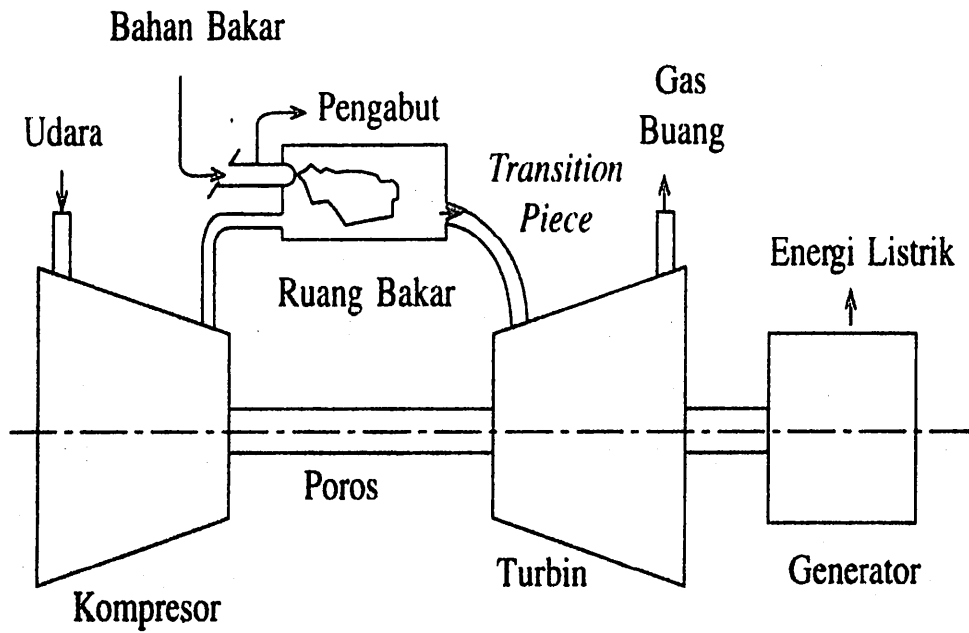
Ketua  
 Jurusan Teknik Elektro

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

**Tindakan :**

1. \*) Perpanjangan Kontrak
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip.

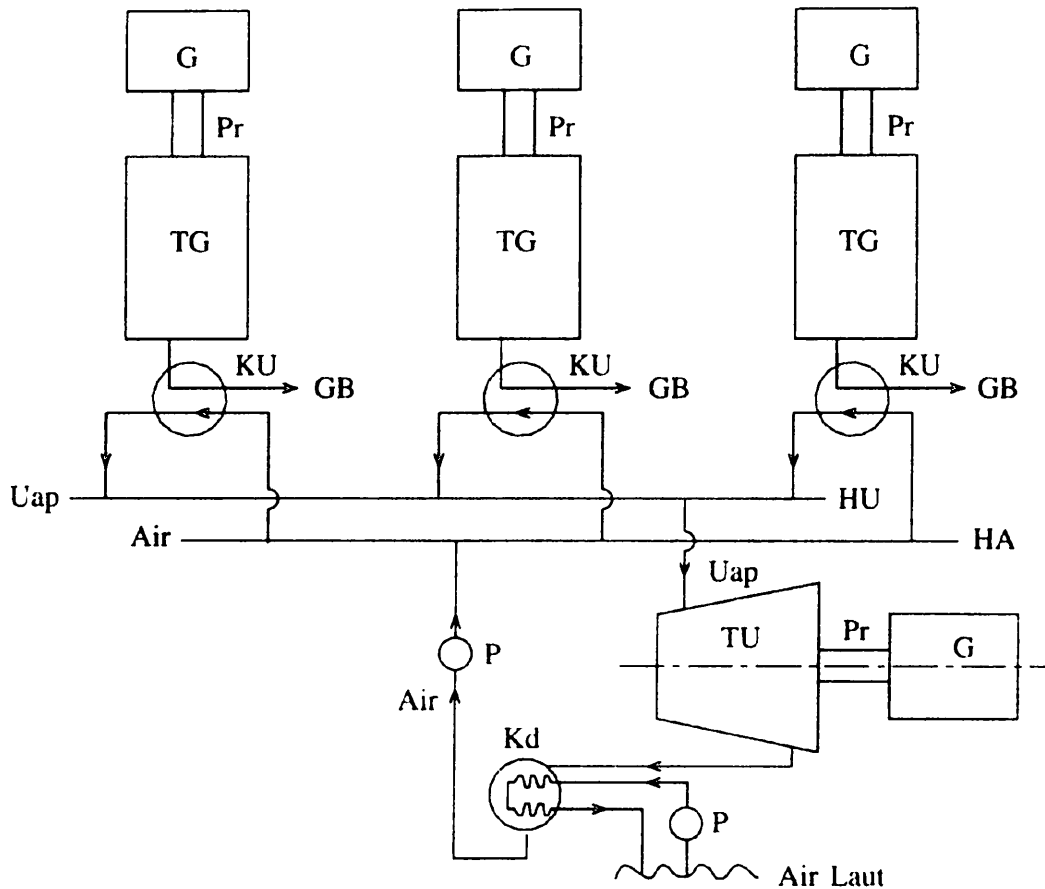
Form. S-4a



*Transition piece:*  
Tempat transisi/terjadinya perubahan.

**Gambar 3.7.** Prinsip kerja unit pembangkit turbin gas.

**Sumber ; Ir Djiteng Marsudi ; 2005 ; 113**



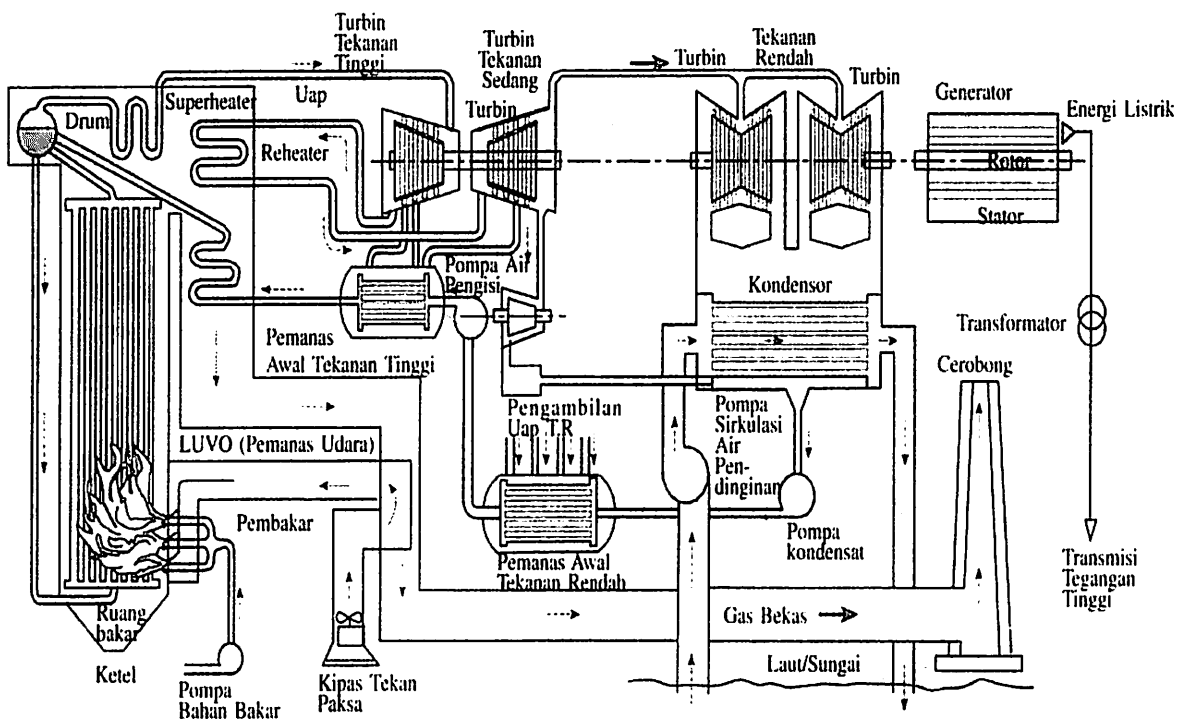
Gambar 3.6. skema sebuah Blok PLTGU yang terdiri dari 3 Unit PLTG dan sebuah Unit PLTU.

Sumber ; Ir Djiteng Marsudi ; 2005 ;117

Keterangan ;

- G** ; Generator
- Pr** ; Poros
- TG** ; Turbin Gas
- KU** ; Ketel Uap
- GB** ; Gas Buang
- HU** ; Header Uap
- HA** ; Header Air
- TU** ; Turbin Uap
- Kd** ; Kondensor
- P** ; pompa

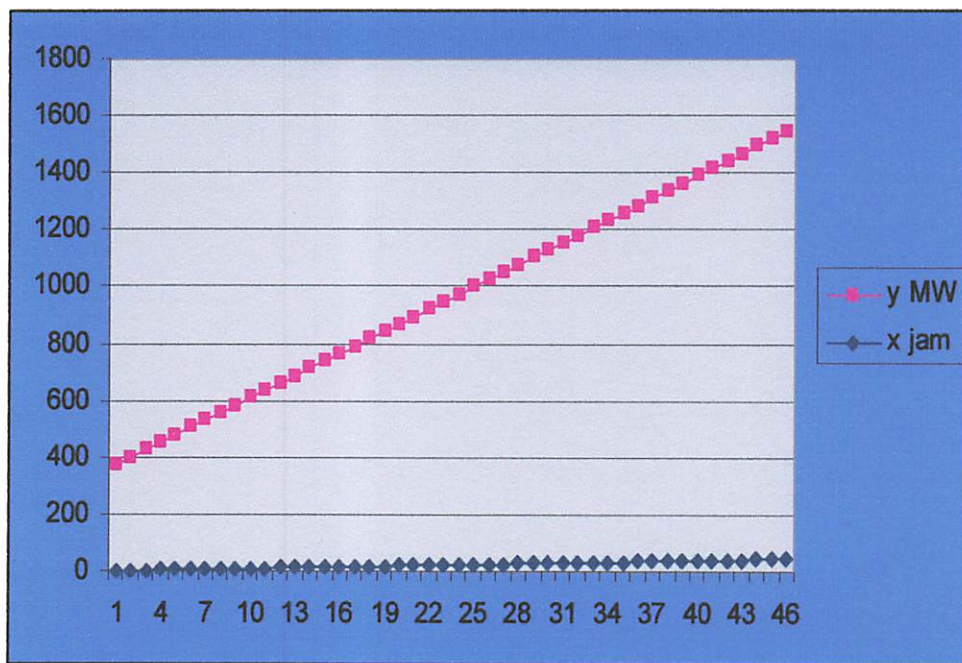




Gambar 3.5. Prinsip kerja PLTU.

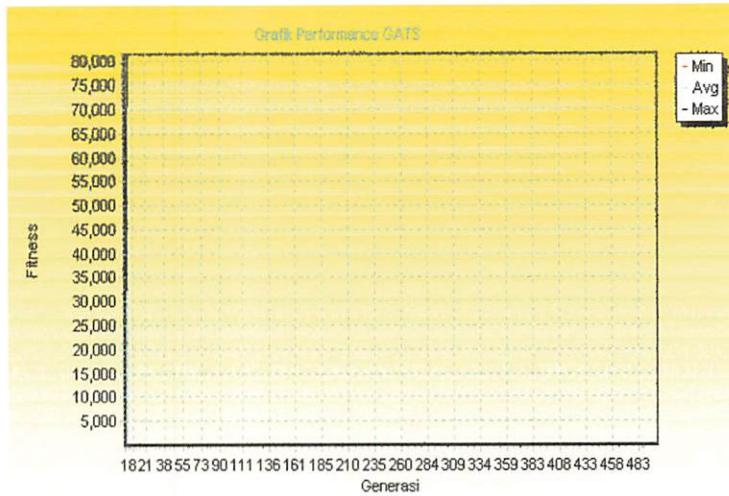
Sumber ; Ir Djiteng Marsudi ; 2005 ; 101

Grafik besar beban selama jam ke-1 sampai 46 jam sebelum di optimasi

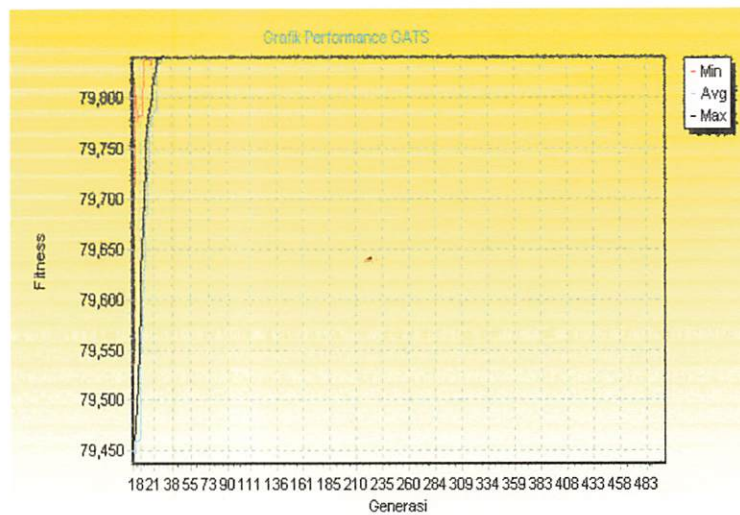


Grafik hasil perhitungan dengan menggunakan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search seperti terlihat berikut ini ;

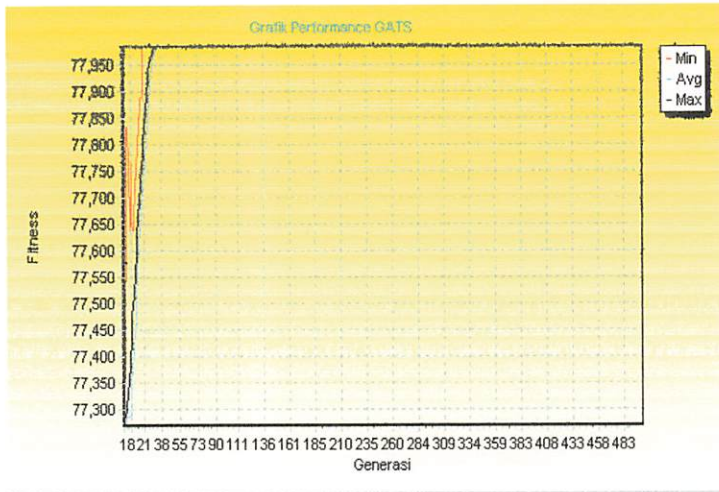
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-1



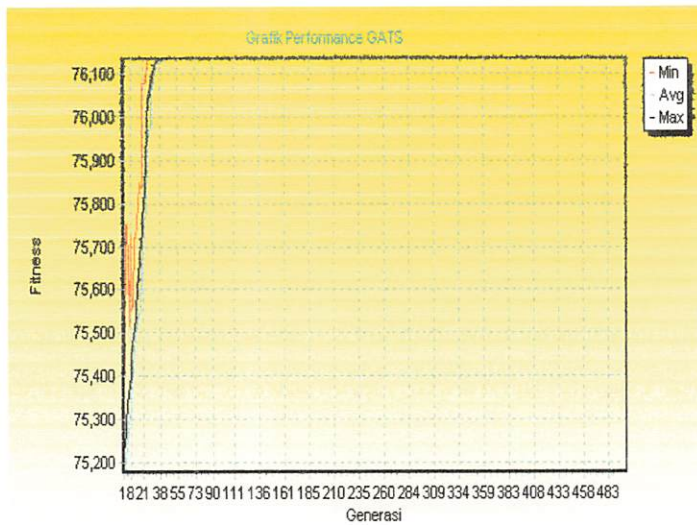
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-2



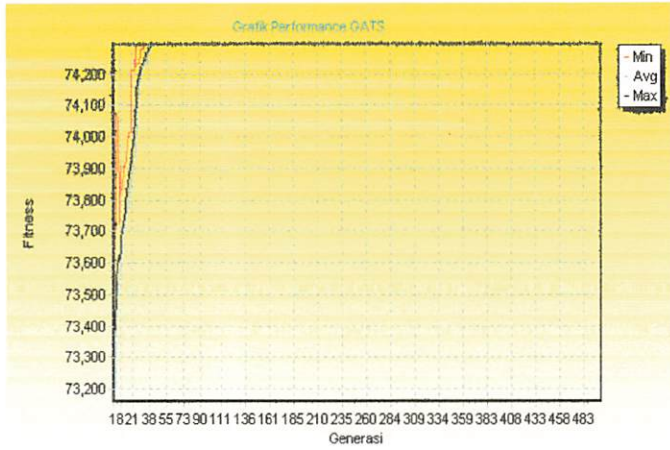
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-3



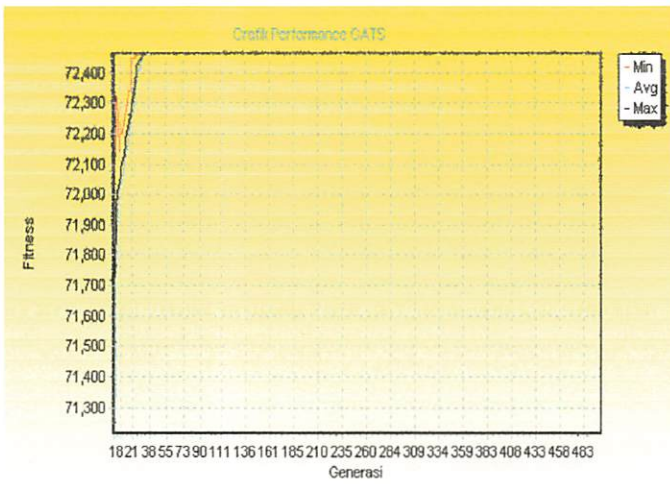
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-4



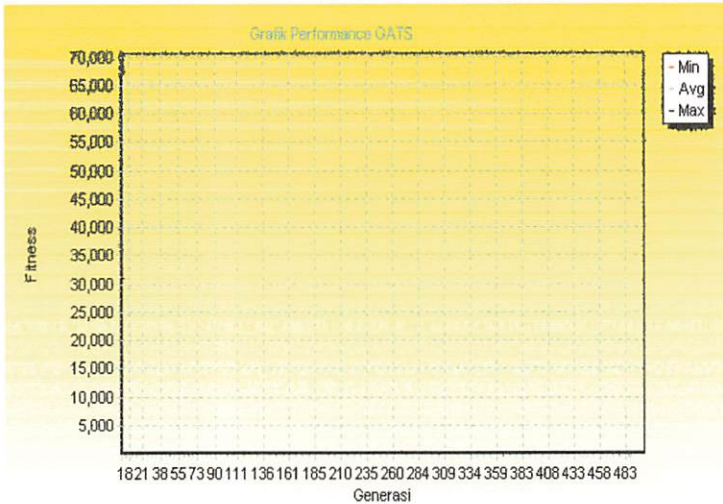
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-5



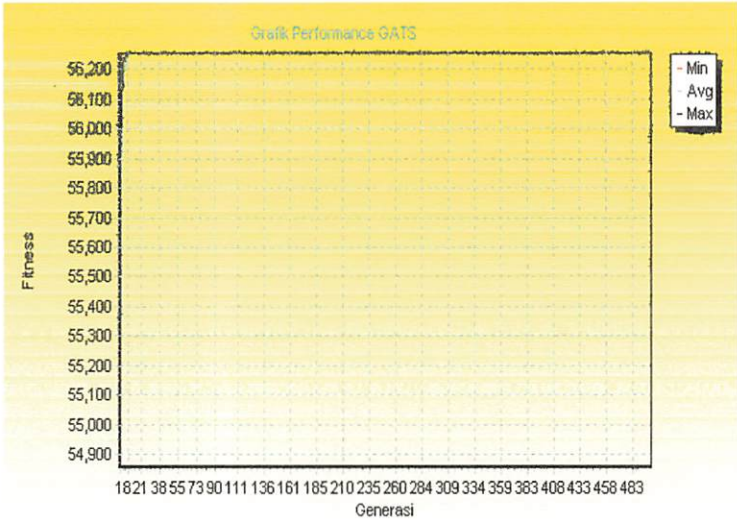
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-6



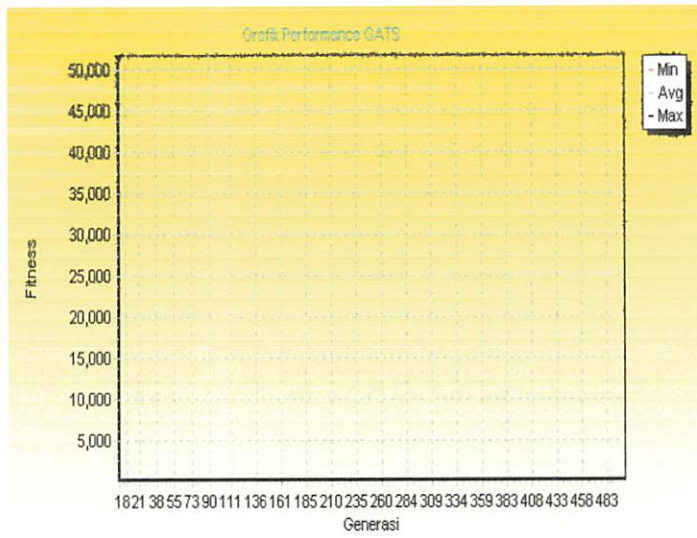
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-7 sampai jam ke-16



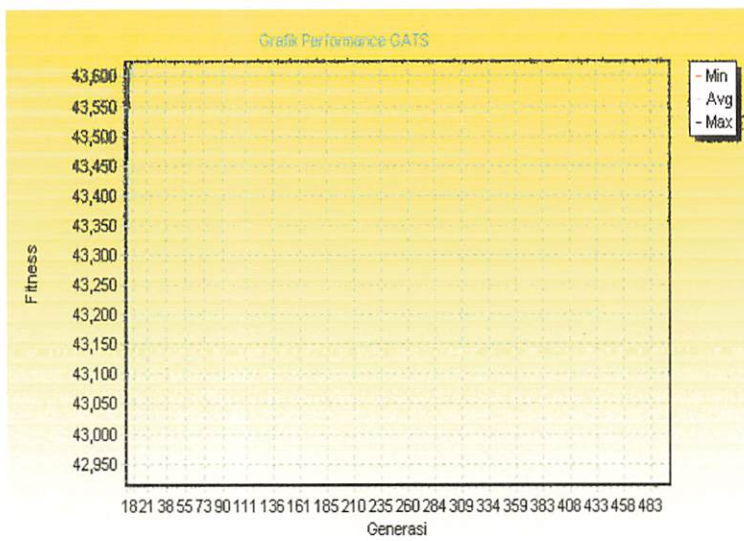
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-17 sampai jam ke-20



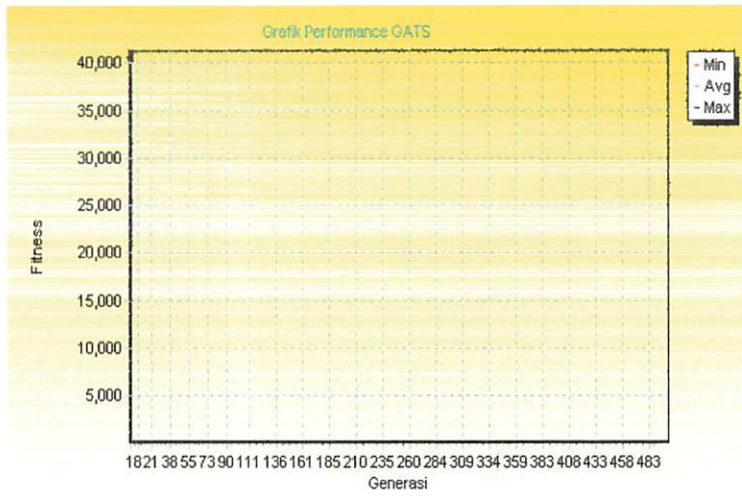
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-21 sampai jam ke-29



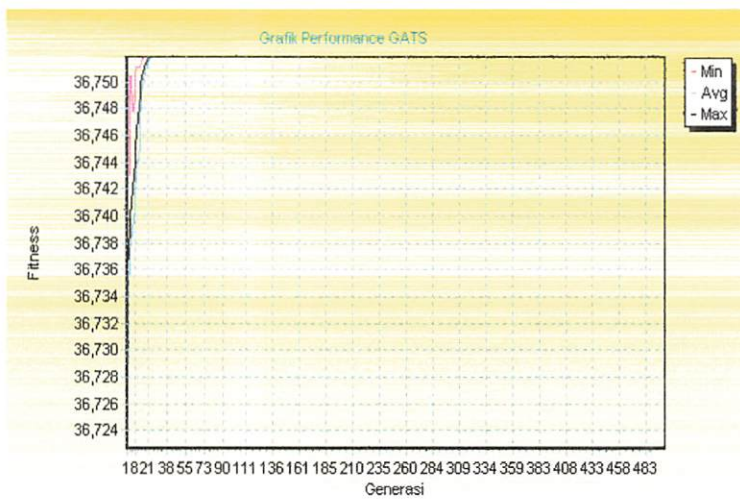
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-30 sampai jam ke-32



Grafik hasil perhitungan pada jam ke-33 sampai jam ke-39

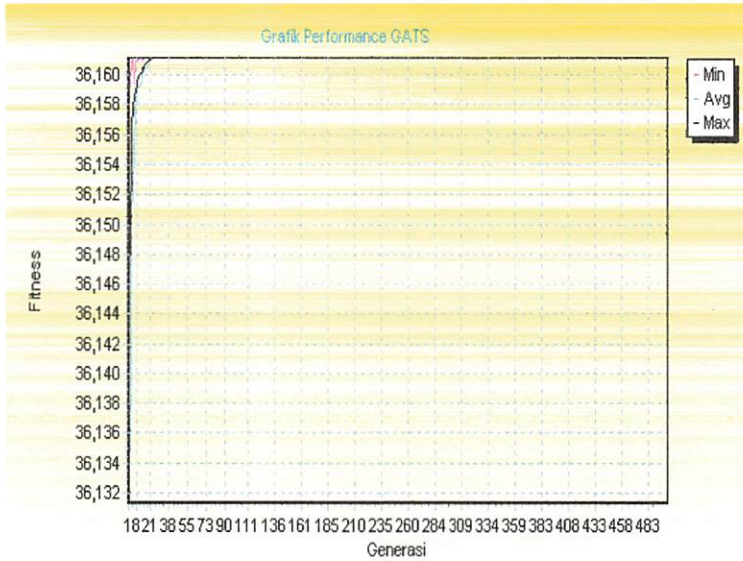


Grafik hasil perhitungan pada jam ke-40

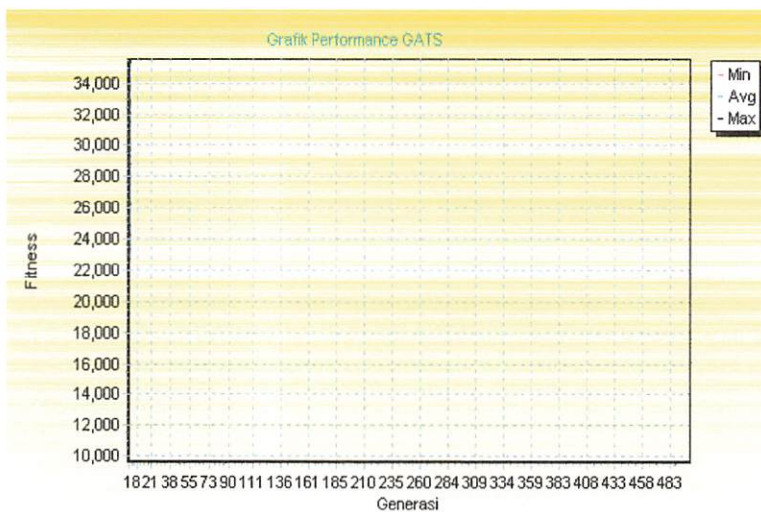




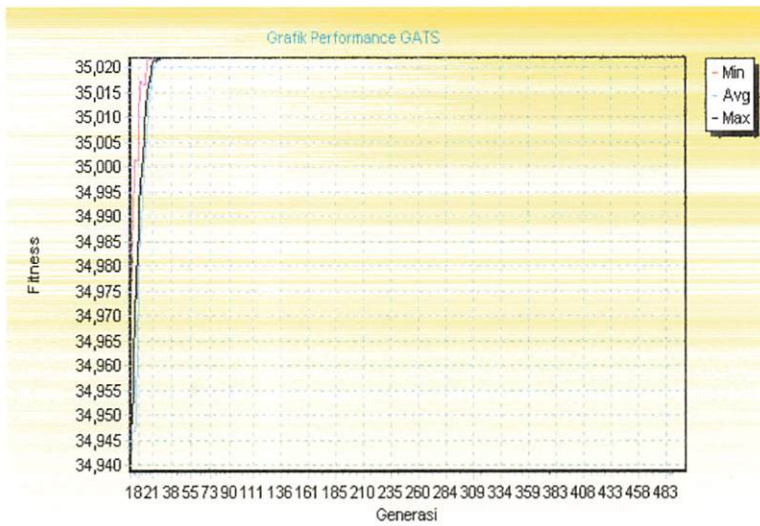
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-41



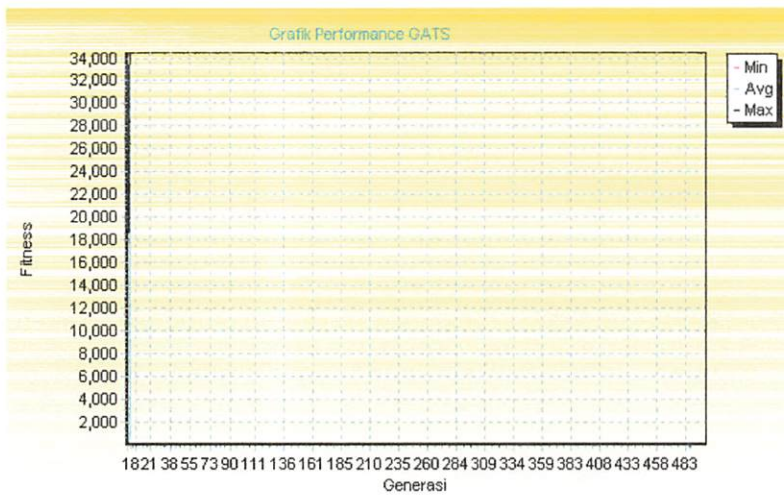
Grafik hasil perhitungan pada jam ke-42



Grafik hasil perhitungan pada jam ke-43



Grafik hasil perhitungan pada jam ke-44 sampai jam ke-46



## Validasi Program pada IEEE Test Sistem

Untuk mensimulasi program penyelesaian Economic Dispatch dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search dalam skripsi ini menggunakan system IEEE test yaitu : data pada jurnal "*Genetic Algorithm dan Tabu Search Solution of Economic Load Dispatch with Combine Cycle Power Plants*", untuk jumlah pembangkit sebanyak 3 unit dan periode waktu 1 jam, data-data selengkapnya seperti pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data Unit Pembangkit (Data IEEE)

| No | Nama Pembangkit | Kapasitas (MW) |       | Koefisien Biaya Bahan Bakar |      |     |
|----|-----------------|----------------|-------|-----------------------------|------|-----|
|    |                 | P maks         | P min | a                           | b    | c   |
| 1  | Unit 1          | 500            | 125   | 0,001562                    | 7,92 | 561 |
| 2  | Unit 2          | 500            | 125   | 0,001940                    | 7,85 | 310 |
| 3  | Unit 3          | 500            | 125   | 0,004820                    | 7,97 | 78  |

Tabel 2. Data Validasi (Data IEEE)

| No    | Nama Pembangkit | Beban (MW) |
|-------|-----------------|------------|
| 1     | Unit 1          | 250        |
| 2     | Unit 2          | 400        |
| 3     | Unit 3          | 200        |
| Total |                 | 850        |

### Validasi Program pada IEEE Test System

Untuk memvalidasi program penyelesaian Economic Dispatch dengan metode Genetic Algorithm dan Tabu Search dalam skripsi ini menggunakan system IEEE test system : data pada jurnal "Genetic Algorithm dan Tabu Search Solution of Economic Load Dispatch with Combine Cycle Power Plants", untuk jumlah parameter sebagai berikut dan periode waktu 1 jam, data-data selengkapnya seperti pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data Unit Pembangkit (Data IEEE)

| No | Nama Pembangkit | Kapasitas (MW) |        | Koefisien Biaya Bahan Bakar |
|----|-----------------|----------------|--------|-----------------------------|
|    |                 | P. max         | P. min |                             |
| 1  | Unit 1          | 600            | 128    | 0.00185                     |
| 2  | Unit 2          | 600            | 128    | 0.00190                     |
| 3  | Unit 3          | 600            | 128    | 0.00480                     |

Tabel 2. Data Validasi (Data IEEE)

| No    | Nama Pembangkit | Stasiun (MW) |
|-------|-----------------|--------------|
| 1     | Unit 1          | 250          |
| 2     | Unit 2          | 400          |
| 3     | Unit 3          | 200          |
| Total |                 | 850          |

Tampilan Software Metode GA dan TS data Jurnal dengan beban system 850 MW

The screenshot shows a software window titled "Tampilan Data" with a blue header bar. Below the header, there are four tabs: "General", "Data Generator", "Data Pembebanan", and "Data PLN". The "General" tab is selected. Inside the window, there are two input fields: "Jumlah Pembangkit" with the value "3" and "Jumlah Jam" with the value "48". At the bottom right, there are two buttons: "Next" and "Close".

The screenshot shows the same "Tampilan Data" window, but now the "Data Generator" tab is selected. It displays a table with the following data:

| Gen | Nama | Pmax | Pmin | a0     | a1      | a2      | Tup |
|-----|------|------|------|--------|---------|---------|-----|
| 1   | B1   | 500  | 125  | 3166   | 8.2427  | 0.01126 | 0   |
| 2   | B2   | 500  | 125  | 2428.2 | 12.1771 | 0.00621 | 0   |
| 3   | B3   | 500  | 125  | 2167.6 | 12.5668 | 0.00534 | 0   |

At the bottom right, there are two buttons: "Next" and "Close".

**Tampilan Data**

General | Data Generator | Data Pembebanan | Data PLN

|       | Jam 1 | Jam 2 | Jam 3 | Jam 4 | Jam 5 | Jam 6 | Jam 7 | Jam |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Gen 1 | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125 |
| Gen 2 | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125   | 125 |
| Gen 3 | 125   | 150   | 175   | 200   | 225   | 250   | 275   | 300 |

Next Close

**Hasil Program**

Parameter | Daya Gen | Grafik GATS

Parameter GATS

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Jumlah Generasi        | 500          |
| Jumlah Populasi        | 50           |
| Jumlah Param           | 3            |
| Konstanta Betha        | 0.3          |
| Konstanta Ka           | 1000000000   |
| Panjang Chromosome     | 30           |
| Probabilitas Crossover | 0.8          |
| Probabilitas Mutasi    | 0.002        |
| Probabilitas Flip      | 0.5          |
| Metode Crossover       | crArithmetic |
| Metode New Parent      | npReplikasi  |

Pilih Jam ke Berapa

1

Parameter Objective Function

Pinalty Generator 1000000

Use Default

Hitung Close

Hasil Program

Parameter Daya Gen Grafik GATS

| No | P GATS (kW) | P PLN (kW) | Cost GATS (Rp) | Cost PLN (Rp) | Selisih (Rp) |
|----|-------------|------------|----------------|---------------|--------------|
| 1  | 125         | 125        | 4,372          | 4,372         | 0            |
| 2  | 125         | 125        | 4,047          | 4,047         | 0            |
| 3  | 125         | 125        | 3,822          | 3,822         | 0            |

Biaya GATS 12,242      Biaya PLN 12,242      Selisih 0

Hitung      Close

Dengan memakai data IEEE diatas maka diperoleh hasil sebagai berikut dengan parameter generasi = 500, populasi = 50, jumlah pembangkit = 3, komutasi dilakukan jam 1 dengan beban 850 MW.

Setelah dilakukan proses perbandingan data yang ada pada jurnal dan data pada hasil program, maka didapatkan biaya operasional pada data jurnal sebesar \$. 8178.43.- dan biaya operasional pada hasil program sebesar \$. 8194.-. Maka selisih antara biaya operasional pada jurnal dan biaya operasional hasil program adalah \$. 15.5686.-(error 0,19).

**unit uAbout;**

**interface**

**uses**

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

**type**

**TfrmAbout = class(TForm)**

**private**

**{ Private declarations }**

**public**

**{ Public declarations }**

**end;**

**var**

**frmAbout: TfrmAbout;**

**implementation**

**{ \$R \*.dfm }**

**end.**



```
unit uMatrix;
```

```
interface
```

```
uses uUtils, SysUtils;
```

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

```
implementation
```

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

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

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

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

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

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

```

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

```

```

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

```

```
end;  
end;
```

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

```

    raise exception.Create('matrik tidak bisa diinvers!');
end;
end;

```

```

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

```

```

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

```

```

function EllGauss(const mat1:dArr2;const mat2:dArr1):dArr1;
var i,j,k,Nmat:integer;
    konst,value,DE,AE,sum:double;
    tmp:dArr2;
begin
    if high(mat1) <> high(mat1[0]) then
        begin
            raise Exception.Create('Matrik 1 bukan matrik bujur sangkar!');
        end;
    if high(mat1[0]) <> high(mat2) then
        begin
            raise Exception.Create('Jumlah kolom matrik 1 tidak sama dengan jumlah baris
matrik 2!');
        end;
    Nmat:=high(mat1)+1;
    SetLength(tmp,Nmat,Nmat+1);

```

```

for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  for j:=0 to Nmat-1 do
  begin
    tmp[i,j]:=mat1[i,j];
  end;
end;
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  tmp[i,Nmat]:=mat2[i];
end;
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  if tmp[i,i]=0 then
  begin
    for k:=i+1 to Nmat-1 do
    begin
      if tmp[k,i]<>0 then
      begin
        for j:=0 to Nmat do
        begin
          Konst:=tmp[i,j];
          value:=tmp[k,j];
          tmp[i,j]:=value;
          tmp[k,j]:=Konst;
        end;
      end
    end;
  end;
end;
for i:=0 to Nmat-1 do
begin
  DE:=tmp[i,i];
  for j:=0 to Nmat do
  begin
    tmp[i,j]:=tmp[i,j]/DE;
  end;
  for k:=i to Nmat-1 do
  begin
    if k<>i then
    begin
      AE:=tmp[k,i];
      for j:=0 to Nmat do
      begin
        tmp[k,j]:=tmp[k,j]-AE*tmp[i,j];
      end;
    end;
  end;
end;

```

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

end.
```

```

unit uUtils;

interface

uses SysUtils;

type
  TSort=(asc,dec);

  TBatas=record
    min,max:double;
  end;

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

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

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

  TChromTCSC1=array of TAlleleTCSC;

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

  TChromUpfc1=array of TAlleleUpfc;

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

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

```



```
procedure Swap(var X,Y:string);overload;
procedure Swap(var X,Y:boolean);overload;
```

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

```
function DecodeBinToFloat1(const aData:bArr1):double;
function DecodeBinToFloat2(const aData:bArr2):dArr1;
function DecodeBinToFloat2Base0(const aData:bArr2):dArr1;
function DecodeFloat1ToBin(const aLength:integer;
    const aData:double):bArr1;
function DecodeFloat2ToBin(const aLength:integer;
    const aData:dArr1):bArr2;
function DecodeFloat2ToBinBase0(const aLength:integer;
    const aData:dArr1):bArr2;
```

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

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

```
function ArrayBase0ToBase1(const rData:bArr1):bArr1;overload;
function ArrayBase0ToBase1(const rData:bArr2):bArr2;overload;
function ArrayBase0ToBase1(const rData:dArr1):dArr1;overload;
function ArrayBase0ToBase1(const rData:dArr2):dArr2;overload;
function ArrayBase1ToBase0(const rData:bArr1):bArr1;overload;
function ArrayBase1ToBase0(const rData:bArr2):bArr2;overload;
function ArrayBase1ToBase0(const rData:dArr1):dArr1;overload;
function ArrayBase1ToBase0(const rData:dArr2):dArr2;overload;
```

## implementation

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

```
function Pangkat(Val,pangkat:double):double;
begin
```

```
Result:=exp(Pangkat*ln(Val));  
end;
```

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

```

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

```

```

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

```

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

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

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

```
function DecodeBinToFloat2Base0(const aData:bArr2):dArr1;  
var tmpData:bArr2;  
    tmp:dArr1;  
begin  
    tmpData:=ArrayBase0ToBase1(aData);  
    tmp:=DecodeBinToFloat2(tmpData);
```

```
    result:=ArrayBase1ToBase0(tmp);  
end;
```

```
function DecodeFloat1ToBin(const aLength:integer;  
    const aData:double):bArr1;
```

```
var i,Sa,cek,value:integer;
```

```
begin
```

```
    Sa:=round(pangkat(2,aLength))-1;
```

```
    value:=round(aData*Sa);
```

```
    SetLength(result,aLength+1);
```

```
    for i:=1 to aLength do
```

```
        begin
```

```
            result[i]:=false;
```

```
        end;
```

```
        i:=aLength;
```

```
        Repeat
```

```
            Cek:=value mod 2;
```

```
            if Cek=1 then
```

```
                begin
```

```
                    result[i]:=true;
```

```
                end
```

```
            else
```

```
                begin
```

```
                    result[i]:=false;
```

```
                end;
```

```
            value:=value div 2;
```

```
            i:=i-1;
```

```
        until value=0;
```

```
    end;
```

```
function DecodeFloat2ToBin(const aLength:integer;  
    const aData:dArr1):bArr2;
```

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

```
    chrom1:bArr1;
```

```
begin
```

```
    NData:=high(aData);
```

```
    SetLength(result,NData+1,aLength+1);
```

```
    for i:=1 to NData do
```

```
        begin
```

```
            if (aData[i]>1) or (aData[i]<0) then
```

```
                begin
```

```
                    if aData[i]>1 then aData[i]:=1;
```

```
                    if aData[i]<0 then aData[i]:=0;
```

```
                    //raise Exception.Create('Data Salah harus diantara 0 dan 1 ya!');
```

```
                end;
```

```
            chrom1:=DecodeFloat1ToBin(aLength,aData[i]);
```

```
    for j:=1 to aLength do
    begin
        result[i,j]:=chrom1[j];
    end;
end;
end;
```

```
function DecodeFloat2ToBinBase0(const aLength:integer;
    const aData:dArr1):bArr2;
var tmpData:dArr1;
    tmpChrom:bArr2;
begin
    tmpData:=ArrayBase0ToBase1(aData);
    tmpChrom:=DecodeFloat2ToBin(aLength,tmpData);
    result:=ArrayBase1ToBase0(tmpChrom);
end;
```

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

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

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

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

```
function ArrayBase0ToBase1(const rData:bArr1):bArr1;overload;
var i,rows:integer;
begin
    rows:=high(rData)+1;
    SetLength(result,rows+1);
    for i:=0 to rows-1 do
```

```
begin
  result[i+1]:=rData[i];
end;
end;
```

```
function ArrayBase0ToBase1(const rData:bArr2):bArr2;overload;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
  rows:=high(rData)+1;
  cols:=high(rData[0])+1;
  SetLength(result,rows+1,cols+1);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      for j:=0 to cols-1 do
        begin
          result[i+1,j+1]:=rData[i,j];
        end;
      end;
    end;
  end;
```

```
function ArrayBase0ToBase1(const rData:dArr1):dArr1;overload;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(rData)+1;
  SetLength(result,rows+1);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      result[i+1]:=rData[i];
    end;
  end;
```

```
function ArrayBase0ToBase1(const rData:dArr2):dArr2;overload;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
  rows:=high(rData)+1;
  cols:=high(rData[0])+1;
  SetLength(result,rows+1,cols+1);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      for j:=0 to cols-1 do
        begin
          result[i+1,j+1]:=rData[i,j];
        end;
      end;
    end;
  end;
```



```
function ArrayBase1ToBase0(const rData:bArr1):bArr1;overload;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(rData);
  SetLength(result,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    result[i]:=rData[i+1];
  end;
end;
```

```
function ArrayBase1ToBase0(const rData:bArr2):bArr2;overload;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
  rows:=high(rData);
  cols:=high(rData[0]);
  SetLength(result,rows,cols);
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    for j:=0 to cols-1 do
    begin
      result[i,j]:=rData[i+1,j+1];
    end;
  end;
end;
```

```
function ArrayBase1ToBase0(const rData:dArr1):dArr1;overload;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(rData);
  SetLength(result,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    result[i]:=rData[i+1];
  end;
end;
```

```
function ArrayBase1ToBase0(const rData:dArr2):dArr2;overload;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
  rows:=high(rData);
  cols:=high(rData[0]);
  SetLength(result,rows,cols);
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    for j:=0 to cols-1 do
```

```
begin
  result[i,j]:=rData[i+1,j+1];
end;
end;
end;

end.
```

**unit uComplex;**

**interface**

**uses uUtils;**

**type**

**TComplex=class**

**private**

**FReal,FImag:double;**

**public**

**constructor Create;overload;**

**constructor Create(const aReal:double);overload;**

**constructor Create(const aReal,aImag:double);overload;**

**constructor Create(const aComplex:TComplex);overload;**

**function GetAbs:double;**

**function GetAngleRad:double;**

**function GetAngleDeg:double;**

**function Add(const aReal:double):TComplex;overload;**

**function Add(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;**

**function Subtract(const aReal:double):TComplex;overload;**

**function Subtract(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;**

**function Multiply(const aReal:double):TComplex;overload;**

**function Multiply(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;**

**function Divide(const aReal:double):TComplex;overload;**

**function Divide(const aComplex:TComplex):TComplex;overload;**

**function Conj:TComplex;**

**function Negative:TComplex;**

**function toStringI(const rLen:integer):string;**

**function toStringJ(const rLen:integer):string;**

**property Real:double read FReal write FReal;**

**property Imag:double read FImag write FImag;**

**end;**

**CArr1=array of TComplex;**

**CArr2=array of array of TComplex;**

**implementation**

**{ TComplex }**

**//constructor**

**constructor TComplex.Create;**

**begin**

**inherited Create;**

**FReal:=0.0;**

**FImag:=0.0;**

end;

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

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

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

//data operation

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

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

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

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

```
function TComplex.Multiply(const aReal:double):TComplex;
```

```

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

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

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

function TComplex.Divide(const aComplex:TComplex):TComplex;
var denote:double;
begin
  denote:=sqr(aComplex.FReal)+sqr(aComplex.FImag);

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

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

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

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

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

```

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

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

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

end.
```

unit uMenu;

interface

uses

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

type

TfrmMenu = class(TForm)

Panel1: TPanel;

btnNew: TButton;

btnOpen: TButton;

btnExit: TButton;

StatusBar1: TStatusBar;

Panel2: TPanel;

OpenDialog1: TOpenDialog;

procedure btnExitClick(Sender: TObject);

procedure btnNewClick(Sender: TObject);

procedure btnOpenClick(Sender: TObject);

private

{ Private declarations }

public

{ Public declarations }

end;

var

frmMenu: TfrmMenu;

implementation

uses uComplex, uUtils, uInputGen, uObjFunc, uGenerator;

{ \$R \*.dfm }

procedure TfrmMenu.btnExitClick(Sender: TObject);

begin

gObjFunc.Free;

Application.Terminate;

end;

procedure TfrmMenu.btnNewClick(Sender: TObject);

begin

frmInput.Caption:='Input Data';

frmInput.btnNext.Caption:='&Save';

frmInput.Show;

end;

procedure TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);

var NamaFile, Nama:string;

output:TextFile;

Pmin,Pmax,a2,a1,a0,Sh,Sc,Ramp,Load,Res:double;

i,j,Ngen,Njam,Tup,Tdown,Tcold,InitSt:integer;

aLoad,aRes:dArr1;

aPLN:dArr2;

aGen:TGenArr;

begin

try

if OpenFileDialog1.Execute then

begin

NamaFile:=OpenDialog1.FileName;

AssignFile(output,NamaFile);

Reset(output);

Readln(output,Ngen);

Readln(output,Njam);

frmInput.edtNGen.Text:=IntToStr(Ngen);

frmInput.edtNjam.Text:=IntToStr(Njam);

frmInput.fgGen.RowCount:=Ngen+1;

SetLength(aGen,Ngen+1);

for i:=1 to Ngen do

begin

Readln(output,Pmax,Pmin,a0,a1,a2,Tup,Tdown,Sh,Sc,tcold,InitSt,  
Ramp,Nama);

aGen[i]:=TPembangkit.Create(Nama,Pmin,Pmax,a2,a1,a0,Sh,Sc,Ramp,  
Tup,Tdown,Tcold,InitSt);

frmInput.fgGen.Cells[1,i]:=Nama;

frmInput.fgGen.Cells[2,i]:=FloatToStr(Pmax);

frmInput.fgGen.Cells[3,i]:=FloatToStr(Pmin);

frmInput.fgGen.Cells[4,i]:=FloatToStr(a0);

frmInput.fgGen.Cells[5,i]:=FloatToStr(a1);

frmInput.fgGen.Cells[6,i]:=FloatToStr(a2);

frmInput.fgGen.Cells[7,i]:=IntToStr(Tup);

frmInput.fgGen.Cells[8,i]:=IntToStr(Tdown);

frmInput.fgGen.Cells[9,i]:=FloatToStr(Sh);

frmInput.fgGen.Cells[10,i]:=FloatToStr(Sc);

frmInput.fgGen.Cells[11,i]:=IntToStr(Tcold);

frmInput.fgGen.Cells[12,i]:=IntToStr(InitSt);

frmInput.fgGen.Cells[13,i]:=FloatToStr(Ramp);

end;

frmInput.fgLoad.RowCount:=Njam+1;

SetLength(aLoad,Njam+1);

SetLength(aRes,Njam+1);



```

for i:=1 to Njam do
begin
  Readln(output,Load,Res);
  aLoad[i]:=Load;
  aRes[i]:=Res;
  frmInput.fgLoad.Cells[1,i]:=FloatToStr(Load);
  frmInput.fgLoad.Cells[2,i]:=FloatToStr(Res);
end;
frmInput.fgPLN.RowCount:=Ngen+1;
frmInput.fgPLN.ColCount:=Njam+1;
SetLength(aPLN,Ngen+1,Njam+1);
for i:=1 to Ngen do
begin
  for j:=1 to Njam do
  begin
    Read(output,Load);
    aPLN[i,j]:=Load;
    frmInput.fgPLN.Cells[j,i]:=FloatToStr(Load);
  end;
  Readln(output);
end;
CloseFile(output);
gObjFunc:=TObjFunc.Create(aLoad,aRes,aPLN,aGen);
for i:=1 to Ngen do
begin
  aGen[i].Free;
end;
frmInput.Caption:='Tampilan Data';
frmInput.btnNext.Caption:='&Next';
frmInput.Show;
end;
except
  MessageDlg('File Corrupt atau Error Program!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
end;

end.

```