SKRIPSI

OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN *METODE NEAREST NEIGBORHOOD INTERPOLATION* PADA PT. PLN JAWA-BALI

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

Disusun Oleh:

JIZREEL. A .IMBIRI
NIM : 00.12158

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

SEPTEMBER 2007

OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGBOORHOOD PADA PT.JAWA-BALI

SKRIPSI

Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan

Memenuhi Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

JIZREEL .A. IMBIRI

00.12158

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Ir. H.Choirul Saleh, MT)	(Ir. Djojo Priatmono,MT)
NIP. Y.101 8800 190	NIP. Y. 101 8500 107

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA-1

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y. 1039500274

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

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa	**: JIZREEL. A . IMBIRI**
N.I.M.	**: 00.12.158**
Jurusan	**: Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi	**: Teknik Energi Listrik**
Judul Skripsi	**: OPTIMASI PENJADUWALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION PADA PT. JAWA-BALI**

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

Hari	**: selasa**
Tanggal	**: 4 September 2007**
Dengan Nilai	**: 74 (B+)**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Panitia Ujian

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Sekretaris

Anggota Penguji

(Ir. Widodo Puji Mulyanto, MT)
Penguji Pertama

(Ir. Eko Nurcahyo)
Penguji Kedua

ABSTRAKSI

OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION PADA PT. JAWA-BALI

(Jizreel A. Imbiri 00.12.158, Teknik Elektro/T. Energi Listrik)

(Dosen Pembimbing I: Ir. Choirul Saleh, MT)
(Dosen Pembimbing II: Ir. Djojo Priatmono, MT)

Kata Kunci: *Mengoptimalkan Biaya Bahan Bakar pada Unit Pembangkit*

Karena aktifitas manusia mengikuti siklus waktu tertentu, maka sistem yang mendukung keberadaan manusiapun akan mengikuti siklus tersebut. Demikian pula sistem tenaga listrik akan mengikuti siklus manusia. Untuk siklus harian, misalnya, beban untuk waktu kerja dari pagi hingga sore hari dan waktu di mana aktifitas manusia adalah istirahat atau tidur maka beban sistem tenaga listrik akan rendah.

Untuk menentukan penjadwalan unit pembangkit yang akan melayani kebutuhan beban yang berubah tiap jam dengan menggunakan metode Nearest Neighborhood Interpolation Algoritma yang digunakan adalah metode NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION pada aplikasi penjadualan unit. Penjadwalan dilakukan dalam satu hari (24 jam dengan range tiap jam). Tidak membahas rugi-rugi saluran transmisi (*spinning reserve*).

Bahwa pendekatan metode NNI untuk *study* kasus ini, untuk tanggal 27 Juli 2005 dengan biaya aktual 12,935,923,474 rupiah dan biaya NNI sebesar 12,633,092,112 rupiah, maka dapat dikatakan dengan metode NNI terjadi penekanan biaya sebesar 12,449,683,076 dan biaya NNI sebesar 12,343,193,869 dengan selisih sebesar 106,489,207 atau sekitar 0,86% atau dengan kata lain faktor efisiensi komulatif biaya menggunakan metode NNI adalah sebesar 2.75%.

Namun pendekatan dengan metode ini tidak mutlak akan memberikan nilai positif seperti apa yang terjadi pada tanggal 31 Juli 2005, pada tanggal ini justru terjadi pelebaran biaya sebesar 10,83% dengan biaya aktual sebesar 10,689,004,591 rupiah dan biaya NNI sebesar 11,846,831,727 rupiah maka terjadi kerugian sebesar 1,157,827,136 rupiah, hal ini dikarenakan pencarian penjaluran jadual optimal yang tidak melanggar kendala-kendala yang ada pada tiap iterasinya tetap membutuhkan biaya yang besar.

Dengan mengacu pada statemen di atas maka dapat dikatakan metode NNI cukup berhasil dalam optimasi untuk pendajualan unit pembangkit.

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan lindungan, rahmat dan karuniaNya-lah penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini, sebagai syarat untuk melengkapi dan memenuhi syarat mencapai gelar sarjana.

Skripsi yang berjudul **"OPTIMASI PENJADUWALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGBORHOOD INTERPOLATION PADA PT. JAWA-BALI"** ini tersusun juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. I Made Wartana, MT selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik S-I Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
6. Bapak Ir. Djojo Priatmono, MT selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.

7. Seluruh Dosen dan Karyawan yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
8. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan lahir maupun batin kepada penulis.
9. Wanda Elvilra Sony, yang selalu memberikan dukungan dan suport.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya, sebagai puncak dari tujuan penulisan skripsi ini adalah semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, September 2007

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR GRAFIK

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karena aktifitas manusia mengikuti siklus waktu tertentu, maka sistem yang mendukung keberadaan manusiapun akan mengikuti siklus tersebut. Demikian pula sistem tenaga listrik akan mengikuti siklus manusia. Untuk siklus harian, misalnya, beban untuk waktu kerja dari pagi hingga sore hari dan waktu di mana aktifitas manusia adalah istirahat atau tidur maka beban sistem tenaga listrik akan rendah. Untuk siklus mingguan juga tampak perubahan. Di mana untuk hari-hari kerja maka tingkat kebutuhan daya listrik akan tinggi, sedangkan untuk hari sabtu dan minggu maka penggunaan energi listrik cenderung lebih rendah. Oleh karena itu dalam rangka koordinasi operasi dari pusat-pusat pembangkit tersebut diperlukan penjadwalan operasi unit pembangkit. Penjadwalan ini menentukan mana pembangkit yang aktif dan unit pembangkit mana yang tidak aktif di dalam melayani beban sistem selama siklus waktu tertentu. Dalam membuat penjadwalan tersebut menggunakan pertimbangan teknis dan ekonomis. Penjadwalan ini dikenal dengan istilah penjadwalan pembangkit. Karena aktifitas manusia mengikuti siklus waktu tertentu, maka sistem yang mendukung keberadaan manusiapun akan mengikuti siklus tersebut. Demikian pula sistem tenaga listrik akan mengikuti siklus manusia. Untuk siklus harian, misalnya, beban untuk waktu kerja dari pagi hingga sore hari dan waktu di mana aktifitas manusia adalah istirahat atau tidur maka beban sistem tenaga listrik akan rendah.

Untuk siklus mingguan juga tampak perubahan. Di mana untuk hari-hari kerja maka tingkat kebutuhan daya listrik akan tinggi, sedangkan untuk hari sabtu dan minggu maka penggunaan energi listrik cenderung lebih rendah. Oleh karena itu dalam rangka koordinasi operasi dari pusat-pusat pembangkit tersebut diperlukan penjadwalan operasi unit pembangkit. Penjadwalan ini menentukan mana pembangkit yang aktif dan unit pembangkit mana yang tidak aktif di dalam melayani beban sistem selama siklus waktu tertentu. Dalam membuat penjadwalan tersebut menggunakan pertimbangan teknis dan ekonomis. Penjadwalan ini dikenal dengan istilah penjadwalan pembangkit.

1.2 Rumusan Masalah

Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya bahwa penjadwalan pembangkit sangatlah rumit, maka salah satu hal yang penting dalam penjadwalan pembangkit adalah menemukan penjadwalan komitmen yang optimal dengan biaya paling rendah menggunakan metode NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION Dengan demikian permasalahan yang hendak diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana mencapai penjadwalan operasi pembangkit yang optimal dengan menggunakan metode diatas. Berdasarkan gambaran diatas maka skripsi ini diberi judul :

"KOMITMEN UNIT PEMBANGKIT TERMAL DENGAN METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION PADA PT. PJB"

1.3 Tujuan

Bedasarkan pada permasalahan yang telah didiskripsikan diatas maka skripsi ini mempunyai tujuan :

- Untuk menentukan penjadwalan unit pembangkit yang akan melayani kebutuhan beban yang berubah tiap jam dengan menggunakan metode Nearest Neighborhood Interpolation

1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan masalah yang akan dibahas, maka diberikan asumsi-asumsi serta batasan-batasan sebagai berikut :

- Algoritma yang digunakan adalah metode NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION pada aplikasi penjadualan unit.
- Penjadwalan dilakukan dalam satu hari (24 jam dengan range tiap jam)
- Tidak membahas rugi-rugi saluran transmisi
- Tidak membahas masalah biaya cadangan berputar *(spinning reserve)*,

1.5 Metodelogi Pembahasan

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

1. Studi Literatur Yaitu kajian pustaka yang mempelajari teori-teori yang terkait melalui literature, yaitu teori tentang Komitmen Unit, Pembebanan Ekonomis, Algoritma Nearest Neighborhood Interpolation

2. Pengumpulan Data

   Bentuk data yang digunakan :

   a. Data Kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka, meliputi data harga penawaran, data pembebanan harian PT Pembangkitan Jawa-Bali.

   b. Data Kualitatif, yaitu data yang berbentuk uraian, keterangan dan sebagainya, yang bisa juga diambil dari penelitian terdahulu.

3. Menentukan optimasi penjadwalan pembebanan pada komitmen unit dengan metode Nearest Neighborhood Interpolation

4. Membuat evaluasi, sehingga dapat disimpulkan apakah metode yang digunakan dalam skripsi ini lebih ekonomis.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri atas beberapa bab dan sub bab yang tersusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan masalah umum mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan skripsi, pembatasan masalah, metodelogi pembahasan, sistematika penulisan dan kontribusi penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi antara lain tentang pengenalan sistem tenaga listrik, teori dasar komitmen unit, karakteristik masukan-keluaran, karakteristik

laju tambahan biaya bahan bakar, pembebanan ekonomis pembangkit listrik dan metode Nearest Neighborhood Interpolation .

BAB III PENERAPAN METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION PADA PT PEMBANGKITAN JAWA-BALI

Berisi tentang data unit termal, aplikasi metode Nearest Neighborhood Interpolation pada PT. PJB dan beban sistem, dengan data yang diperoleh selama survey dilapangan sebagai variabelnya.

BAB IV SIMULASI PROGRAM DAN ANALISA KOMITMEN UNIT MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI

Berisi tentang simulasi pogram komputer untuk pemecahan masalah komitmen unit dengan menggunakan pembebanan ekonomis, Nearest Neighborhood Interpolation di PT Pembangkitan Jawa Bali.

BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil dari hasil analisa *Unit Commitment* dalam sistem tenaga listrik

1.7 Kontribusi

Dengan adanya analisa ini diharapkan nantinya dapat memberikan alternatif terbaik dalam pemecahan permasalahan komitmen unit pembangkit

termal yang lebih mudah, sehingga kemungkinan dapat diaplikasikan dilapangan, dapat mengoptimalkan biaya operasi pembangkitan dilingkungan PT. Pembangkitan Jawa Bali.

BAB II

LANDASAN TEORI

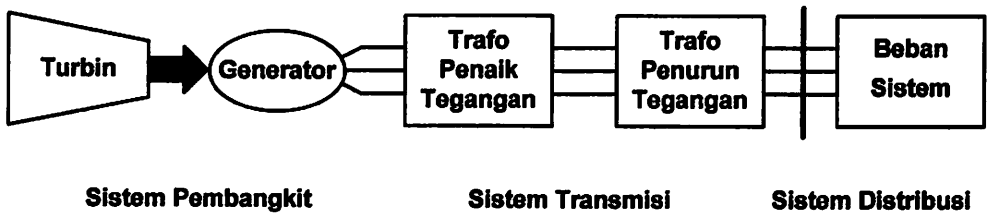
2.1 Sistem Tenaga Listrik

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain sehingga mempunyai hubungan inter relasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik disini adalah sekumpulan pusat-pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan yang terinterkoneksi.

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

Tenaga listrik dibangkitkan dari pusat-pusat pembangkit seperti : PLTA, PLTU, PLTD, PLTG dan PLTGU kemudian disalurkan melalui transmisi setelah tegangannya dinaikkan terlebih dahulu, oleh transformator penaik tegangan yang terdapat di pusat-pusat pembangkit listrik. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui transmisi, maka sampailah tenaga listrik tersebut pada gardu induk (GI) yang kemudian tegangannya diturunkan oleh trafo penurun tegangan menjadi tegangan menengah atau rendah.

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



Gambar 2.1 Elemen Pokok Sistem Distribusi

Dari uraian diatas dapat dimengerti bahwa besar kecilnya tegangan listrik ditentukan oleh konsumen, yaitu tergantung dari bagaimana konsumen memakai peralatan listriknya, kemudian pihak PLN akan mengimbangi kebutuhan tenaga listrik tersebut. PLN selalu menyesuaikan daya listrik yang dibangkitkan dengan permintaan tenaga listrik oleh pelanggan listrik.

Biaya operasi dari sistem tenaga listrik pada umumnya merupakan bagian biaya yang terbesar dari biaya operasi suatu sistem tenaga listrik, secara garis besar biaya operasi dari sistem tenaga listrik terdiri atas :

- Biaya pembelian tenaga listrik
- Biaya pegawai
- Biaya bahan bakar dan materi operasi
- Biaya lain-lain.

Dari keempat biaya tersebut, biaya bahan bakar pada umumnya adalah biaya yang terbesar. Untuk PLN biaya bahan bakar adalah kira-kira 60% dari biaya operasi secara keseluruhan.

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

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

Dari kelima hal diatas masih harus sering kali dikaji ulang terhadap berbagai kendala seperti :

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

Dengan memperhatikan kendala-kendala diatas maka seringkali harus dilakukan pengaturan kembali terhadap rencana pemeliharaan dan alokasi beban. Makin besar sistem, maka makin banyak hal yang harus diamati dan dikoordinasi, sehingga diperlukan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan evaluasi sistem yang cermat.

Dalam mengoperasikan sistem tenaga listrik ditemui berbagai persoalan. Hal ini antara lain disebabkan karena pemakaian tenaga listrik yang selalu berubah dari waktu ke waktu, biaya bahan bakar yang relatif tinggi serta kondisi alam dan lingkungan yang sering menggagu jalannya operasi. Berbagai persoalan pokok yang dihadapi dalam mengopersikan sistem tenaga listrik adalah :

a. Pengaturan frekwensi.

   Sistem tenaga listrik harus dapat memenuhi kebutuhan akan tenaga listrik dari para konsumen dari waktu ke waktu. Untuk ini daya yang dibangkitkan dalam sistem tenaga listrik harus selalu sama dengan beban sistem, hal ini diamati melalui frekwensi sistem. Kalau daya yang dibangkitkan dalam sistem lebih kecil dari pada beban sistem maka frekwensi akan turun dan begitu pula sebaliknya, apabila daya yang dibangkitkan lebih besar dari pada beban maka frekwensi turun.

b. Pemeliharaan peralatan.

   Peralatan yang beroperasi dalam sistem tenaga listrik perlu dipelihara secara periodik dan juga perlu segera diperbaiki apabila ada kerusakan.

c. Biaya operasi.

   Biaya operasi khususnya biaya bahan bakar adalah biaya yang terbesar dari suatu perusahaan listrik sehingga perlu dipakai teknik-teknik optimasi untuk menekan biaya tersebut.

d. Perkembangan sistem.

   Beban selalu berubah sepanjang waktu dan juga selalu berkembang seirama dengan perkembangan kegiatan masyarakat yang tidak dapat dirumuskan

secara eksak, sehingga perlu diamati serta terus menerus agar pengembangan sistem yang harus dilakukan selalu dapat mengikuti perkembangan beban, sehingga tidak akan terjadi pemadaman tenaga listrik.

e. Gangguan dalam sistem.

Gangguan dalam sistem tenaga listrik adalah sesuatu yang tidak dapat sepenuhnya dihindarkan. Penyebab gangguan yang paling besar adalah petir, hal ini sesuai dengan isokeraunik level yang tinggi di negara kita.

f. Tegangan dalam sistem.

Tegangan merupakan salah satu unsur kualitas penyediaan tenaga listrik dalam sistem, oleh karena itu perlu diperhatikan dalam pengoperasian sistem.

2.2 Karakteristik Pembangkit Listrik

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

Model sebuah pembangkit termal tampak pada gambar 2.2 bagan tersebut terdiri dari sebuah ketel yang menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin uap yang dikopel dengan sebuah generator listrik. Daya listrik dihasilkan tidak

sepenuhnya disalurkan ke sistem tetapi sebagian kecil digunakan untuk mengoperasikan peralatan yang terdapat pada pusat pembangkit listrik tersebut seperti : ketel, pompa, kompresor dan sebagainya serta untuk mencatu peralatan kontrol, komunikasi, penerangan dan komputer.

Gambar 2.2 Unit Boiler – Turbin – Generator

2.2.1 Karakteristik Masukan-Keluaran.

Masukan unit pembangkit 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 umum yang digunakan, yaitu :

H dengan satuan [$Mbtu/h$]

F dengan satuan [$\$US/h$]

Dimana $F = H \times \$US/Btu$, dan $\$US/Btu$ menyatakan harga bahan bakar persatuan enegi yang dikandung oleh bahan bakar tersebut.

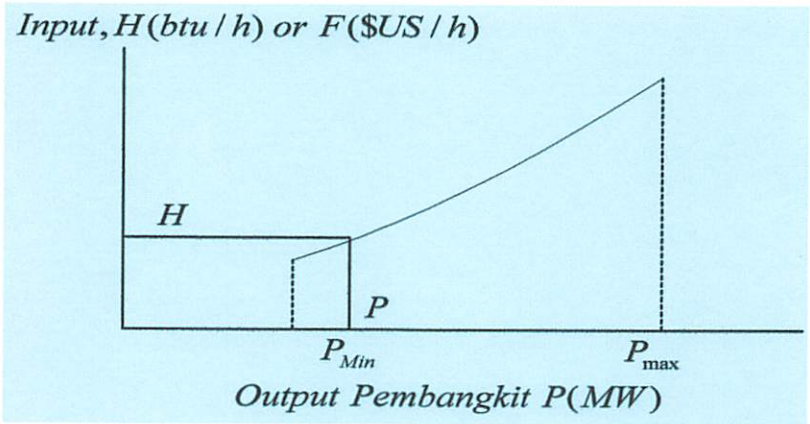
Sedangkan keluaran dari pembangkit termal adalah daya nyata yang dihasilkan oleh generator dikurangi daya nyata yang dipakai oleh pusat listrik tersebut. Notasi yang umum digunakan adalah :

P dengan satuan [MW]

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

$H = f(P)$ [$Mbtu/h$] atau $F = f(P)$ [$\$US/h$]

Pembahasan selanjutnya akan berpedoman atas dasar fungsi biaya bahan bakar ($F=f(P)$ [$\$US/h$]), sehingga kurva dari karakteristik masukan-keluaran dari sebuah unit pembangkit termal yang telah diidealkan ditunjukkan pada gambar 2.3. masukan adalah sebuah ordinat yang berupa banyaknya energi yang diperlukan per satuan waktu [$Mbtu$] atau juga merupakan biaya bahan bakar yang dikonsumsi per satuan waktu [$\$US/h$]. sedangkan keluaran adalah daya listrik [MW] yang dihasilkan blok tersebut untuk melayani beban sistem.



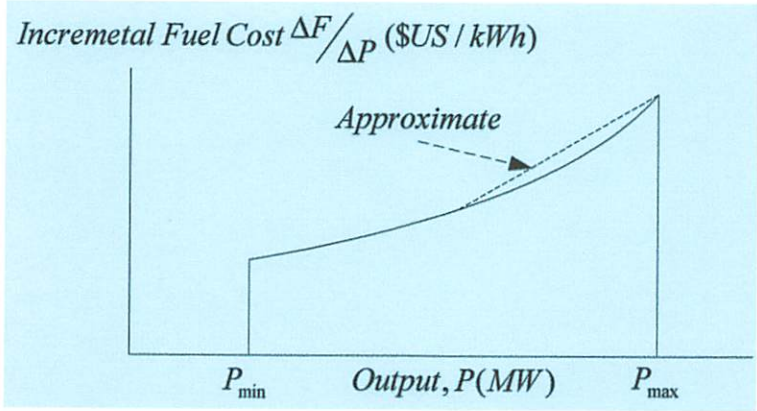
Gambar 2.3 Kurva Karakteristik *Input – Output* Pembangkit Termal

Data yang dibutuhkan 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 terhadap tingkat pembebanan P[*MW*] dari pusat listrik yang bersangkutan. Fungsi ini menunjukkan besarnya kenaikan dan penurunan biaya bahan bakar untuk setiap satu satuan perubahan beban.

Secara luas, fungsi biaya bahan bakar akan digunakan untuk menentukan pembebanan ekonomis dari sebuah pembangkit listrik tenaga termal. Tampak pada gambar 2.4 adalah kurva laju tambahan biaya bahan bakar yang telah diidealkan dari sebuah pembangkit termal.



Gambar 2.4 Kurva Karakteristik Laju Tambahan Biaya Bahan Bakar

2.3 Komitmen Unit.

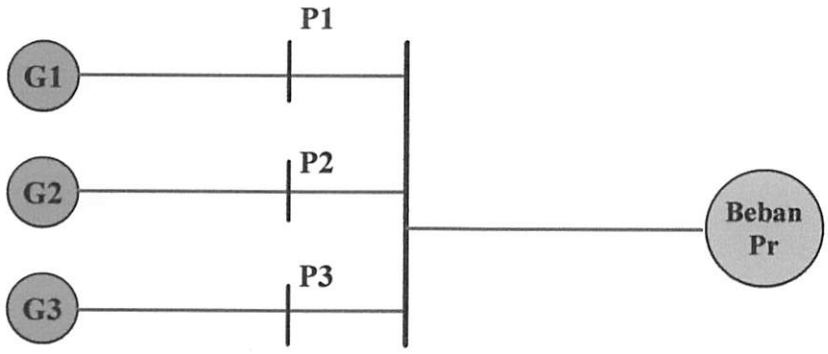
Kebutuhan akan enegi listrik sudah mengalami pergeseran yang cukup signifikan dari masa lalu hingga sekarang, dimana pada masa lalu listrik hanya digunakan sebagai sarana penerangan saja, sedangkan pada masa sekarang listrik

hampir sepenuhnya menjadi denyut nadi manusia seiring dengan perkembangan teknologi yang ada, dimana saat ini hampir semua peralatan yang dipakai manusia menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Apalagi dengan perkembangan sektor industri dimana energi listrik menjadi bagian yang sangat vital untuk kelangsungan proses produksinya. Misalnya dalam siklus harian yang terbagi dalam interval waktu 1 jam selama 24 jam, beban listrik dalam sistem tenaga selalu berubah. Operasi pusat-pusat pembangkit di dalam sistem tenaga harus selalu dikoordinasikan dalam pembagian pembebanan secara optimal atau seekonomis mungkin pada setiap perubahan beban dalam interval waktu untuk siklus waktu tertentu, atau dikenal dengan istilah *Unit Commitment*.

Guna memenuhi kebutuhan akan energi listrik ini, maka diperlukan suatu pengaturan operasi sistem tenaga listrik yang sangat ekonomis dimana bukan hanya faktor pemenuhan kebutuhan beban yang harus dipenuhi tatapi juga faktor kualitas, keandalan dan nilai ekonomis menjadi syarat mutlak yang harus diperhatikan.

Untuk mengatasi masalah diatas, maka sistem tenaga listrik yang ada sekarang ini menggunakan sistem interkoneksi, dimana prinsip dari sistem interkoneksi ini adalah menggabungkan beberapa pusat pembangkit yang tersebar diberbagai lokasi, baik unit hidro maupun termal secara paralel melalui suatu jaringan transmisi bertegangan tinggi untuk menyuplai beban gabungan (*infinite bus*). Hal ini bearti bahwa seluruh unit pembangkit yang berada dalam satu wilayah menjadi satu kesatuan yang terpadu. Untuk sistem interkoneksi yang besar, yang terdiri dari banyak unit pembangkit dan banyak pusat beban (gardu

induk), sarana pengendalian operasi dengan menggunkan sarana komunikasi saja tidak cukup, tetapi harus ditambah dengan peralatan telemetering dan alat-alat pengolah data elektronis, seperti computer. Disamping itu, pada pengoperasian sistem yang terinterkoneksi PLN berkewajiban menyediakan energi listrik dengan rating tegangan yang berada dalam batas-batas tertentu.



Gambar 2.5 Sistem Interkoneksi

Tetapi pada kenyataannya, pengoperasian secara interkoneksi menimbulkan masalah teknis yang cukup rumit dan komplek. Hal ini dikarenakan terbenturnya dua kepentingan PLN dalam menjalankan misinya. Misi utama PLN adalah sebagai perusahaan jasa teknik kelistrikan adalah mencara laba, dan untuk itu suatu langkah ekonomis harus diambil untuk memperoleh keutungan yang maksimal atas modal yang ditanamkan, yaitu dengan mengoptimalkan pengoperasiannya. Mengoptimalkan pengoperasian berarti harus dicapai biaya operasi yang seminimal mungkin, khususnya biaya bahan bakar, mengingat bahwa biaya bahan bakar merupakan unsur terbesar dalam total biaya operasi. Kemudiam misi dari PLN lainnya adalah mengolah dan menyediakan energi

listrik bagi masyarakat dengan kualitas dan keandalan yang terbaik. Melihat kedua misi ini, maka diperlukan suatu perencanaan penyaluran dan penyediaan energi listrik yang memenuhi faktor kualitas dan keandalan dengan biaya yang seekonomis mungkin.

Komitmen Unit merupakan suatu metode solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan diatas guna mencari jadwal unit pembangkit yang harus beroperasi untuk periode waktu tertentu agar dicapai biaya operasi yang seekonomis mungkin. Pada masalah komitmen unit diasumsikan bahwa ada sejumlah N unit pembangkit yang tersedia dan harus dioperasikan untuk memenuhi permintaan beban.

2.3.1 Batasan Pada Komitmen Unit.

Dalam pengoperasian pembangkit untuk memenuhi permintaan beban tedapat berbagai kendala yang merupakan syarat pembatas. Kendala tersebut antara lain :

- **Cadangan berputar (*Spinning Reserve*)**

Cadangan berputar adalah kata yang digunakan untuk menggambarkan jumlah total daya yang mungkin dibangkitkan dari semua unit yang tersingkronisasi (dihubungkan paralel) pada sistem dikurangi dengan beban saat itu dan rugi-rugi penyaluran yang terjadi. Cadangan berputar harus ada untuk mengindari penurunan frekwensi sistem yang terlalu besar bila satu atau lebih unit harus keluar dari sistem atau dengan kata lain harus ada cukup cadangan pada unit-unit lain untuk menutupi kekurangan suplai daya yang hilang dalam periode

waktu tertentu. Cadangan berputar harus dialokasikan untuk menaati aturan-aturan tertentu, biasanya aturan yang dipakai adalah bahwa cadangan tersebut berupa sebuah persentase yang diberikan terhadap beban puncak yang diperkirakan, atau bahwa cadangan tersebut harus mampu menutupi kehilangan daya dari unit yang paling besar yang dibebani penuh dalam suatu periode tertentu.

Selain itu cadangan tersebut tidak harus mencukupi untuk menutupi untuk menutupi kegagalan pembangkit unit, tetapi cadangan-cadangan tersebut harus dialokasikan diantara unit-unit yang bereaksi lambat. Ini memungkinkan sistem kontrol pembangkit otomatis untuk mengembalikan frekwensi dan perputaran yang cepat pada saat unit pembangkit keluar dari sistem.

Besar cadangan berputar tersebut harus ditentukan secara hati-hati, sebab sering kali penentuan yang didasarkan untuk menjaga keandalan sistem berbenturan dengan biaya pengoperasian yang diusahakan seekonomis mungkin, misalnya jika cadangan berputar kecil dan unit pembangkit terbesar mengalami gangguan dan trip sehingga unit tersebut keluar secara mendadak dari sistem, maka cadangan berputar tersebut tidak cukup untuk mengatasi kekurangan pembangkitan yang terjadi dan untuk menghindari sistem *collaps* maka perlu dilakukan pelepasan beban dan ini mengakibatkan keandalan sistem menurun. Maka makin besar cadangan berputar dalam sistem, maka makin handal pula sistem tersebut dalam menghindari gangguan, tetapi makin besar pula biaya operasi terutama biaya bahan bakarnya karena adanya cadangan berputar tersebut. Oleh karena itu perlu adanya suatu kesepakatan antara pemenuhan keandalan dan pengoptimalan biaya operasi.

- **Kendala Unit Termal**

Unit termal biasanya memerlukan *"crew"* untuk mengoperasikannya, terutama ketika dinyalakan ataupun pada saat dimatikan. Sebuah unit termal hanya dapat dijalankan dibawah perubahan temperatur yang gradual, dan ini diterjemahkan kedalam sebuah periode waktu dalam jam yang dibutuhkan untuk membawa unit tersebut *on-line*. Hal ini menyebabkan kendala-kendala antara lain

a. Minimum Up Time (MUT).

Minimum up time adalah interval waktu minimum dimana suatu unit yang dihidupkan (ON) tidak boleh dimatikan (OFF) kembali sebelum melewati batas waktunya (Up Time).

b. Minimum Down Time (MDT)

Minimum down time adalah interval waktu minimum dimana suatu unit yang dimatikan (OFF) tidak boleh dihidupkan (ON) kembali sebelum melewati batas waktunya (Down Time)

2.3.2 Biaya Start-up

Biaya star-up adalah biaya yang diperlukan oleh pembangkit untuk start dari keadaan tidak beroperasi sampai pembangkit beroperasi (terhubung ke sistem tenaga listrik). Ada dua macam biaya start-up, yaitu :

a. Biaya star-up pada kondisi dingin (cooling).

Kondisi ini terjadi karena saat pembangkit dilepas dari sistem (tidak beroperasi), temperatur boiler dibiarkan turun dari temperatur dari temperatur

kerjanya, sehingga pada saat beroperasi kembali perlu dilakukan pemanasan kembali.

b. Biaya start-up dalam kondisi panas (banking).

Kondisi ini terjadi karena saat pembangkit dilepas dari sistem (tidak beroperasi) , temperatur boiler dijaga pada temperatur kerja.

2.3.3 Fungsi Biaya Bahan Bakar.

Biaya bahan bakar merupakan unsur biaya yang paling penting dalam operasi sistem pembangkit termal. Fungsi biaya bahan bakar $F_i(P_i^t)$ untuk tiap unit pembangkit terhadap daya keluaran diekspresikan dalam bentuk fungsi kuadrat, yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$F_i(P_i^t) = a_i + b_i P_i^t + c_i (P_i^t)^2 \quad \text{.....(2.1)}$$

Dimana :

a_i, b_i, c_i = konstanta persamaan unit ke-*i*

P_i^t = keluaran daya unit pembangkit pada jam *t*

Objective Function atau fungsi tujuan adalah :

$$Min\ F = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{n} F_{it}(P_{it}) \quad \text{.....(2.2)}$$

dimana *F* adalah total biaya operasi untuk penyaluran dalam periode tertentu., n adalah total unit yang bekerja pada waktu *t*. $F_{it}(P_{it})$ adalah biaya produksi setiap unit pembangkit dalam bentuk keluaran daya aktif P_i pada waktu *t*.

Biaya pembangkitan untuk setiap unit diberikan oleh persamaan:

$Fi(Pi) = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i$

Dengan memperhatikan :

1. Batasan daya aktif *(Real power balance constraint)*

$$\sum_{i=1}^{n} P_{ij} - P_{Dj} - P_{Lj} = 0 \quad \text{.....(2.3)}$$

dimana P_{Dj}, P_{Lj} adalah total kebutuhan beban dan rugi rugi yang terjadi pada sistem selama penyaluran.

2. Batas operasi daya aktif *(Real power operating limits)*

$$P_{imin} \leq P_i \leq P_{imax} \quad , i = 1, \ldots, n$$

dimana P_{imin},P_{imax} adalah keluaran daya aktif minimum dan maksimum dari pembangkit ke *i*.

3. Batasan ramp rate unit pembangkit *(generating unit ramp rate limitations)*

$$P_{it} - P_{i(t-1)} \leq UR_i \quad , i = 1,\ldots,n$$

$$P_{i(t-1)} - P_{it} \leq DR_i \quad , i = 1,\ldots,n$$

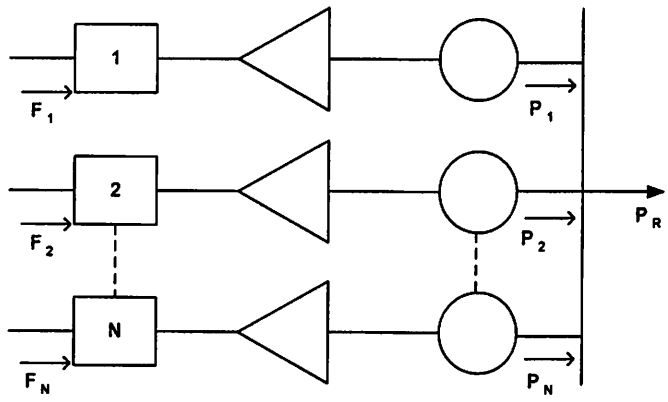
dimana UR_i, DR_i merupakan batas *ramp-up rate* dan *ramp-down rate* dari unit ke *i*

2.4 *Economic Dispatch*

Yang dimaksud dengan *economic dispatch* adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam sistem secara optimal ekonomi pada harga beban tertentu. Dengan dilakukan *economic dispatch* maka didapatkan biaya bahan bakar yang paling murah dari suatu sistem pembangkit. Oleh karena beban yang harus ditanggung oleh sistem pembangkit selalu berubah setiap periode waktu tertentu, maka perhitungan *economic dispatch* ini dilakukan untuk setiap harga beban tertentu (biasanya setiap jam).

2.5.1 *Economic Dispatch* dengan Mengabaikan Rugi Transmisi

Sistem dengan mengabaikan rugi-rugi transmisi dapat di lihat pada Gambar 2.6 Sistem ini terdiri dari N unit generator *thermal* yang dihubungkan pada *single bus bar* yang melayani beban P_R. *Input* dari masing-masing unit ditunjukkan oleh F_i yang mewakili biaya dari satu unit generator dan *output* dari masing-masing unit P_i adalah daya yang dihasilkan oleh satu unit generator.



Gambar 2.6 N Unit *Thermal* Melayani Beban P_R

Total biaya rata-rata yang ditanggung sistem adalah jumlah biaya dari masing-masing unit generator dan pembatas yang paling penting adalah bahwa jumlah *output* dari masing-masing unit generator sama dengan beban konsumen.

2.5.2 Permasalahan Dalam *Economic Dispatch*

Tujuan utama dari *economic dispatch* adalah untuk menentukan pembebanan paling ekonomis dari pembangkit-pembangkit yang sudah *online* sementara dapat dipenuhi beban dalam sistem tenaga. Misalkan jumlah pembangkit thermal yang *online* dalam sistem tenaga adalah N, beban total adalah P_R dan rugi transmisi diabaikan. Bila karakteristik *input output* dari pembangkit i

digambarkan dengan fungsi polinomial F_i, maka biaya bahan bakar total F_r diberikan oleh :

$$F_r = \sum_{i=1}^{N} F_i(P_i) \quad \text{.....(2.4)}$$

Di mana $F_i(P_i)$ adalah biaya bahan bakar dari pembangkit i ketika *output* adalah P_i dan harus dipenuhi oleh batasan berikut ini:

$$\sum_{i=1}^{N} P_i = P_R \quad \text{.....(2.5)}$$

Untuk *economic dispatch*, F_r adalah persoalan pokok yang harus diminimalkan dengan batasan keseimbangan beban dalam Persamaan 2.5.

BAB III

IMPLEMENTASI METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION (NNI) UNTUK PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT PADA PT. PJB

3.1. Pendahuluan

Schedulling atau penjadualan dalam suatu industri adalah hal yang sangat penting, karena berkaitan dengan proses produksi dan fungsi biaya dalam suatu operasional proses produksinya.

Penjadualan pada industri yang memproduksi daya listrik memiliki peran yang sangat penting pada tahapan-tahapan operasional suatu pembangkit listrik, dikarenakan pada teknis operasionalnya kendala-kendala seperti kebutuhan konsumen yang merupakan batasan yang tidak boleh dilanggar serta fungsi tujuan untuk meminimalisir biaya operasional, kedua kendala tersebut memerlukan suatu metode manajemen pada lini penjadualan setiap unit pembangkitnya dalam setiap rentang waktu tertentu.

Pada bab ini akan disajikan suatu pembahasan tentang formulasi dan perumusan masalah serta penyelesaian masalah pada penjadaualan unit pembangkit dengan menggunakan algoritma pencarian solusi yang optimal metode *Nearest Neighborhood Interpolation* (NNI).

3.2 Formulasi Masalah

Aplikasi dari metode digital untuk memecahkan bermacam-macam persoalan kontrol dan optimasi, salah satunya adalah metode *Nearest Neigborhood Interpolation* atau Interpolasi Tetangga Terdekat Teknik ini sangat

berguna untuk memecahkan bermacam-macam persoalan dan secara menakjubkan dapat mengurangi penghitungan dalan menemukan jalur yang optimal.

Didalam penjadwalan dari sistem tenaga listrik, teknik *Nearest Neigborhood Interpolation* telah dikembangkan untuk :

1. *Economical Dispatch* dalam sistem thermal.
2. Menyelesaikan masalah penjadwalan secara ekonomis pada *Hydrothermal.*
3. Menyelesaikan masalah penjadwalan pembangkit *(Unit Commitment).*

NNI memiliki beberapa keuntungan pada pola bertahap. Keuntungan utamanya adalah mengurangi dimensi dari masalah. Misalnya : ada 4 unit pada sistem dan beberapa kombinasinya dapat melayani beban. Oleh sebab itu terdapat kombinsi maksimal sebesar 2^N-1 = 15 kombinasi yang akan diuji. Bagaimanapun juga pelaksanaan prioritas secara kaku dipaksakan, hanya ada empat kombinasi untuk dicoba yaitu :

Prioritas 1 unit

Prioritas 1 unit + Prioritas 2 unit

Prioritas 1 unit + Prioritas 2 unit + Prioritas 3 unit

Prioritas 1 unit + Prioritas 2 unit + Prioritas 3 unit + Prioritas 4 unit

Pembebanan dari daftar prioritas yang terbentuk dalam urutan nilai biaya rata-rata beban penuh secara teori akan menghasilkan komitment dan kebenaran hanya jika :

1. Tidak ada biaya-biaya beban yang *zero*.

2. Karakteristik *input output* unit linier antara *output zero* dan beban penuh.
3. Tidak adanya pembatasan yang lain.
4. Biaya *start up* dalam jumlah yang ditentukan.

Pada pendekatan NNI berikut terdapat asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Bahwa sebuah *kombinasi* terdiri dari sebuah *array* dari unit yang dispesifikasikan pada unit yang beroperasi dan sisa unit yang *offline*.
2. Biaya startup dari sebuah unit adalah berdiri sendiri *(independent)* terhadap waktu pada saat *offline*.
3. Tidak adanya biaya untuk mematikan sebuah unit.

Adanya urutan daftar prioritas , dan dalam setiap intervalnya jumlah minimal dari kapasitas harus beroperasi.

Dalam melakukan perhitungan biaya bahan bakar pada pembangkit-pembangkit *thermal* yang beroperasi, karakteristik PLTU dan PLTG merupakan karakteristik per unit, sedangkan karakteristik PLTGU merupakan karakteristik per blok. Adapun model karakteristik pembangkit *thermal* tersebut dapat didekati dengan persamaan kuadratik sebagai berikut :

$$H_i = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i \qquad (3.1)$$

Di mana :

H_i : Karakteristik *input-output* (Mkal/jam)

a_i, b_i, c_i : Koefisien pada tiap-tiap karakteristik pembangkit

P_i : Daya yang dibangkitkan oleh tiap-tiap pembangkit (MW).

Beban Sistem

Dalam wilayah Jawa-Bali, pembangkit-pembangkit tenaga listrik yang ada dikoordinasi oleh PT Pembangkitan Jawa-Bali. Proses Unit Commitment dengan metode NNI bertujuan :

- Untuk menentukan penjadwalan unit pembangkit termal yang akan melayani kebutuhan beban tiap jam.
- Untuk menentukan besarnya biaya operasi pembangkitan yang optimal dengan menggunakan metode NNI

Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi dari metode ini, maka dilakukan evaluasi dengan mengambil data unit pembangkit termal dan beban yang ditanggung oleh PT Pembangkitan Jawa-Bali sebagai bahan perbandingan. Sedangkan kombinasi jadwal dan daya output pembangkitan tenaga listrik dalam sistem PT Pembangkitan Jawa-Bali tanggal 27,30 dan 31 Juli 2005 terdapat pada lampiran. Untuk beban sistem terdapat pada tabel 3.1 (beban sistem yang ditanggung oleh pembangkit termal saja).

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

TABEL 3.1
Data Beban Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

Jam	Rabu 27 Juli 2005		Sabtu 30 Juli 2005		Minggu 31 Juli 2005	
	Beban Sistem (MW)	Cadangan Putar (MW)	Beban Sistem (MW)	Cadangan Putar (MW)	Beban Sistem (MW)	Cadangan Putar (MW)

01.00	2300	400	2525	400	2275	400
02.00	2175	400	2300	400	1755	400
03.00	2090	400	2170	400	1755	400
04.00	2090	400	2170	400	1740	400
05.00	2240	400	2470	400	1895	400
06.00	2215	400	2250	400	1970	400
07.00	1990	400	1940	400	1642	400
08.00	2250	400	2065	400	1565	400
09.00	2540	400	2190	400	1615	400
10.00	2590	400	2190	400	1675	400
11.00	2590	400	2210	400	1625	400
12.00	2340	400	2165	400	1575	400
13.00	2575	400	2140	400	1575	400
14.00	2575	400	2190	400	1575	400
15.00	2575	400	2265	400	1575	400
16.00	2475	400	2130	400	1575	400
17.00	2475	400	2197	400	1689	400
18.00	2951	400	2849	400	2689	400
19.00	2981	400	2989	400	2929	400
20.00	2981	400	2934	400	2924	400
21.00	2951	400	2914	400	2904	400
22.00	2664	400	2582	400	2632	400
23.00	2430	400	2375	400	2330	400
24.00	2405	400	2300	400	2215	400

Sumber : Data Beban Harian Unit Termal PT PJB, JL. Ketintang Baru No. 11, Surabaya 60231

3.4. APLIKASI METODE INTERPOLASI TETANGGA TERDEKAT

Pada dasarnya pengertian interpolasi adalah perkiraan suatu nilai pada suatu titik (yang dapat berupa fungsi waktu, fungsi jarak dan lain-lain) berdasarkan pada nilai sebelum atau sesudahnya. Sedangkan pengertian Nearest neighborhood adalah linearitas atau keteraturan dari suatu fungsi kontinyu.

Interpolasi tetangga terdekat adalah salah satu metode optimasi yang memperhitungkan bobot pengaruh dari empat titik tetangga yang terdekat. Bobot keempat titik tetangga yang terdekat masing-masing linear dengan jaraknya terhadap titik yang diacu. Berikut adalah persamaan umum untuk perhitungannya:

$$K_0 = \sum w * K_i \qquad (3\text{-}2)$$

dimana:

K_0 : hasil pendekatan

K_i : intensitas pada tetangga ke-i

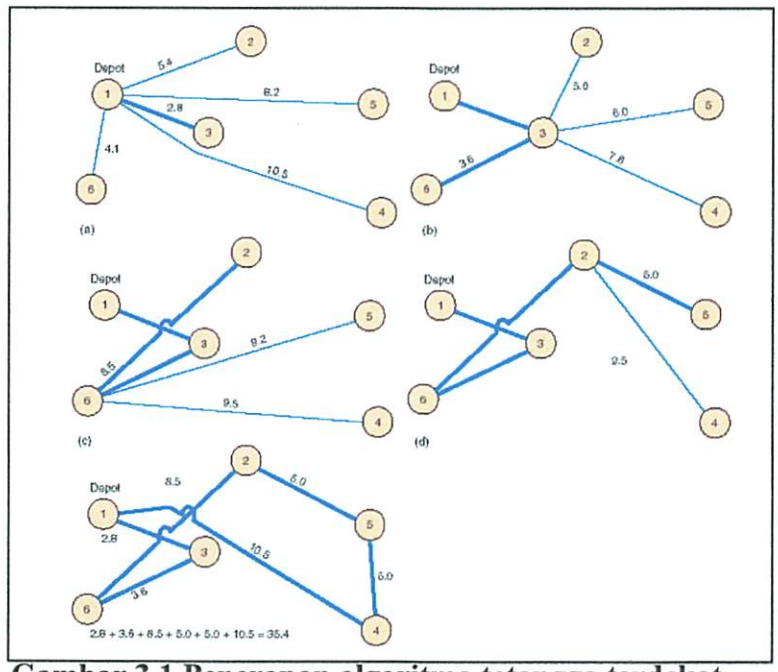
w : Bobot pengaruh

Dalam pencarian bobot pengaruh dari tiap titik tetangga direpresentasikan dalam aturan probabilitas undak biner (0..1), dengan membulatkan ke koordinat yang terdekat.

Pada metode penyelesaian permasalahan optimalitas algoritma tetangga terdekat. Pembentukan rute pada algoritma tetangga terdekat ini hanya berdasarkan atas biaya yang dibutuhkan untuk berpindah ke node terdekat yang belum dikunjungi. Hal ini menyebabkan penggunaan algorima ini seringkali menghasilkan solusi yang cukup optimal. Algoritma tetangga terdekat adalah sebagai berikut :

1. Dimulai dari node tempat rute berawal, dalam hal ini node depot.
2. Hubungkan node dengan node terdekat yang belum dihubungkan.
3. Ulangi langkah 2 sampai semua node terhubung,
4. Hubungkan node terakhir dengan node pertama.
5. Stop.

Berikut ini adalah contoh penerapan algoritma tetangga terdekat pada jaringan dengan arc yang undirected , disebut symmetric, yang terdiri dari 6 node.



Gambar 3.1 Penerapan algoritma tetangga terdekat.

Berdasarkan gambar diatas, maka urutan prosedur umum untuk algoritma tetangga terdekat dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Dimulai dari node depot, node 1, tentukan jarak antara node tersebut dengan node-node yang lain. Node dengan jarak terdekat dengan node 1 adalah node 3, sehingga node 3 dimasukkan dalam rute : 1→3.
2. Kemudian cari node terdekat dari node yang terakhir dimasukkan dalam rute, dalam hal ini node 3, yang belum dikunjungi sebelumnya. Node yang terdekat dengan node 3 adalah node 6 maka rute yang terbentuk adalah : 1→3→6.
3. Cari node terdekat dengan node 6 yang belum dikunjungi sebelumnya. Node tersebut adalah node 2 sehingga rute menjadi : 1→3→6→2.
4. Dengan mengambil prosedur yang sama makaa rute menjadi 1→3→6→2→5→4.

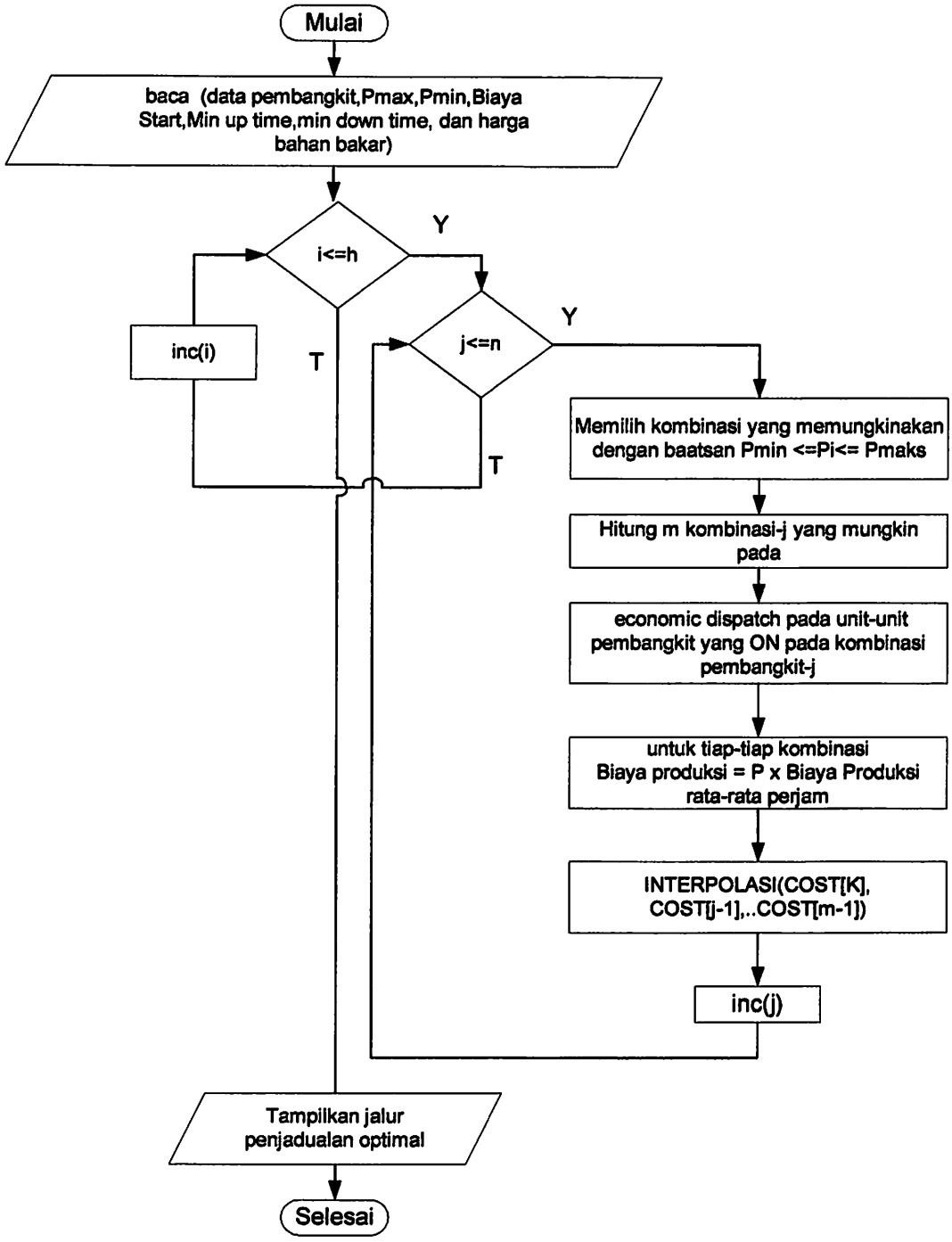
5. Karena semua node telah dikunjungi, maka masukkan node awal dalam rute. Sehingga didapat rute seluruhnya 1→3→6→2→5→4→1 dengan jarak total 35,4.

Algoritma pemrograman Interpolasi Tetangga Terdekat pada penjadwalan operasi pembangkit adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan pembangkit dengan metode pendekatan pemrograman dinamis maju yang meliputi data-data pembangkit, daya maksimum dan daya minimum, biaya *start*, harga bahan bakar, kondisi awal unit-unit pembangkit, minimum *up time*, minimum *down time* dan persamaan karakteristik *input output* dari pembangkit.
2. Memasukkan data peramalan beban selama 24 jam dengan selang waktu selama 1 jam untuk tiap-tiap *kombinasi*.
3. Menentukan kombinasi pembangkit yang digunakan dengan memperhatikan daftar prioritas dari unit-unit pembangkit serta menghitung daya maksimum dan daya minimum dari setiap kombinasi
4. Memilih kombinasi pembangkit di mana beban berada diantara daya minimum dan daya maksimum kombinasi.
5. Melakukan *economic dispatch* pada unit-unit pembangkit yang ON pada kombinasi pembangkit tersebut.
6. Menghitung biaya produksi untuk tiap-tiap kombinasi pembangkit. Didasarkan pada pembagian beban untuk tiap-tiap pembangkit yang dihasilkan pada langkah sebelumnya.

7. Menghitung biaya total
8. Mengulangi langkah ke-3 sampai ke-7
9. Interpolasi dengan parameter n kemungkinan yang terdekat.
10. Memilih jalur kombinasi dari *kombinasi* awal hingga *kombinasi* terakhir dengan biaya total bahan bakar minimum kemudian menuliskan hasil penjadwalan.

njelasan dalam bentuk representasi diagram dari algoritma diatas adalah



Gambar 3.2 FlowChart Nearest Neighborhood Interpolation .

BAB IV

SIMULASI DAN ANALISA PENJADUALAN PEMBANGKIT MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBORHOOD INTERPOLATION PADA PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI

4.1 Pendahuluan

Permasalahan Unit Commitment adalah jenis permasalahan penugasan yang memiliki kendala pada operasional pembangkit, untuk permasalahan seperti ini dibutuhkan suatu penyelesaian cerdas seperti metode GA, Fuzzy Logic atau pun lainnya, pada tulisan ini akan dibahas penyelesaian dengan menggunakan metode *Nearest Neighborhood Interpolation(NNI)*. *Nearest Neighborhood Interpolation* adalah suatu metode strategi optimasi iterati dengan memperhitungkan bobot pengaruh dari tiap kemungkinan-kemungkinan terdekatnya pada lingkungan solusi.

Dengan adanya proses mempertimbangkan kemungkinan terdekatnya solusi dapat terlihat lebih realistis dan dapat memperkecil jumlah kemungkinan dalam lingkungan solusi sehingga akan mempercepat waktu proses.

4.2 Program Aplikasi *Nearest Neighborhood Interpolation*

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

untuk berbagai operasi matematis dan dilengkapi dengan fungsi-fungsi standard matematis yang cukup lengkap.

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

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

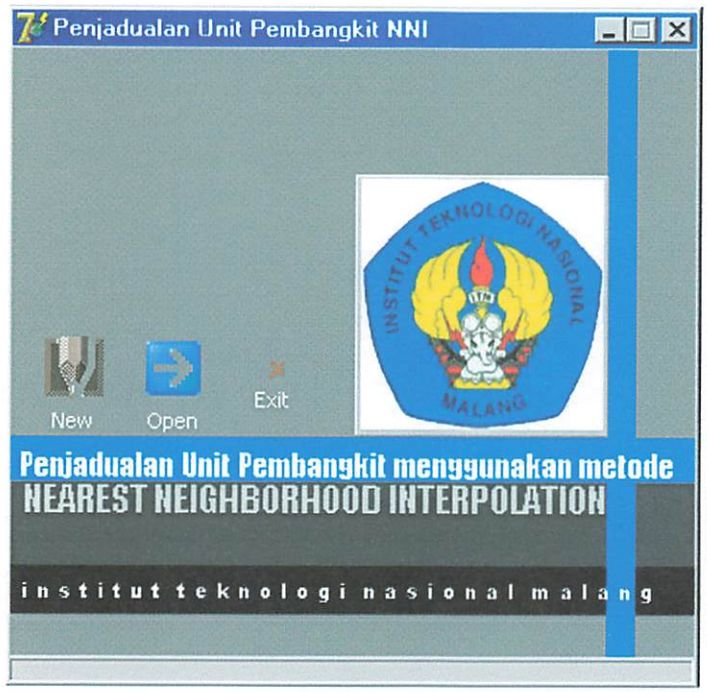
1. *New*

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

2. *Open*

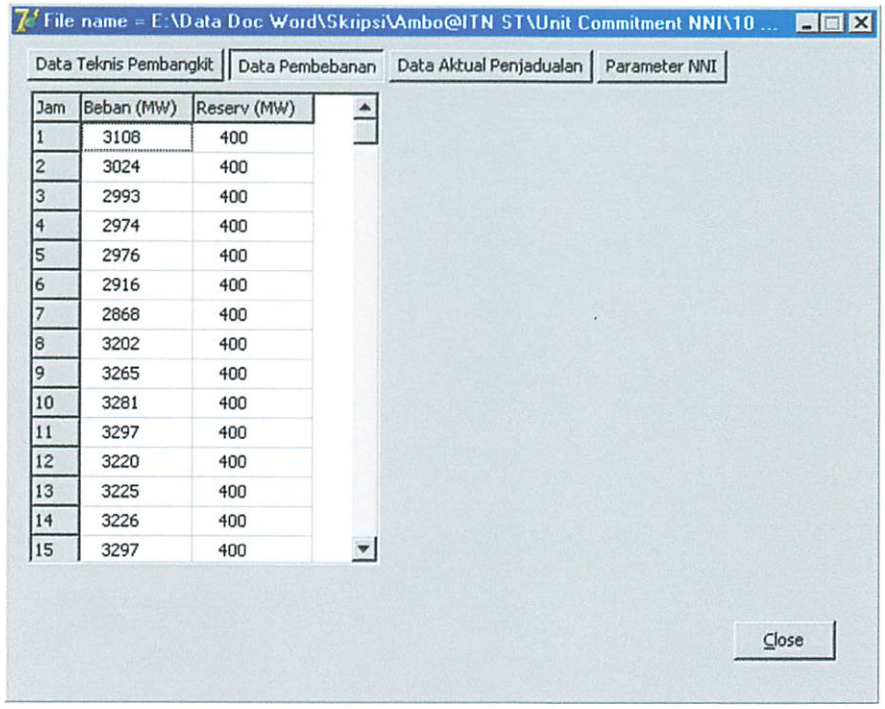
   Fasilitas ini adalah fasilitas untuk mengambil file yang akan dianalisa.

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



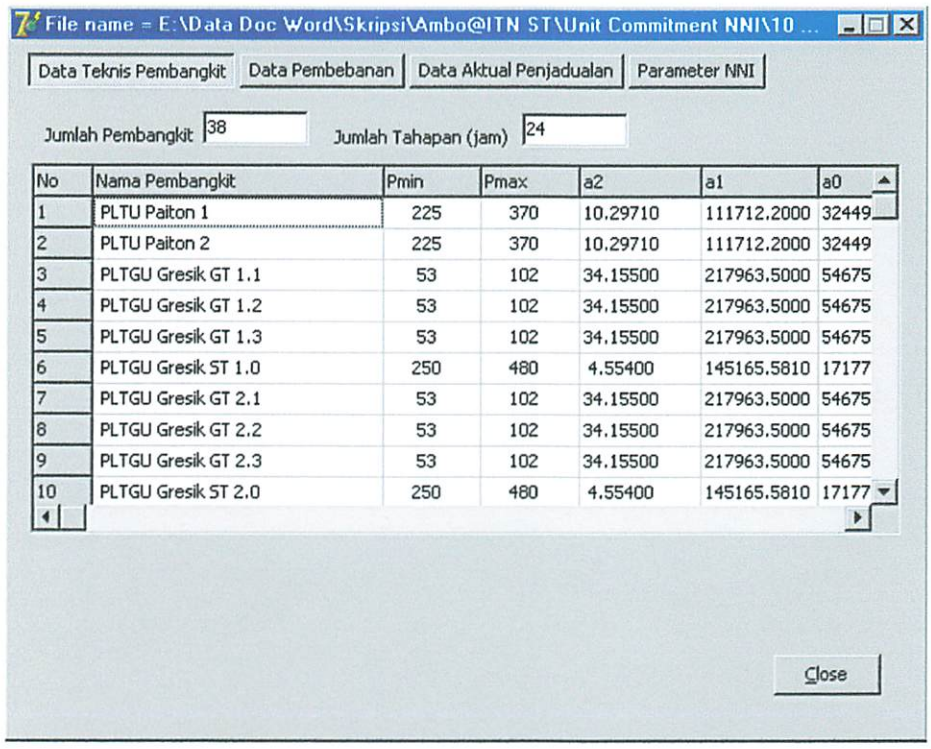
Gambar 4.1. Tampilan Form Utama

Pada aplikasi ini form yang berfungsi sebagai *buffer* sementara penampung data input adalah "*Form Data Input*", form ini memuat data teknis pembangkit, data pembebanan, dan data aktual penjadualan, sebelum melanjutkan ke perhitungan selanjutnya, user di haruskan megisikan parameter *Nearest Neighborhood Interpolation* yaitu berupa Jumlah maksimum iterasi , dan Neighborhood Gain, atau dengan mengiisikan nilai standard pada funsi tombol "*Set Default*", setelah variable kontrol telah di-set maka perhitungan dapat dilanjutkan dengan meng-*click* tombol "*Apply*", Gambar 4.2 sampai gambar 4.4 berikut adalah tampilan form data input.



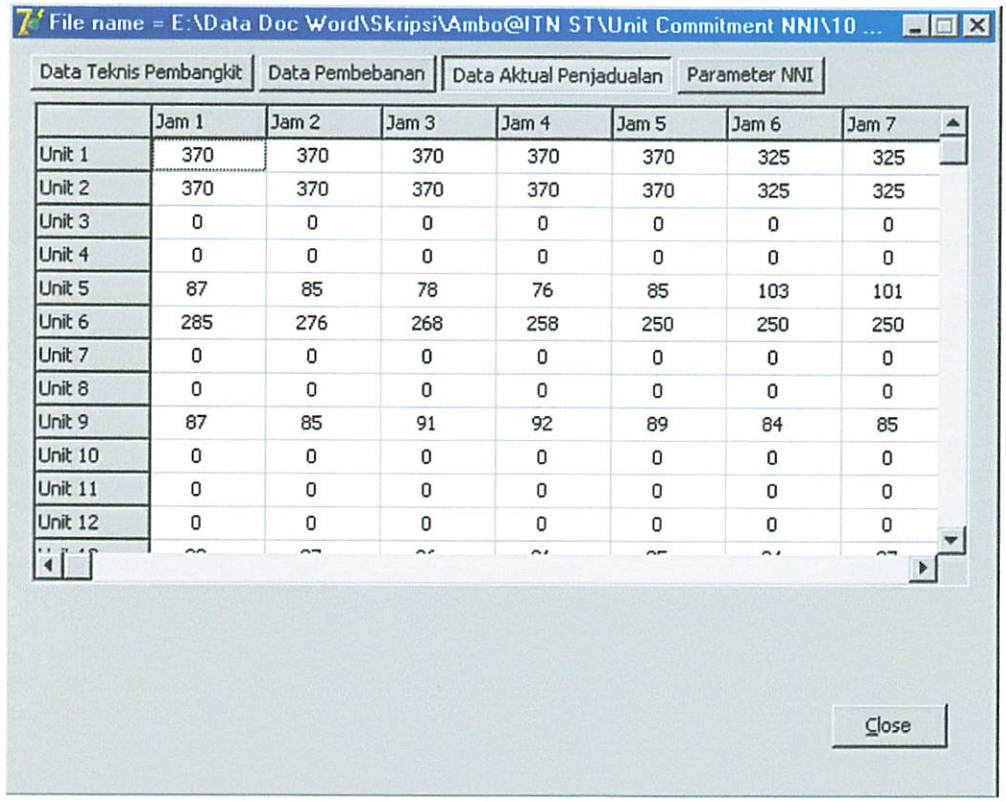
Jam	Beban (MW)	Reserv (MW)
1	3108	400
2	3024	400
3	2993	400
4	2974	400
5	2976	400
6	2916	400
7	2868	400
8	3202	400
9	3265	400
10	3281	400
11	3297	400
12	3220	400
13	3225	400
14	3226	400
15	3297	400

Gambar 4.2. Tampilan Form Data Input Tab Sheet Data Beban



No	Nama Pembangkit	Pmin	Pmax	a2	a1	a0
1	PLTU Paiton 1	225	370	10.29710	111712.2000	32449
2	PLTU Paiton 2	225	370	10.29710	111712.2000	32449
3	PLTGU Gresik GT 1.1	53	102	34.15500	217963.5000	54675
4	PLTGU Gresik GT 1.2	53	102	34.15500	217963.5000	54675
5	PLTGU Gresik GT 1.3	53	102	34.15500	217963.5000	54675
6	PLTGU Gresik ST 1.0	250	480	4.55400	145165.5810	17177
7	PLTGU Gresik GT 2.1	53	102	34.15500	217963.5000	54675
8	PLTGU Gresik GT 2.2	53	102	34.15500	217963.5000	54675
9	PLTGU Gresik GT 2.3	53	102	34.15500	217963.5000	54675
10	PLTGU Gresik ST 2.0	250	480	4.55400	145165.5810	17177

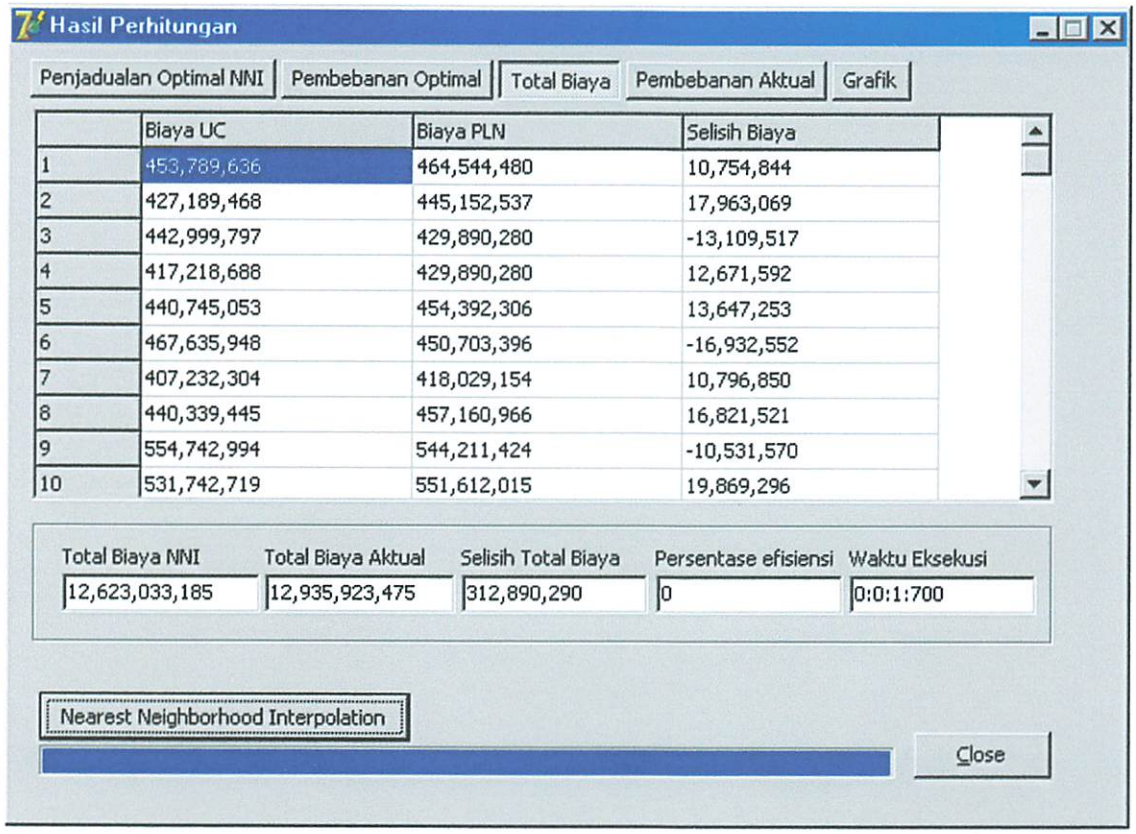
Gambar 4.3. Tampilan Form Data Input Tab Sheet Data Teknis Pembangkit



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7
Unit 1	370	370	370	370	370	325	325
Unit 2	370	370	370	370	370	325	325
Unit 3	0	0	0	0	0	0	0
Unit 4	0	0	0	0	0	0	0
Unit 5	87	85	78	76	85	103	101
Unit 6	285	276	268	258	250	250	250
Unit 7	0	0	0	0	0	0	0
Unit 8	0	0	0	0	0	0	0
Unit 9	87	85	91	92	89	84	85
Unit 10	0	0	0	0	0	0	0
Unit 11	0	0	0	0	0	0	0
Unit 12	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.4. Tampilan Form Data Input Tab Sheet Data Aktual Penjadualan

Setelah mengaplikaasikan metode *Nearest Neighborhood Interpolation* dengan meng-*click* tombol "*Apply*". Form yang terakhir adalah form yang berfungsi sebagai penampil data hasil perhitungan *Nearest Neighborhood Interpolation*, yang meliputi total biaya NNI, total biaya aktual, serta penjadualan optimal. Untuk melakukan perhitungan terakhir adalah dengan menerapkan fungsi pada tombol *"Nearest Neighborhood Interpolation"*. Berikut adalah tampilan dari "*form hasil perhitungan*".



Gambar 4.7. Tampilan Form Hasil Perhitungan

4.3 Hasil Perhitungan dan Analisis Data

Data akual yang digunakan dalam analisa ini adalah data teknis pembangkit dan data beban serta penjadualan dalam 3(tiga) hari yaitu 27 Juli 2005, 30 Juli 2005, dan 31 Juli 2005, berikut adalah data-data aktual yang akan dianalisa

Tabel 4.1
Data Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

No	Nama Pembangkit	Bahan Bakar	Kapasitas (MW)		Lama Waktu (Jam)			
			Min	Max	MUT	MDT	Cold Start	Hot Start
1	PLTU Paiton 1	Coal	225	370	72	48	17	4
2	PLTU Paiton 2	Coal	225	370	72	48	17	4
3	PLTGU Gresik GT 1.1	Gas	53	102	36	10	1	0
4	PLTGU Gresik GT 1.2	Gas	53	102	36	10	1	0
5	PLTGU Gresik GT 1.3	Gas	53	102	36	10	1	0
6	PLTGU Gresik ST 1.0	Gas	250	480	36	10	3	1

7	PLTGU Gresik GT 2.1	Gas	53	102	36	10	1	0
8	PLTGU Gresik GT 2.2	Gas	53	102	36	10	1	0
9	PLTGU Gresik GT 2.3	Gas	53	102	36	10	1	0
10	PLTGU Gresik ST 2.0	Gas	250	480	36	10	3	1
11	PLTGU Gresik GT 3.1	Gas	53	102	36	10	1	0
12	PLTGU Gresik GT 3.2	Gas	53	102	36	10	1	0
13	PLTGU Gresik GT 3.3	Gas	53	102	36	10	1	0
14	PLTGU Gresik ST 3.0	Gas	250	480	36	10	3	1
15	PLTU Gresik 1	Gas	43	85	48	10	9	1
16	PLTU Gresik 2	Gas	43	85	48	10	9	1
17	PLTU Gresik 3	Gas	90	175	48	10	9	2
18	PLTU Gresik 4	Gas	90	175	48	10	9	2
19	PLTG Gresik 1	Gas	5	16	3	1	1	0
20	PLTG Gresik 2	Gas	5	16	3	1	1	0
21	PLTG Gilitimur 1	HSD	5	16	3	1	1	0
22	PLTG Gilitimur 2	HSD	5	16	3	1	1	0
23	PLTGU M. Karang ST	Gas	50	95	36	10	1	0
24	PLTGU M. Karang ST	Gas	50	95	36	10	1	0
25	PLTGU M. Karang ST	Gas	50	95	36	10	1	0
26	PLTGU M. Karang ST	HSD	300	465	36	10	3	1
27	PLTGU M. Tawar GT 1.1	HSD	72	138	36	10	0	0
28	PLTGU M. Tawar GT 1.2	HSD	72	138	36	10	0	0
29	PLTGU M. Tawar GT 1.3	HSD	72	138	36	10	0	0
30	PLTGU M. Tawar GT 2.1	HSD	72	138	36	10	0	0
31	PLTGU M. Tawar GT 2.2	HSD	72	138	36	10	0	0
32	PLTGU M. Tawar GT 1.0	HSD	162	202	36	10	3	1
33	PLTU M. Karang 1	MFO	44	85	48	10	6	1
34	PLTU M. Karang 2	MFO	44	85	48	10	6	1
35	PLTU M. Karang 3	MFO	44	85	48	10	6	1
36	PLTU M. Karang 4	Gas	90	165	48	10	11	2
37	PLTU M. Karang 5	Gas	90	165	48	10	11	2

Sumber : Data Beban Harian Unit Termal PT PJB, JL. Ketintang Baru No. 11, Surabaya 60231

Tabel 4.2
Data Biaya Dan Parameter Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

No	Nama Pembangkit	Biaya Start-Up (Juta Rp)		Koefisien Biaya Bahan Bakar		
		Cold Start-Up	Hot Start-	A	B	C
1	PLTU Paiton 1	682.98	149.68	3244978	111712.15	10.2971
2	PLTU Paiton 2	682.98	149.68	3244978	111712.15	10.297
3	PLTGU Gresik GT 1.1	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
4	PLTGU Gresik GT 1.2	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
5	PLTGU Gresik GT 1.3	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155

6	PLTGU Gresik ST 1.0	57.68	31.46	10936203.3	72527.004	368.875
7	PLTGU Gresik GT 2.1	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
8	PLTGU Gresik GT 2.2	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
9	PLTGU Gresik GT 2.3	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
10	PLTGU Gresik ST 2.0	57.68	31.46	10936203.3	72527.004	368.875
11	PLTGU Gresik GT 3.1	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
12	PLTGU Gresik GT 3.2	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
13	PLTGU Gresik GT 3.3	7.82	0	5467532.4	217963.548	34.155
14	PLTGU Gresik ST 3.0	57.68	31.46	10936203.3	72527.004	368.875
15	PLTU Gresik 1	143.74	40.59	1327126.68	217378.359	132.066
16	PLTU Gresik 2	143.74	40.59	1327126.68	217378.359	132.066
17	PLTU Gresik 3	229.5	95.52	5017369.5	169242.579	193.545
18	PLTU Gresik 4	229.5	95.52	5017369.5	169242.579	193.545
19	PLTG Gresik 1	6.13	0	352707.3	350680.77	903.969
20	PLTG Gresik 2	6.13	0	352707.3	350680.77	903.969
21	PLTG Gilitimur 1	6.13	0	687181.85	683240.965	1762.3893
22	PLTG Gilitimur 2	6.13	0	687181.85	683240.965	1762.3893
23	PLTGU M. Karang ST 1.1	7.35	0	5730795	202052.97	108.045
24	PLTGU M. Karang ST 1.2	7.35	0	5730795	202052.97	108.045
25	PLTGU M. Karang ST 1.3	7.35	0	5730795	202052.97	108.045
26	PLTGU M. Karang ST 1.0	54.22	29.67	14706521.25	53685.135	460.845
27	PLTGU M. Tawar GT 1.1	0	0	14706521.25	433337.8	49.4605
28	PLTGU M. Tawar GT 1.2	0	0	14706521.25	433337.8	49.4605
29	PLTGU M. Tawar GT 1.3	0	0	14706521.25	433337.8	49.4605
30	PLTGU M. Tawar GT 2.1	0	0	14706521.25	433337.8	49.4605
31	PLTGU M. Tawar GT 2.2	0	0	14706521.25	433337.8	49.4605
32	PLTGU M. Tawar GT 1.0	118.08	64.4	672630	144191.717	519.1757
33	PLTU M. Karang 1	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.77935
34	PLTU M. Karang 2	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.77935
35	PLTU M. Karang 3	122.58	31.08	2417820.7	473895.41	120.77935
36	PLTU M. Karang 4	215.34	89.29	2949187.5	205217.145	83.79
37	PLTU M. Karang 5	215.34	89.29	2949187.5	205217.145	83.79

Sumber : Data Beban Harian Unit Termal PT PJB, JL. Ketintang Baru No. 11, Surabaya 60231

Catatan :	Harga Batubara	253	Rp/Kg
	Harga MFO	1595,5	Rp/Liter
	Harga HSD	1595,5	Rp/Liter
	Harga Gas UP. Gresik	2,53	US$/MMBTU
	Harga Gas UP. M. Karang	2,45	US$/MMBTU
	Nilai Tukar	9000	Rp/US$

4.3.1 Data analisis 27 Juli 2005

4.3.1.1 Data Beban dan penjadualan aktual

Tabel 4.3

Data Beban Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

27 Juli 2005

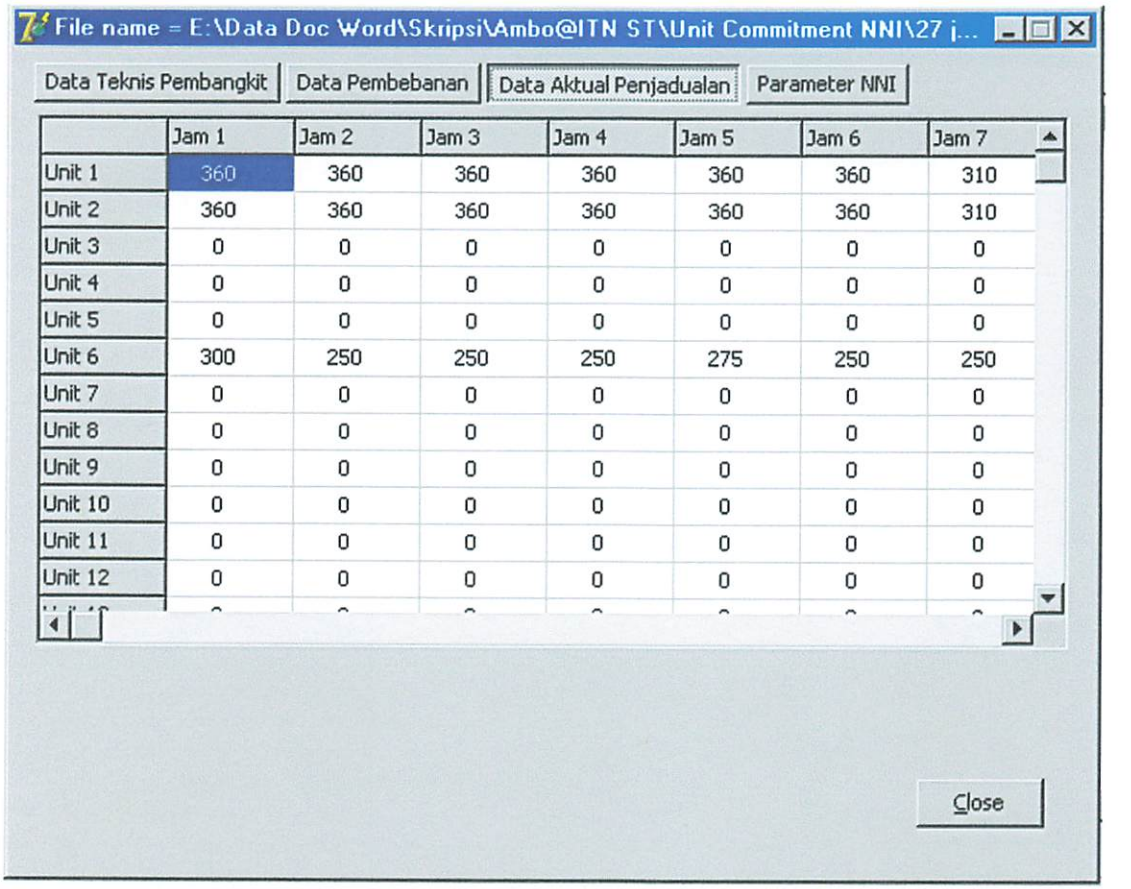
Jam	27 Juli 2005	
	Beban Sistem (MW)	Cadangan Putar (MW)
01.00	2300	400
02.00	2175	400
03.00	2090	400
04.00	2090	400
05.00	2240	400
06.00	2215	400
07.00	1990	400
08.00	2250	400
09.00	2540	400
10.00	2590	400
11.00	2590	400
12.00	2340	400
13.00	2575	400
14.00	2575	400
15.00	2575	400
16.00	2475	400
17.00	2475	400
18.00	2951	400
19.00	2981	400
20.00	2981	400
21.00	2951	400
22.00	2664	400
23.00	2430	400
24.00	2405	400

Berikut adalah data penjadualan per jam pada tiap pembangkit pada tanggal 27 juli 2005.

Tabel 4.4
Kombinasi Penjadualan Aktual PT.PJB 27 Juli 2005

Jam / Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Berikut adalah data pembebanan yang bersesuaian dengan penjadualan diatas untuk hari rabu, 27 juli 2005.



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7
Unit 1	360	360	360	360	360	360	310
Unit 2	360	360	360	360	360	360	310
Unit 3	0	0	0	0	0	0	0
Unit 4	0	0	0	0	0	0	0
Unit 5	0	0	0	0	0	0	0
Unit 6	300	250	250	250	275	250	250
Unit 7	0	0	0	0	0	0	0
Unit 8	0	0	0	0	0	0	0
Unit 9	0	0	0	0	0	0	0
Unit 10	0	0	0	0	0	0	0
Unit 11	0	0	0	0	0	0	0
Unit 12	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.8. Aktual beban penjadualan 27 juli 2005

4.3.1.2 Data Beban dan penjadualan Optimal

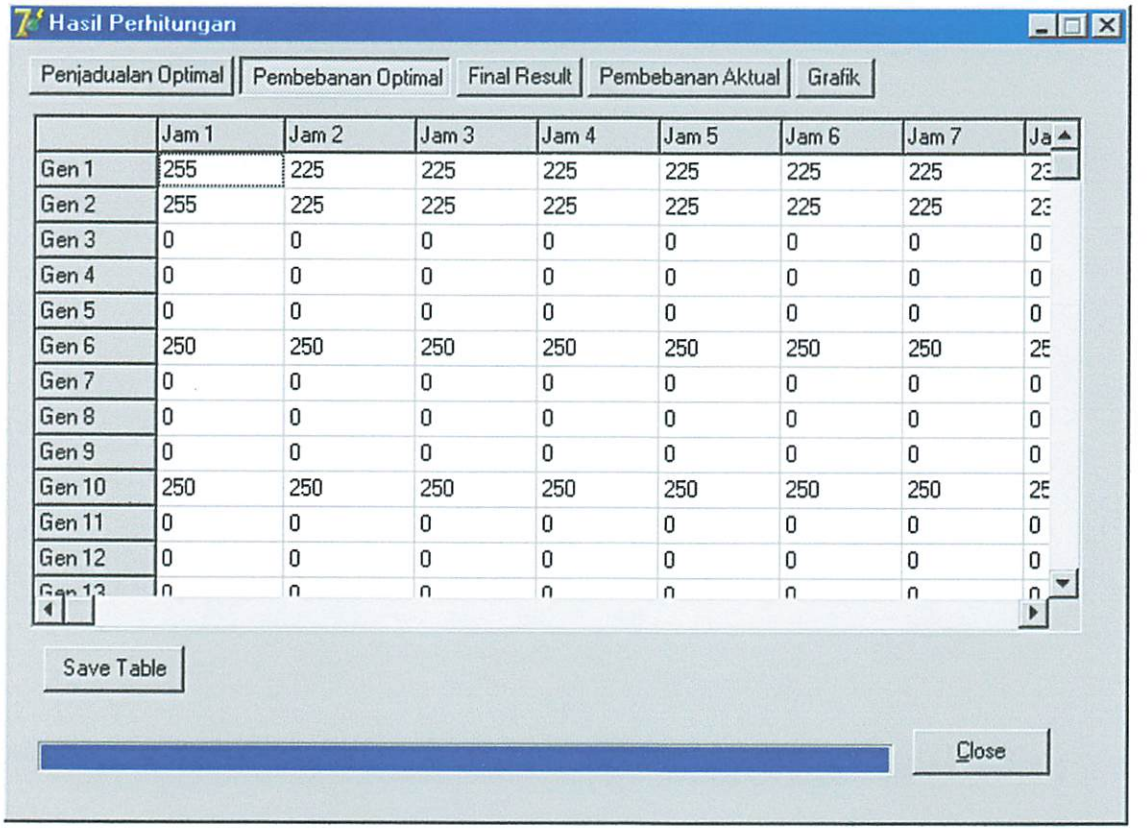
Solusi kombinasi penjadualan menurut perhitungan NNI pada hari rabu, 27 juli 2005 dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4.5
Kombinasi Penjadualan Optimal 27 Juli 2005

Jam Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dengan beban penjadualan yang optimal sebagai berikut:



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7	Ja
Gen 1	255	225	225	225	225	225	225	23
Gen 2	255	225	225	225	225	225	225	23
Gen 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 6	250	250	250	250	250	250	250	25
Gen 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 9	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 10	250	250	250	250	250	250	250	25
Gen 11	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 12	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 13	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.9. Beban penjadualan Optimal 27 juli 2005

4.3.1.3 Hasil perhitungan

Setelah diadakan perhitungan dengan menggunakan metode Nearest Neighborhood Interpolation, dengan parameter sebagai berikut :

- Maximum iterasi : 10
- Neighborhood Gain : 0.01

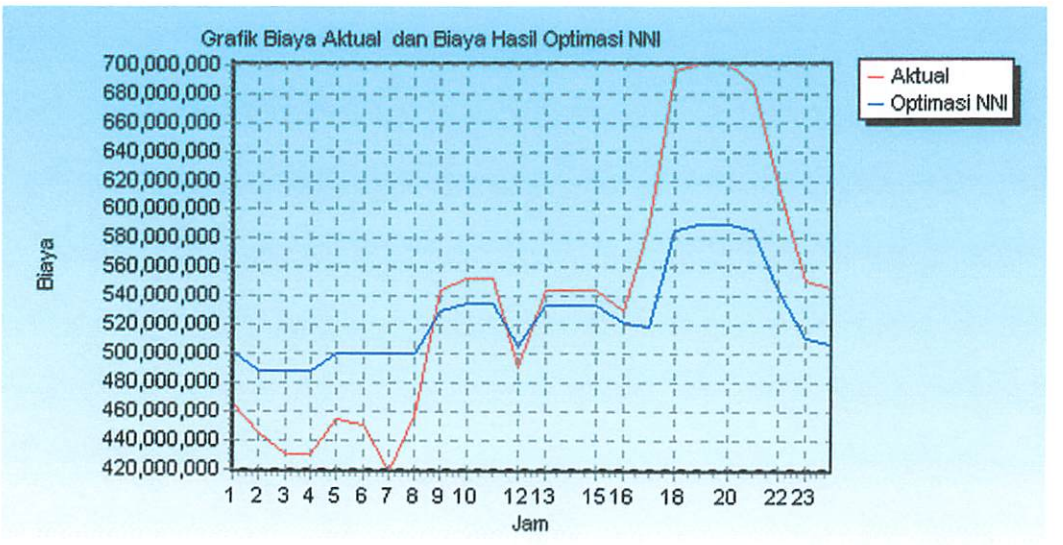
Maka didapatkan hasil yang cukup optimal, hasil optimasi yang disajikan dalam bentuk tabel berikut adalah hasil optimasi biaya dalam tiap jam untuk tanggal 27 Juli 2005.

Tabel 4.6
Data Biaya Per Jam
27 Juli 2005

Jam	Biaya Aktual	Biaya NNI	Selisih Biaya
1	464,544,480	500,793,716	-36,249,236
2	445,152,537	487,863,503	-42,710,966
3	429,890,280	487,863,503	-57,973,223
4	429,890,280	487,863,503	-57,973,223
5	454,392,306	499,979,079	-45,586,773
6	450,703,396	499,979,043	-49,275,647
7	418,029,154	499,979,043	-81,949,889
8	457,160,966	499,979,043	-42,818,077
9	544,211,424	529,030,587	15,180,837
10	551,612,015	535,010,716	16,601,299
11	551,612,015	535,010,716	16,601,299
12	490,355,878	505,458,673	-15,102,795
13	543,875,979	533,198,018	10,677,961
14	543,875,979	533,198,018	10,677,961
15	543,875,979	533,198,018	10,677,961
16	529,091,873	521,324,536	7,767,337
17	589,448,342	519,198,245	70,250,097
18	695,328,855	585,873,373	109,455,482
19	701,267,068	590,316,506	110,950,562
20	701,267,068	590,316,506	110,950,562
21	686,841,778	585,873,373	100,968,405
22	617,098,701	544,428,563	72,670,138
23	550,541,949	510,155,086	40,386,863
24	545,855,172	507,200,745	38,654,427
TOTAL	**12,935,923,474**	**12,623,092,112**	**312,831,362**

Hasil analisa program ternyata untuk tanggal 30 Juli ini program dapat mengoptimasikan biaya sebesar 2.32 %.

Berikut adalah penjelasan dalam bentuk grafik untuk data pada tabel diatas:



Grafik 4.1.
Kurva Perbandingan Biaya Aktual dengan Metode *NNI*
27 Juli 2005

4.3.2 Data Analisis 30 Juli 2005

4.3.2.1 Data Beban dan penjadualan aktual

Tabel 4.7

Data Beban Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

30 Juli 2005

Jam	30 Juli 2005	
	Beban Sistem (MW)	Cadangan Putar (MW)
01.00	2525	400
02.00	2300	400
03.00	2170	400
04.00	2170	400
05.00	2470	400
06.00	2250	400
07.00	1940	400
08.00	2065	400
09.00	2190	400
10.00	2190	400
11.00	2210	400

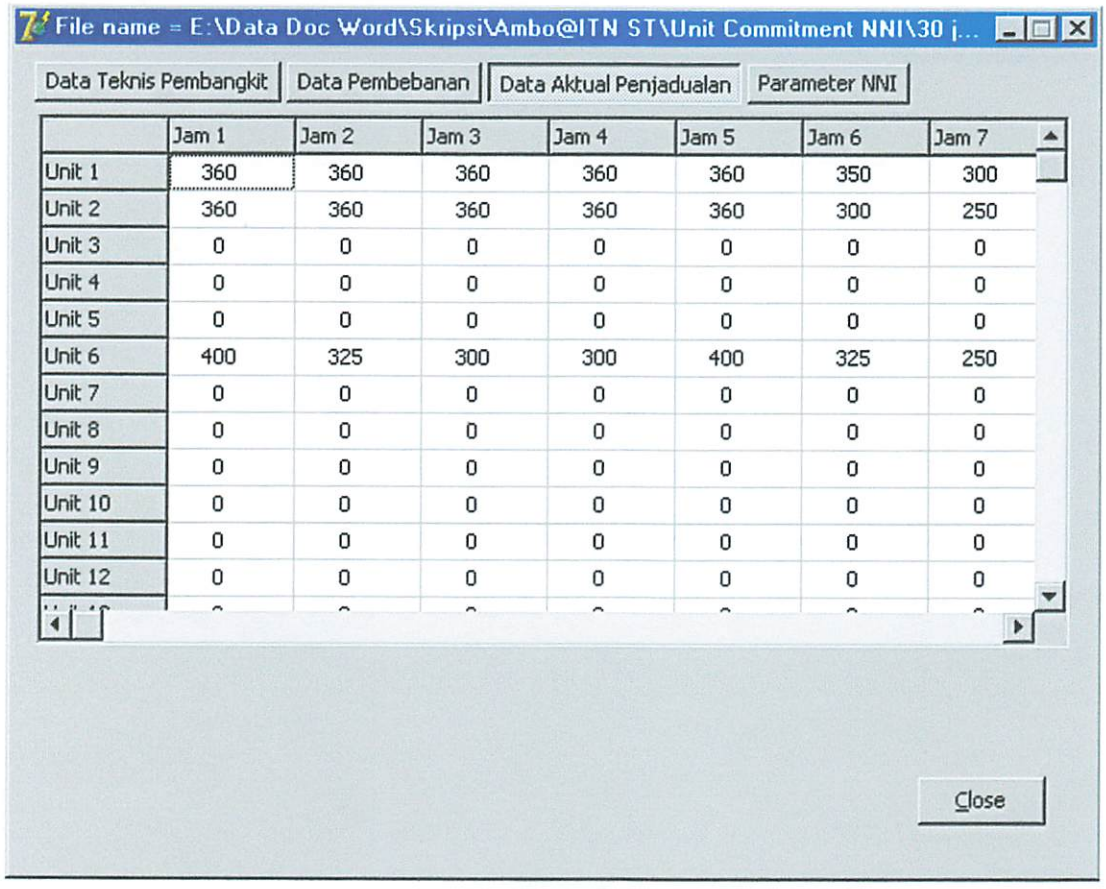
12.00	2165	400
13.00	2140	400
14.00	2190	400
15.00	2265	400
16.00	2130	400
17.00	2197	400
18.00	2849	400
19.00	2989	400
20.00	2934	400
21.00	2914	400
22.00	2582	400
23.00	2375	400
24.00	2300	400

Tabel 4.8
Kombinasi Penjadwalan Aktual PT.PJB 30 Juli 2005

Jam / Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0

31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dengan aktual beban penjadualan setiap jam sebagai berikut:



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7
Unit 1	360	360	360	360	360	350	300
Unit 2	360	360	360	360	360	300	250
Unit 3	0	0	0	0	0	0	0
Unit 4	0	0	0	0	0	0	0
Unit 5	0	0	0	0	0	0	0
Unit 6	400	325	300	300	400	325	250
Unit 7	0	0	0	0	0	0	0
Unit 8	0	0	0	0	0	0	0
Unit 9	0	0	0	0	0	0	0
Unit 10	0	0	0	0	0	0	0
Unit 11	0	0	0	0	0	0	0
Unit 12	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.10. Aktual beban penjadualan Sabtu, 30 juli 2006

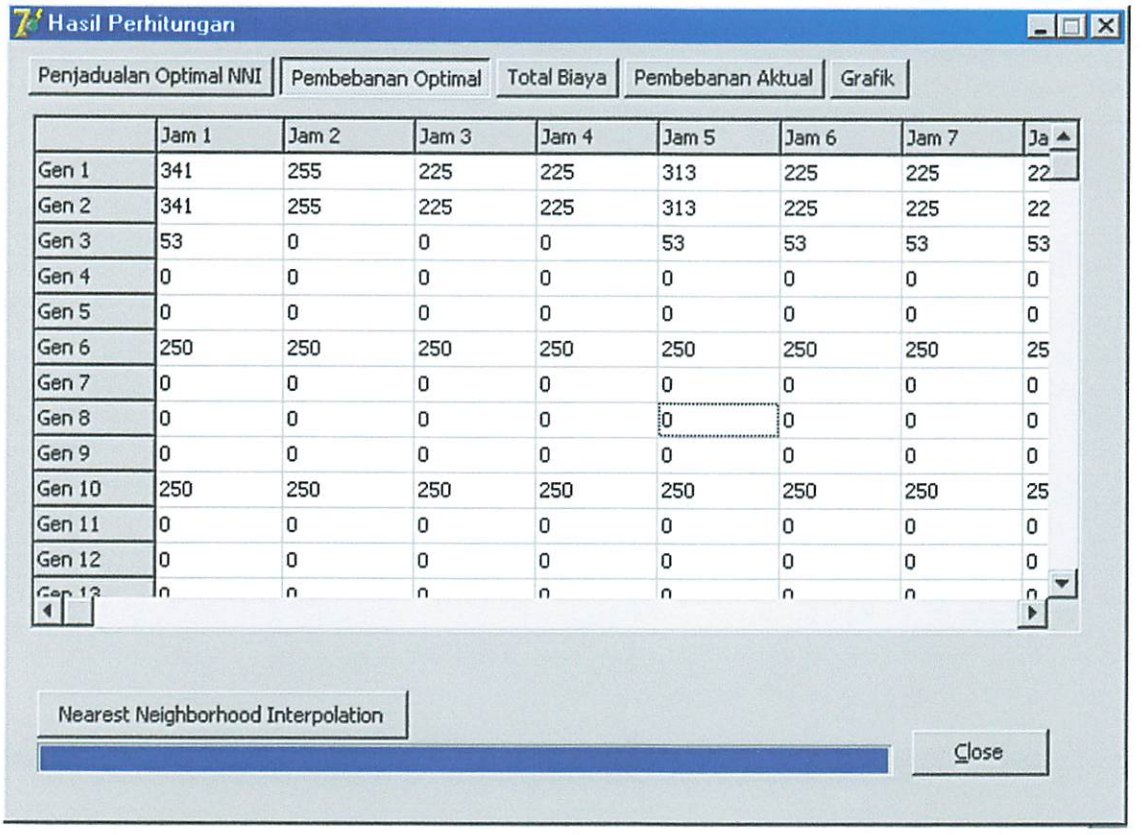
4.3.2.2 Data Beban dan penjadualan Optimal

Solusi optimal kombinasi penjadualan berdasarkan perhitungan metode NNI pada hari Sabtu, 30 juli 2005 dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4.9
Kombinasi Penjadualan Optimal 30 Juli 2005

Jam / Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dengan pembebanan optimal tiap jam sebagai berikut:



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7	Ja
Gen 1	341	255	225	225	313	225	225	22
Gen 2	341	255	225	225	313	225	225	22
Gen 3	53	0	0	0	53	53	53	53
Gen 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 6	250	250	250	250	250	250	250	25
Gen 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 9	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 10	250	250	250	250	250	250	250	25
Gen 11	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 12	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 13	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.11. Beban penjadualan Optimal 30 juli 2005

4.3.2.2 Hasil perhitungan

Parameter yang digunakan:

Maximum iterasi : 10

Neighborhood Gain : 0.01

Hasil optimasi yang disajikan dalam bentuk tabel berikut adalah hasil optimasi biaya dalam tiap jam untuk tanggal 30 Juli 2005.

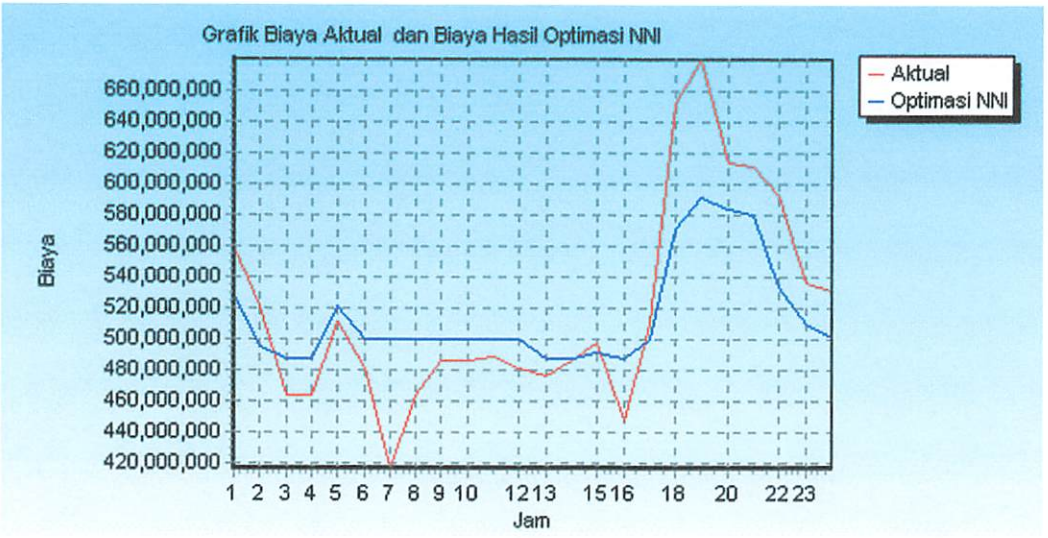
Tabel 4.10
Data Biaya Per Jam
30 Juli 2005

Jam	Biaya Aktual	Biaya NNI	Selisih Biaya
1	557,999,434	527,248,406	30,751,028
2	521,082,098	494,862,792	26,219,306
3	463,252,271	487,863,503	-24,611,232

4	463,252,271	487,863,503	-24,611,232
5	511,051,655	520,733,601	-9,681,946
6	480,480,842	499,979,043	-19,498,201
7	415,960,396	499,979,043	-84,018,647
8	463,695,520	499,979,043	-36,283,522
9	485,695,688	499,979,043	-14,283,355
10	485,695,688	499,979,043	-14,283,355
11	488,646,361	499,979,043	-11,332,682
12	480,761,644	499,979,043	-19,217,398
13	475,889,427	487,863,503	-11,974,077
14	485,695,688	487,863,503	-2,167,816
15	496,779,498	490,775,369	6,004,129
16	446,741,843	487,863,503	-41,121,660
17	509,496,828	499,979,079	9,517,749
18	652,594,714	570,787,160	81,807,554
19	679,961,226	591,501,803	88,459,423
20	614,043,893	583,356,811	30,687,082
21	611,659,312	580,397,273	31,262,039
22	592,417,896	534,033,018	58,384,878
23	535,757,812	509,554,025	26,203,787
24	531,071,071	500,793,716	30,277,355
TOTAL	**12,449,683,076**	**12,343,193,869**	**106,489,207**

Hasil analisa program ternyata untuk tanggal 30 Juli ini program dapat mengoptimasikan biaya sebesar 0.86%.

Penjelasan grafik dari data pada tabel diatas adalah sebagai berikut:



Grafik 4.2.
Kurva Perbandingan Biaya Aktual dengan Metode *NNI*
30 Juli 2005

4.3.3 Data Analisis 31 Juli 2005

4.3.3.1 Data Beban dan penjadualan aktual

Tabel 4.11

Data Beban Unit Termal Pada PT. Pembangkitan Jawa-Bali

31 Juli 2005

Jam	31 Juli 2005	
	Beban Sistem (MW)	Cadangan Putar (MW)
01.00	2275	400
02.00	1755	400
03.00	1755	400
04.00	1740	400
05.00	1895	400
06.00	1970	400
07.00	1642	400

08.00	1565	400
09.00	1615	400
10.00	1675	400
11.00	1625	400
12.00	1575	400
13.00	1575	400
14.00	1575	400
15.00	1575	400
16.00	1575	400
17.00	1689	400
18.00	2689	400
19.00	2929	400
20.00	2924	400
21.00	2904	400
22.00	2632	400
23.00	2330	400
24.00	2215	400

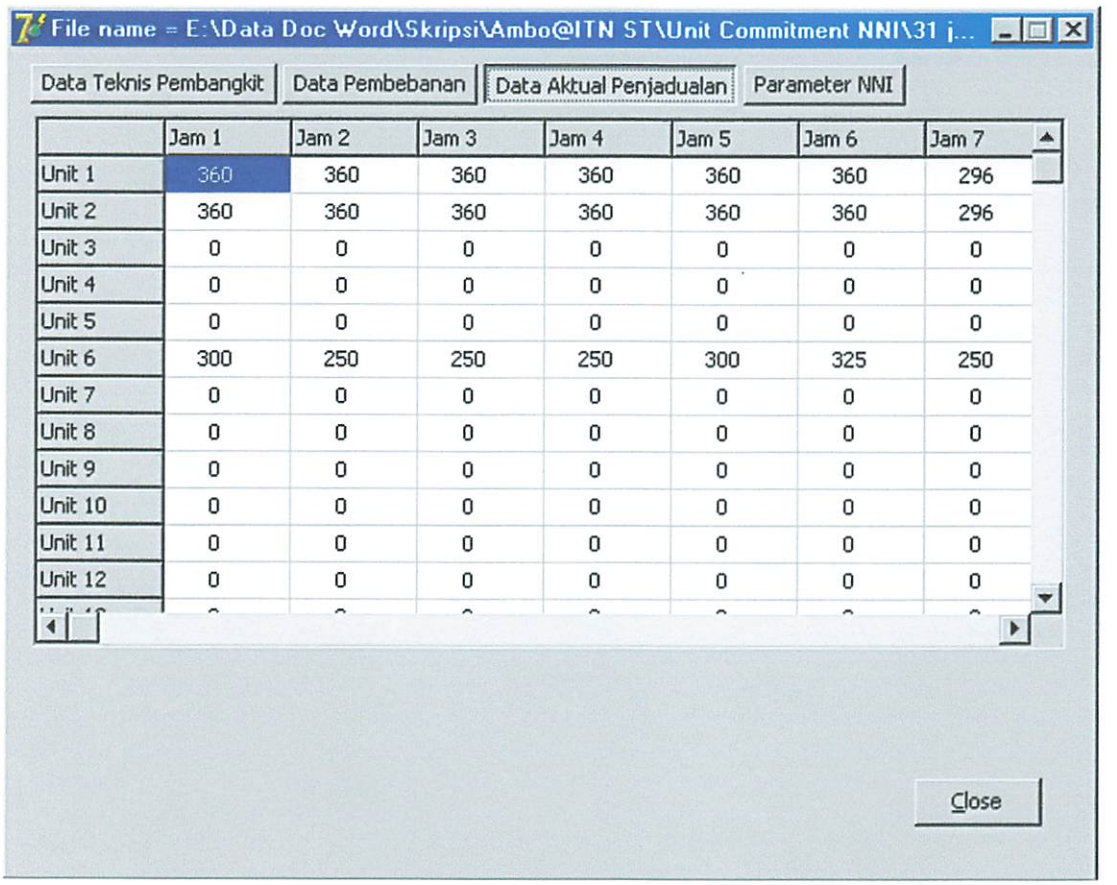
Untuk data penjadualan aktual pada tanggal 31, Juli 2005 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.12
Kombinasi Penjadualan Aktual 31 Juli 2005

Jam Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0

23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Berikut adalah data beban pada penjadualan aktual diatas.



	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7
Unit 1	360	360	360	360	360	360	296
Unit 2	360	360	360	360	360	360	296
Unit 3	0	0	0	0	0	0	0
Unit 4	0	0	0	0	0	0	0
Unit 5	0	0	0	0	0	0	0
Unit 6	300	250	250	250	300	325	250
Unit 7	0	0	0	0	0	0	0
Unit 8	0	0	0	0	0	0	0
Unit 9	0	0	0	0	0	0	0
Unit 10	0	0	0	0	0	0	0
Unit 11	0	0	0	0	0	0	0
Unit 12	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.12. Aktual beban penjadualan 31 juli 2005

4.3.3.2 Data Beban dan penjadualan Optimal

Setelah diterapkannya optimasi dengan metode NNI maka didapatkan penjadualan optimal dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.13
Kombinasi Penjadualan Optimal 31 Juli 2005

Jam / Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dan data pembebanan pada penjadualan optimal diatas adalah sebagai berikut:

Hasil Perhitungan

Penjadualan Optimal | Pembebanan Optimal | Final Result | Pembebanan Aktual | Grafik

	Jam 1	Jam 2	Jam 3	Jam 4	Jam 5	Jam 6	Jam 7	Ja
Gen 1	225	225	225	225	225	225	225	22
Gen 2	225	225	225	225	225	225	225	22
Gen 3	53	0	0	0	0	0	0	0
Gen 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 6	250	250	250	250	250	250	250	25
Gen 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 9	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 10	250	0	0	0	0	250	250	25
Gen 11	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 12	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen 13	0	0	0	0	0	0	0	0

Save Table

Close

Gambar 4.13. Beban penjadualan optimal 31 juli 2005

4.3.2.3 Hasil perhitungan

Parameter yang digunakan:

Maximum iterasi : 10

Neighborhood Gain : 0.01

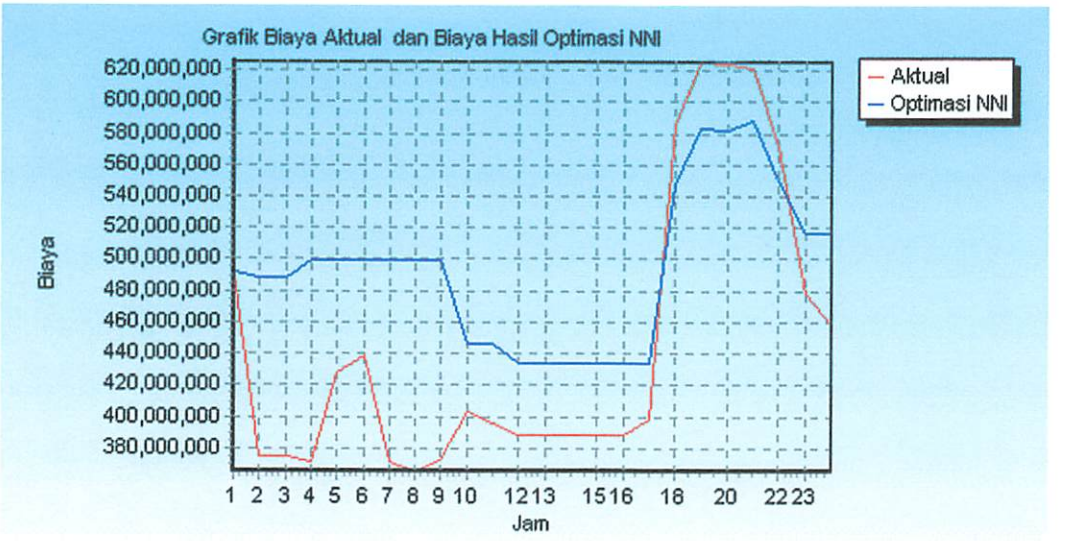
Perhitungan biaya tiap jam yang diperhitungkan melalui penjadualan aktual dan penjadualan optimal disajikan dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 4.14
Data Biaya Per Jam
31 Juli 2005

Jam	Biaya Aktual	Biaya NNI	Selisih Biaya
1	490,175,431	491,941,917	-1,766,486
2	374,416,793	487,863,503	-113,446,711
3	374,416,793	487,863,503	-113,446,711
4	371,102,379	499,979,079	-128,876,699
5	427,417,757	499,979,043	-72,561,286
6	438,501,567	499,979,043	-61,477,476
7	370,992,261	499,979,043	-128,986,782
8	365,065,255	499,979,043	-134,913,787
9	372,448,770	499,979,043	-127,530,273
10	403,012,550	446,225,562	-43,213,012
11	395,629,036	446,225,562	-50,596,526
12	388,245,522	434,110,023	-45,864,501
13	388,245,522	434,110,023	-45,864,501
14	388,245,522	434,110,023	-45,864,501
15	388,245,522	434,110,023	-45,864,501
16	388,245,522	434,110,023	-45,864,501
17	398,447,099	434,110,023	-35,662,924
18	585,092,413	547,752,231	37,340,182
19	625,067,195	582,616,813	42,450,382
20	624,322,126	581,876,890	42,445,236
21	621,344,129	587,629,538	33,714,591
22	572,596,233	550,136,576	22,459,657
23	478,673,530	516,082,600	-37,409,070
24	459,055,664	516,082,600	-57,026,936
TOTAL	**10,689,004,591**	**11,846,831,727**	**-1,157,827,136**

Hasil analisa program ternyata untuk tanggal 31 Juli ini program tidak dapat mengoptimasikan namun justru terjadi pelebaran biaya sebesar 10.83%.

Grafik untuk distribusi data pada tabel diatas adalah sebagai berikut:



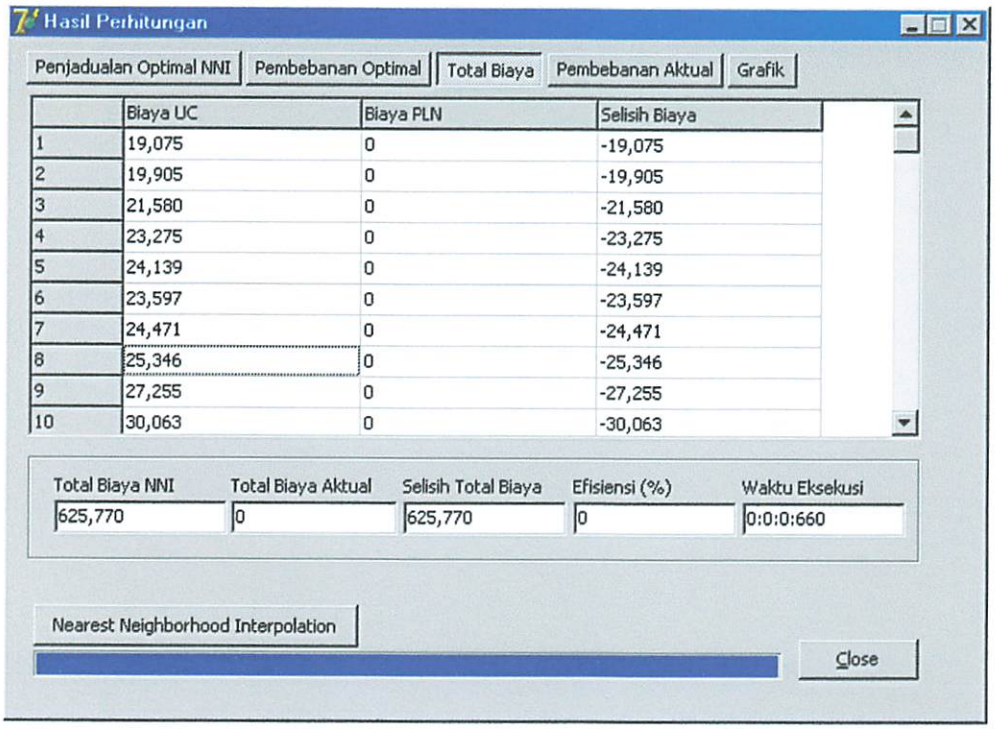
Grafik 4.3.
Kurva Perbandingan Biaya Aktual dengan Metode *NNI*
31 Juli 2005

Validasi Hasil

Berikut ini disajikan validasi hasil dengan mengacu pada jurnal *IEEE TRANSACT IONS ON POWER SYSTEMS , VOL.16 , NO. 4 , NOVEMBER 2005,* dengan input data sebagai berikut:

No	Unit	P		a	b	c	Tup	Tdown
		Min	Max					
1	1	150	455	0.00048	16.19	1000	8	8
2	2	150	455	0.00031	17.26	970	8	8
3	3	20	130	0.002	16.6	700	5	5
4	4	20	130	0.00211	16.5	680	5	5
5	5	25	162	0.00398	19.7	450	6	6
6	6	20	80	0.00712	22.26	370	3	3
7	7	25	85	0.0079	27.7400	480	3	3
8	8	10	55	0.00413	25.92	660	1	1
9	9	10	55	0.00222	27.27	665	1	1
10	10	10	55	0.00173	27.79	670	1	1

Dengan hasil hasil 625,770, berikut adalah tampilannya.



Berdasarkan hasil jurnal terhitung 650,325. Berarti dari hasil perhitungan program dengan hasil perhitungan jurnal memiliki error sebesar 3,77%

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan perhitungan pada penjadwalan pembangkit dengan menggunakan metode Nearest Neighborhood Interpolation (NNI) pada Tugas Akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Bahwa pendekatan metode NNI untuk *study* kasus ini, untuk tanggal 27 Juli 2005 dengan biaya aktual 12,935,923,474 rupiah dan biaya NNI sebesar 12,623,092,112 rupiah, maka dapat dikatakan bahwa metode NNI terjadi penekanan biaya sebesar 312,831,362 atau sebesar 2.32%, sedangkan untuk tanggal 30 Juli 2005 biaya aktual sebesar 12,449,683,076 dan biaya NNI sebesar 12,343,193,869 dengan selisih sebesar 106,489,207 atau sekitar 0.86%, atau dengan kata lain faktor efisiensi komulatif biaya menggunakan metode NNI adalah sebesar 2.75%.
- Namun pendekatan dengan metode ini tidak mutlak akan memberikan nilai positif seperti apa yang terjadi pada tanggal 31 Juli 2005, pada tanggal ini justru terjadi pelebaran biaya sebesar 10.83%, dengan biaya aktual sebesar 10,689,004,591 rupiah dan biaya NNI sebesar 11,846,831,727 rupiah maka terjadi kerugian sebesar 1,157,827,136 rupiah, hal ini dikarenakan pencarian penjaluran jadual optimal yang tidak melanggar kendala-kendala yang ada pada tiap iterasinya tetap membutuhkan biaya yang besar.

- Waktu proses yang dibutuhkan untuk relatif cepat dengan rincian, pada tanggal 27 Juli 2005 1 detik 750 milidetik, tanggal 30 Juli 2005 1 detik 920 milidetik, sedangkan pada tanggal 31 Juli 2005 2 detik 140 milidetik.
- Dengan mengacu pada statement di atas maka dapat dikatakan metode NNI cukup berhasil dalam optimasi untuk penjadualan unit pembangkit.

5.2 Saran

- Untuk pengembangan lebih lanjut diharapkan pemodelan dengan metode ini dapat dikombinasikan dengan metode yang berbasis data pengetahuan agar hasil pendekatan lebih realistis terhadap data pola aktual.
- Untuk permasalahan lain metode ini dapat dikembangkan sesuai dengan pemodelan dari penyelesaian masalah tersebut.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : **JIZREEL. A. IMBIRI**
Nim : **00.12.158**
Masa Bimbingan : **21 FEBRUARI 2007 s.d 21 AGUSTUS 2007**
Judul Skripsi : **OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN *METODE NEAREST NEIGBORHOOD INTERPOLATION* PADA PT. PLN JAWA-BALI**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	10-03-2007	**Bab I Format Pengetikan**	
2.	02-04-2007	**- Data Yang akan diolah**	
3.	25-05-2007	**Bab II Keterangan Rumus**	
4.	09-06-2007	**- Teori Secara umum**	
5.	26-06-2007	**Bab II Teori Aplikasi**	
6.	19-07-2007	**Perubahaan kesimpulan**	
7.	10-08-2007	**ACC Makala seminar hasil**	
8.			
9.			
10.			

Malang, 2007
Dosen Pembimbing I

Ir.H. Choirul Saleh,MT
NIP.Y. 101 8800 190

Form. S-4b

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : **JIZREEL. A. IMBIRI**
Nim : **00.12.158**
Masa Bimbingan : **21 FEBRUARI 2007 s.d 21 AGUSTUS 2007**
Judul Skripsi : **OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN *METODE NEAREST NEIGBORHOOD INTERPOLATION* PADA PT. PLN JAWA-BALI**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	10-03-2007	**Bab I Format Pengetikan**	
2.	02-04-2007	**- Data Yang akan diolah**	
3.	25-05-2007	**Bab II Keterangan Rumus**	
4.	09-06-2007	**- Teori Secara umum**	
5.	26-06-2007	**Bab II Teori Aplikasi**	
6.	19-07-2007	**Perubahaan kesimpulan**	
7.	10-08-2007	**ACC Makala seminar hasil**	
8.			
9.			
10.			

Malang, 2007
Dosen Pembimbing II

Ir. Djojo Priatmono,MT
NIP.Y. 101 8500 107

Form. S-4b

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

PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama	: JIZREEL. A-IMBIRI
NIM	: 00.12158
Semester	: XIII
Fakultas	: Teknologi Industri
Jurusan	: Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	: Teknik Elektronika / Teknik Energi Listrik
Alamat	: JL KARANG PLOSO PERUM TIRTASANI A2 03

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat ***SKRIPSI Tingkat Sarjana.*** Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.
Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan ***SKRIPSI*** adalah sebagai berikut :

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro

(Ima Purwati Handayani)

Malang, 16 Sep 2006
Pemohon

(JIZREEL. A. IMBIRI)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Mengetahui
Dosen Wali

(.....)

Catatan :
Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. IPK 307/133 = 2.30 ✓
2. .....
3. 2 MK → E

2. praktik Y/9 belum

Form. S-1a

Institut Teknologi Nasional Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Elektro S-1

LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : JIZREEL. A. IMBIRI		Nim : 00.12158	
2	Waktu pengajuan	Tanggal :	Bulan :	Tahun : 2007
3	Spesifikasi judul (berilah tanda silang)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri		e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainya	
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : Ir. Choirul Saleh, MT		Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274	
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN METODE INTERPOLASI TETANGGA TERDEKAT PADA PT. PLN JAWA-BALI		
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	.....		
7	Catatan :			
	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, , 2007 Dosen Choirul Saleh		

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

Form.S-2

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

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. Djojo Priatmono, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Jizreel A. Imbiri
Nim	: 00.12.158
Jurusan	: Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	: Energi Listrik

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

"OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNKAN
METODE INTERPOLASI TETANGGA TERDEKAT
PADA PT. PLN JAWA BALI

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, Februari 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.P. 103 9500 274

Hormat kami,

Jizreel. A. Imbiri
NIM. 0012158

***) coret yang tidak perlu**

Form.S-3a

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

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Jizreel. A. Imbiri

Nim : 00.12.158

Semester : XIII (Tiga belas)

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Kosentrasi : Energi Listrik

Dangan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

"OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN
METODE INTERPOLASI TETANGGA TERDEKAT
PADA PT PLN JAWA BALI"

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Ferbuari 2007

Kami yang membuat pernyataan,

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 1018800190

Catatan :
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.
***) Coret yang tidak perlu**

Form. S-3b

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

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Jizreel A. Imbiri
Nim : 00.12158

Semester : XIII (Tiga belas)

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Kosentrasi : Energi Listrik

Dangan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

OPTIMASI PENJADUALAN UNIT PEMBANGKIT MENGGUNAKAN
METODE INTERPOLASI TETANGGA TERDEKAT
PADA PT. PLN JAWA BALI

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, ferbuari 2007

Kami yang membuat pernyataan,

13/2 07

Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP. Y. 101 8500 107

Catatan :
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.
***) Coret yang tidak perlu**

Form. S-3b

Malang, September 2006

Perihal : Permohonan Dispensasi Proposal Skripsi
Lampiran : _____

Dengan Hormat,

Bapak Ketua Jurusan Teknik Elektro

Di - Kampus II ITN malang,

Sehubungan dengan adanya kendala dalam prasyarat mengajukan skripsi yang mengharuskan perolehan nilai minimum (D) dan tidak terdapat nilai E, juga telah menempuh seluruh SKS, maka dengan surat ini saya yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Jizrel Ambrosius Imbiri
Nim : 00.12.158
Jurusan : Teknik Energi Listrik S-1

Memohon kepada Bapak agar kiranya dapat memperbolehkan saya dalam mengajukan skripsi. Adapun sampai pada saat ini saya sedang mengulang dan menempuh kuliah untuk memperbaiki nilai-nilai tersebut, apabila hingga seminar hasil nilai-nilai tersebut belum berubah maka saya bersedia untuk menunda yudisium.

Demikian surat permohonan ini saya buat, atas perhatian dan kebijaksanaan Bapak saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Ketua Jurusan Elektro S1

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

Hormat Saya

Jizrel A. Imbiri
Nim : 00.12.158

Mesin Elektrik II — E
Thermodinamika — E