

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



**OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI-OBJECTIVE* VAR  
MENGUNAKAN ALGORITMA *TWO-LAYER SIMULATED  
ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV  
SUB SISTEM PAITON-BALI**

**SKRIPSI**

*Disusun oleh:*

**NAMA : ANANG SAMSUDIN**

**NIM : 01.12.087**

**MARET 2006**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI-OBJECTIVE* VAR  
MENGUNAKAN ALGORITMA *TWO-LAYER SIMULATED  
ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV  
SUB SISTEM PAITON-BALI**

**SKRIPSI**

*Disusun Untuk Melengkapi Dan Memenuhi Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh:**

**ANANG SAMSUDIN  
NIM: 01.12.048**



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Ir. Yudi Limpraptono, MT.  
NIP. Y. 103 9500 274**

Menyetujui  
Dosen Pembimbing

**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.  
NIP. Y. 101 8800 189**

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

# L3MBAR **PERS3MBAHAN**



Sp3cial **THANK TO**

**ALLAH SWT n NABI MUHAMMAD SAW**  
yang telah memberikan **RAHMAT, HIDAYAH n KARUNIANYA**  
sehingga  
*aQ dapat menyelesaikan sKRIPsi Q ini*

**T-RIMA KSIH YA ALLAH EngkAU TLAH MEndenGArkAn DoAkU DAN**  
**yAng momberikan aq kesehatan, kekuatan, ketabahan N**  
**kesabaran SAMPai AKHIRnyA SKRIPSIKu DAH SElesai .**

**My Parr3Nt**

**AYAH@NDA N IBUNDA** Yang  
t3lah meMBERIKAN AQ S3MangAt , MotIVasi., MAterIILL SEhingga AQ Bisa kuliaH n  
TRIMA KaSih BANget Atas DOAnYA .Aq Cuma BisA BerDoa S-Moga DI BERI  
Kesehatan, pANJANG Umur,BANYak reZEki,DAN Satu LAGI MOga CEPot  
NAIK HAJI.

**KaK@K Q** TERIMA KaSIH atAS NAsihatNYA n SUPPORTnya  
Agar aq CEPat luluS. NI skARAng Aq da LUIUs.....

**ADhi3K Q** S-MOGA c3peT LuluS, JgN LupA bIAJAR n B3rDoA KaN  
maU Ujian UAN! EEEhhhhh .....Jgn LUPa Jg JAGa KONDisi Blar pas waKtu  
UJlan gAK SAKIT >OKE

# T-RIMA KSIH BANGET DUMA TENGAH

~ BAPAK Yusuf ISMAIL nAKHODA MT SELaku Dosen pEMbimBing T- Rima KSIH Atas DidIKANnya, PENGArAhannya SAMPai AKHIRnya skripSiku INI kelAR. MOAON mAAF ATAs Sgala KESAlAHAN YANG Aq SengAja mAUpUN Tjdaq SENGaja.

3 MaS UGRo (PROgrAMMER)  
T\_Rima KSIH Atas PEMBUATAN prOGRAMnya n KonSulTASInYA, SORRI MaS AQ SERIng MEKSo0 SAmpeAn KONGKON CEPet 2x.....EmANG WAKtuNe MEPet MaS.....(UangNYA MAHa MaS!!!!!!.....)

© OhHHhhhh ABANG S@nnie  
SUWun LHOO CrutZZZZzzzz..... ATAS Bantuannya MULai DARI SEMInAR PROPOSAl AMPEK MARi KOMPRe n SAMPeK LULUS PISAN.AQ DOAKAN CEPet DPT KERja n....Ojok LAI KARo Wong KROMENGAh! HAAy0000???????,,,

## © RUBE S-G 3 DAYA PADA NARZZISSSS!!!

YANG CAKEP -2 N..... YANG SUKA DOYAN MAKAN..... DONN7 (Krebet)  
SUWun NgeterNE AQ KOMPRe MULai ISuk SAMPai MAJam n KurANG! ....BACHRUE nBUM (BenyJNK) SORRI KMARmu SERING AQ GAWe BOboK SAMPai AWAKmu TURU NANG KAMAr KONcomu N Ojo GAMPAngne MASAlah WALAUPUn Iku WIS PErnah KOK LakoNI..... nBED (PIBy) OPo yo..... T-RIMA KSIH Udah KenYANG

## 2/ BAK2 ELEKTRA LISTRIK

Yang PADA uda lulus 01 \*\*\*\* KHALIS(Suwun NGAJari Aq BLAZAr S-G 3 DAYa), YuDHA(KITA NI sENAsip MULai DARI pROPOSAl AMpek KOMPRe UJIannya SAMA), BRemi(KLo Tr\_TAWa Ojo BANter2x), MADa (TRIMA KSIH atas PRINtNYA), Zahid( TRIMA KSIH tLAh nGANTar AQ TRANSLIT.), DWa (TRIMA KSIH DeIPinYA) (UcOK, RIKa, Dini, ArIS, ArIF\_PaK LURAh)\_Moga SMuAnyA InI CpeT DAPAT KERJAan. OK533.....

TO YANG BLOM LULUS ....ARIK  
MArgoNO(JGn SrING KLUAr TO URus KULIAHMu N SEMangAt TRus),

Agus P. De(OjoDullINAn KompuTer Ae JAREne KEpINGIN CPET  
LUIUS), HURi\_ HEMu2x( Cpetan NggArap SKRIPSI ojo  
ngRungokne

JoJOBA Ae), PuGUh( KSIh SMANGAT anAk2x Blar Cpet LuluS),  
Den(Golek JURNAL DHIZEK oJO PSan CEK BEN dANG NGGarap  
SKRIPSI),VENDI(Aq dOAKAN Cepet NAIK PANGKAT), AJI(JAREne  
KTE DIET KOK TambAh GmUK n KERJAKAn SKRIPsimu JG  
BELAJAr),HEndrA GondrONG( KLo KULIAh Yang Niat Jgn CumA  
Ikut UJIAn aja),HeRman N BONy (KLIAh yang KomPAK Ya) n  
SATU IAgI SATu2NyA CEWek KIKI

N Tuk Anak PUSkoPAT THANK BANget ATAs TMPATnyA TUK  
BERTeDuh Darl HUJAn

### © *KoS\_2An SinABunG II*

To Yoga(KSIAn Km NI NguNGsi TidUr Ke KMar Anak2 Lg  
BOcoR YA KMar mu),YUNAn (Wah Jgn MinUM molulu MERusak  
kSehatan), DEbBy(NI RAJanyA TIDUr SRING MBAngkong KLO  
KULIAh SRING TEIAT), NeNo(Ayo Lari PAGI BIAR  
GEMUK),DHAnI(AWAs PaK kOS KLo BaWa CwEK ke KMar Hati2  
ya),RuDI (Cpet Lulus ya), BEry(MakAn TRus SdH GMuk TambAh  
GMuk), Big(Cpet DI BYar luRAn ListRIkNya), IRvAn( SrING KUMpul  
Aja Ma ANak2 Jan DI KAMAr aja), ONGk(AWAs KUncl KmAr  
SoalNYA kmArmU DI DPAn hAti2)

### ➔ *K<sub>2</sub>ONE - K<sub>2</sub>ON3 SATU BImBingAn*

KHA ni b3R\_17 MEMang One BImBINGAn Yang Paling KOMPAk  
n Saling Bantu MA yANG Lain. Hayo.. Kapan IAgI Klata  
Makan\_2nYA. AbaS KLo NGaSIh KejuTAN MA teMannyA Jgn  
NyiramPAke Sisa KOPI NI kMarIn MASuk KEKupIngu  
Hee...,BUdI( Opo Iki...? WIS TEteP SemANGAT)

**BUAT k<sub>2</sub>ONE—K<sub>2</sub>one YG NAMANYA  
B<sub>2</sub>LOM TECANTUM DI  
PERSEMBAHANKU INI, aQ MinTa Maaf  
MaKasiH BanYak Ya Friend's AtAS DukUNgan & Support  
Kalian, Good  
LUck**

ANANG

M@R3T 2006 K3SDv2k2g3n

invitation

## ABSTRAKSI

### OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI-OBJECTIVE* VAR MENGGUNAKAN ALGORITMA *TWO-LAYER SIMULATED ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM PAITON-BALI

(Anang Samsudin, Nim. 01.12.087, Teknik Elektro Energi Listrik S-1)  
(Dosen Pembimbing : Ir.Yusuf Ismail Nakhoda, MT)

**Kata Kunci:** *Multi-objective Var, two-layer simulated annealing.*

Dengan meningkatnya usaha di sektor industri dan meningkatnya taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik yang baik dan keandalan penyaluran tegangan. Dengan meningkatnya beban – beban induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan transmisi akan semakin besar, sehingga memperbesar komponen rugi – rugi daya dan dapat memperburuk profil tegangan pada jaringan transmisi.

Skripsi ini menganalisis penempatan *multi-objective Var* menggunakan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing*, yang dapat menjadi salah satu alternatif untuk penempatan kapasitor ( MVar ) pada saluran transmisi 150 kV Paiton – Bali. Skripsi ini akan membahas penempatan dan kapasitas kapasitor yang digunakan pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton – Bali sehingga dapat menekan rugi-rugi daya dalam sistem, dan dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya PT. PLN (Persero), sehingga dapat menambah keandalan bagi PLN sebagai perusahaan penyedia energi listrik di Indonesia.

Analisa dilakukan dengan bantuan program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi Versi 7.0 dan telah sukses dicoba pada Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali yang terdiri dari 25 bus, dimana telah berhasil mengurangi rugi daya saluran dari  $69.606 + j 17.224$  MVA menjadi  $67.773 + j 14.317$  MVA setelah dilakukan pemasangan kapasitor pada bus #5, #9, #15, #16, #18, #24, dan #25 sehingga terjadi penurunan rugi daya sebesar  $1.833 + j 2.907$  MVA. Hal ini dapat menghemat biaya rugi daya sebesar 1.84 \$/kWh atau sebesar 2.64 % per kWh. Setelah dilakukan penempatan kapasitor, maka terjadi kenaikan profil tegangan, yaitu : bus #5, tegangannya naik menjadi 1.00616 p.u; bus #9, tegangannya naik menjadi 1.04994 p.u; bus #15, tegangannya naik menjadi 0.95574 p.u; bus #16 tegangannya naik menjadi 0.97200p.u; bus #18, tegangannya naik menjadi 0.95302 p.u; bus #24, tegangannya naik menjadi 0.95522 p.u; bus #25, tegangannya naik menjadi 0.96041 p.u. Biaya investasi pemasangan kapasitor pada ke-7 bus tersebut sebesar \$ 2,990.00 atau sebesar Rp. 27.508.000,00

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul :

**“OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI-OBJECTIVE VAR*  
MENGUNAKAN ALGORITMA *TWO-LAYER SIMULATED  
ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV  
SUB SISTEM PAITON-BALI “**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi program strata satu (S-1) jurusan Teknik Elektro/Program Studi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Sebelum dan selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT, selaku Dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.
4. Bapak dan Ibuku tercinta, yang sangat berarti dalam kehidupan penyusun, dimana do'a serta restu dan keridhaannya senantiasa penyusun harapkan.

5. Teman-teman di jurusan Teknik Elektro / Energi Listrik Institut Teknologi Nasional Malang, terutama angkatan 2001 yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya akan segala kekurangan yang ada dalam penyusunan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga dalam skripsi ini dapat membantu serta bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.

Malang, Maret 2006

Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
ABSTRAKSI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Pembahasan .....	5
1.7. Kontribusi Penelitian .....	6
<b>BAB II SISTEM TENAGA LISTRIK</b>	
2.1. Sistem Tenaga listrik .....	7
2.2. Saluran Transmisi .....	8
2.2.1. Saluran Transmisi Pendek .....	9
2.2.2. Saluran Transmisi Menengah .....	9

2.2.3. Saluran Transmisi Panjang.....	11
2.3. Daya Dalam Sistem Tenaga.....	12
2.3.1. Daya Aktif ( <i>Active Power</i> ).....	12
2.3.2. Daya Reaktif ( <i>Reactive Power</i> ).....	12
2.3.3. Daya Semu ( <i>Apparent Power</i> ).....	13
2.4. Sistem Per-Unit.....	14
2.5. Mengubah Dasar Sistem Per-Unit.....	15
2.6. Kapasitor Shunt.....	16
2.7. Perbaikan Tegangan.....	16
2.8. Perbaikan Faktor Daya Dan Kenaikan Kapasitas Sistem.....	17
2.9. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya.....	19

### **BAB III ANALISA ALIRAN DAYA DAN *SIMULATED ANNEALING***

3.1. Analisa Aliran Daya.....	20
3.1.1. Klasifikasi Bus.....	21
3.1.2. Metode Newton-Raphson.....	22
3.2. Simulated Annealing.....	23
3.3. Rugi Daya Aktif.....	24
3.3.1. Biaya Investasi untuk Sumber – sumber Var.....	25
3.3.2. Deviasi Tegangan.....	25
3.3.3. Batasan Pembebanan.....	26
3.3.4. Batasan Operasi.....	26
3.3.5. Batasan Expansi.....	27
3.4. Formulasi Permasalahan.....	27
3.5. Permasalahan Optimasi <i>Multi-objective</i> Secara Umum.....	28

**BAB IV OPTIMASI PENEMPATAN MULTI- OBJECTIVE VAR  
MENGUNAKAN ALGORITMA TWO LAYER  
SIMULATED ANNEALING**

4.1. Program Komputer Penempatan Multi Objective Var Menggunakan Algoritma <i>Two – Layer Simulated Annealing</i> .....	29
4.2. Algoritma Program .....	29
4.2.1. Algoritma Program Aliran Daya Newton-Raphson .....	29
4.2.2. Algoritma Untuk <i>Multi Objective</i> Penempatan <i>VAR</i> .....	30
4.2.2.1 Algoritma <i>Outer Layer</i> .....	30
4.2.2.2. Algoritma <i>Inner Layer</i> .....	31
4.3 Flowchart Program .....	32
4.3.1. Flowchart Aliran Daya Newton-Raphson.....	32
4.3.2. <i>Multi – Objective</i> Penempatan <i>VAR</i> .....	33
4.3.2.1 Flowchart <i>Outer Layer</i> .....	33
4.3.2.2. Flowchart <i>Inner Layer</i> .....	34
4.4. Validasi Data IEEE 30 Untuk Menyelesaikan Permasalahan Penempatan <i>Multi – Objective Var</i> Menggunakan Algoritma <i>Two – Layer Simulated Annealing</i> .....	35
4.4.1. Data IEEE 30 Bus .....	35
4.4.2. Hasil Validasi IEEE 30 Dengan Menggunakan Algoritma <i>Two – Later Simulated Annealing</i> .....	37
4.5. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan.....	42

4.6. Hasil Dan Analisa Hasil Penempatan <i>Multi Objective Var</i> Menggunakan Algoritma <i>Two – Layer SimulatedAnnealing</i> Pada Saluran Transmisi 150 KV Sub Sistem Paiton-Bali .....	52
4.6.1. Hasil Perhitungan Kondisi Awal .....	52
4.6.2. Hasil Perhitungan Setelah Optimasi .....	55
4.7.. Hasil Perbandingan Perhitungan Kondisi Awal Dan Kondisi Akhir Penempatan <i>Multi – Objective Var</i> Menggunakan Algoritma <i>Two – Layer SimulatedAnnealing</i> .....	58
4.7.1. Perbandingan Tingkat Rugi Daya Aktif Dan Daya Reaktif Pada Saluran Transmisi .....	58
4.7.2. Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma <i>Two-Layer Simulated Annealing</i> .....	59
4.7.3. Perhitungan Biaya Untuk Rugi Daya Menggunakan Algoritma <i>Two – Layer Simulated Annealing</i> .....	60
4.7.4. Perbandingan Tingkat Tegangan Dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus.....	60
4.7.5. Perbandingan Deviasi Tegangan .....	62

## **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	64

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Rangkaian Setara Saluran Transmisi .....	8
Gambar 2-2	Rangkaian Setara Saluran Transmisi Pendek.....	9
Gambar 2-3	Rangkaian Saluran Transmisi Menengah .....	10
Gambar 2-4	Diagram Skema Saluan Transmisi Panjang .....	11
Gambar 2-5	Representasi Segitiga Daya.....	13
Gambar 2-6	Vektor Diagram Sebelum Dan Sesudah PemasanganCapasitor .....	17
Gambar 2-7	Perbaikan Faktor Daya.....	18
Gambar 2-8	Diagram Dan Sudut Daya Beban Transmisi.....	19
Gambar 4-1	Flowchart Aliran Daya Newton Raphson .....	32
Gambar 4-2	Flowchart Outer Layer SA .....	33
Gambar 4-3	Flowchart Inner Layer SA.....	34
Gambar 4-4	Tampilan Parameter Validasi IEEE 30 .....	37
Gambar 4-5	Hasil <i>Load Flow</i> Akhir .....	38
Gambar 4-6	Tampilan hasil Validasi IEEE 30 .....	38
Gambar 4-7	Diagram Segaris Jaringan Sistem Transmisi Listrik 150 kV Paiton - Bali.....	40
Gambar 4-8	Menu Utama Program.....	45
Gambar 4-9	Tampilan Data .....	45
Gambar 4-10	Tampilan Data Bus .....	46
Gambar 4-11	Tampilan Data Saluran .....	46
Gambar 4-12	Tampilan Data Generator.....	47

Gambar 4-13	Tampilan Load Flow Awal .....	47
Gambar 4-14	Tampilan Aliran Daya Hasil Perhitungan Load Flow Awal.....	48
Gambar 4-15	Tampilan Summary Pada Kondisi Awal.....	48
Gambar 4-16	Tampilan Parameter Simulated Annealing .....	49
Gambar 4-17	Tampilan Load Flow Akhir.....	49
Gambar 4-18	Tampilan Aliran Daya Tiap Bus Pada Kondisi Akhir.....	50
Gambar 4-19	Tampilan Summary Pada Kondisi Akhir .....	50
Gambar 4-20	Tampilan Perbandingan Tegangan Tiap Bus .....	51
Gambar 4-21	Tampilan Hasil akhir Setelah Penempatan Kapasitor .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1	Data Generator Dan Koefisien Biaya IEEE 30.....	35
Tabel 4-2	Data Bus IEEE 30.....	35
Tabel 4-3	Data Saluran Impedansi IEEE 30.....	36
Tabel 4-4	Perbandingan Data Jurnal Dengan Hasil Pengujian.....	39
Tabel 4-5	Data IEEE Hasil Uji Validasi.....	39
Tabel 4-6	Penomoran Bus 150 kV Sub Sistem Paiton - Bali .....	41
Tabel 4-7	Data Pembangkitan Dan Pembebanan 150 kV Sub SistremPaiton - Bali .....	42
Tabel 4-8	Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton - Bali .....	44
Tabel 4-9	Rugi Daya Antar Saluran.....	52
Tabel 4-10	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan Pembebanan Pada Kondisi Awal .....	53
Tabel 4-11	Total Pembangkitan, Pembebanan Dan Rugi Rugi Saluran Pada Kondisi Awal.....	54
Tabel 4-12	Hasil Perhitungan Yang Di Bangkitkan Pada Kondisi Awal.....	54
Tabel 4-13	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan Pembebanan Pada Kondisi Akhir .....	54
Tabel 4-14	Hasil Perhitungan Yang Di Bangkitkan Pada Kondisi Akhir.....	56
Tabel 4-15	Total Pembangkitan, Pembebanan Dan Rugi – Rugi Saluran Pada Kondisi Akhir .....	57
Tabel 4-16	Hasil Perhitungan Yang Di Bangkitkan Pada Kondisi Akhir.....	57
Tabel 4-17	Penempatan JumlahDan Kapasitas Kapasitor Pada Tiap Bus .....	59

Tabel 4-18	Perbandingan Biaya Untuk Rugi Daya.....	60
Tabel 4-19	Perbandingan Tingkat Tegangan Dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus.....	60
Tabel 4-20	Perbandingan Deviasi Tegangan Pada Tiap Bus.....	62



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1	Hasil Perhitungan Daya Yang Di Bangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Awal.....	54
Grafik 4-2	Hasil Perhitungan Daya Yang Di Bangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Akhir.....	57
Grafik 4-3	Perbandingan Rugi Daya .....	58
Grafik 4-4	Perbandingan Profil Tegangan .....	61
Grafik 4-5	Perbandingan Deviasi Tegangan Tiap Bus.....	62

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan meningkatnya usaha di sektor industri dan meningkatnya taraf hidup masyarakat maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula, sehingga diperlukan penyediaan energi listrik yang baik dan keandalan penyaluran tegangan. Bertambahnya industri – industri menyebabkan peran penggunaan alat – alat listrik akan semakin luas, misalnya motor – motor listrik, trafo, AC, lampu TL, dan lain – lain. Beban industri menyebabkan daya reaktif induktif. Dengan meningkatnya beban – beban induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan transmisi akan semakin besar, sehingga memperbesar komponen rugi – rugi daya dan dapat memperburuk profil tegangan pada jaringan transmisi.

Alokasi daya reaktif yang tepat dalam sistem bisa menghasilkan kondisi optimum, yaitu kondisi dengan rugi-rugi transmisi yang minimum dengan biaya investasi yang murah dan mampu memperbaiki profil tegangan sistem. Permasalahan besarnya rugi-rugi daya di saluran menjadi perhatian utama khususnya pada saluran transmisi 150 KV.

Permasalahan tersebut telah menjadi perhatian utama khususnya pada saluran transmisi. Alternatif yang sering dipakai untuk memperbaiki kondisi jaringan adalah dengan pemasangan kapasitor.

Pada skripsi ini digunakan metode *Algoritma Two-layer Simulated Annealing*, yang dapat menjadi salah satu alternatif untuk penempatan kapasitor

( VAR ) pada saluran transmisi 150 kV Paiton – Bali. Skripsi ini akan membahas penentuan letak dan kapasitas dari kapasitor berdasarkan dua fungsi sasaran yang ingin dicapai yaitu keuntungan dari sisi teknis dan ekonomis, sehingga dihasilkan kualitas sistem tenaga listrik yang baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu :

- Bagaimana rugi-rugi daya pada saluran transmisi 150 kV setelah penempatan kapasitor menggunakan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing* dan biaya rugi dayanya.
- Bagaimana penempatan dan kapasitas kapasitor yang akan digunakan pada saluran transmisi 150 kV menggunakan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing* serta biaya pemasangan kapasitor
- Bagaimana kondisi profil tegangan setelah dilakukan pemasangan kapasitor.

Berdasarkan pada deskripsi permasalahan dan latar belakang tersebut diatas maka skripsi ini diberi judul :

**“OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI-OBJECTIVE VAR* MENGGUNAKAN ALGORITMA *TWO-LAYER SIMULATED ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB SISTEM PAITON-BALI “**

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan diatas maka skripsi ini bertujuan untuk :

- Menganalisis rugi daya pada saluran transmisi 150 kV setelah penempatan kapasitor menggunakan metode Algoritma *Two layer Simulated Annealing* dan biaya rugi daya
- Menganalisis penempatan dan kapasitas kapasitor yang akan digunakan pada saluran transmisi 150 kV menggunakan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing* serta biaya pemasangan kapasitor
- Menganalisis profil tegangan setelah pemasangan kapasitor.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam skripsi ini akan dilakukan analisis mengenai penempatan dan kapasitas kapasitor menggunakan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing* pada saluran 150 kV sub sistem Paiton-Bali. Agar pembahasan mengarah sesuai tujuan, maka pembahasan dalam proposal skripsi ini dibatasi oleh hal sebagai berikut :

- Analisis perhitungan penempatan kapasitor dan kapasitasnya pada saluran 150 kV sub sistem Paiton-Bali menggunakan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing*.
- Jenis kapasitor yang digunakan adalah kapasitor banks ( 1 kapasitor = 3 MVar ),
- Tidak membahas analisa aliran daya *Newton – Raphson* secara mendetail.

- Tidak membahas kontrol dan proteksi yang digunakan pada kapasitor tersebut.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembahasan proposal ini dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- Studi Literatur  
Yaitu kajian pustaka yang mempelajari teori – teori yang terkait melalui literatur yang telah ada, yang berhubungan dengan permasalahan.
- Pengumpulan data lapangan yang dipakai dalam objek penelitian yakni data impedansi saluran transmisi, data pembebanan, data tap kapasitor serta data kapasitas kapasitor yang akan digunakan pada saluran 150 kV sub sistem Paiton - Bali.
- Analisa perhitungan tegangan, sudut fasa tegangan, aliran daya pada tiap saluran, biaya pembangkitan dan biaya instalasi dengan menggunakan metode *Algoritma Two layer Simulated Annealing* yang disimulasikan dengan komputer dengan bahasa pemrograman *Borland Delphi* versi 7.0.
- Pengambilan kesimpulan dari hasil analisis.

## 1.6. Sistematika Pembahasan

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

### BAB I PENDAHULUAN

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

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi antara lain tentang pengenalan sistem tenaga listrik, kapasitor shunt, perbaikan tegangan, perbaikan faktor daya dan kenaikan kapasitas sistem, pengaruh perbaikan faktor daya.

### BAB III OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI - OBJECTIVE* VAR MENGGUNAKAN ALGORITMA *TWO LAYER SIMULATED ANNEALING*

Berisi tentang aliran daya, aplikasi metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing*.

### BAB IV *MULTI - OBJECTIVE* VAR MENGGUNAKAN ALGORITMA *TWO LAYER SIMULATED ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM PAITON – BALI.

Berisi tentang Program Komputer, Algoritma program dan hasil perhitungan serta analisa data dengan metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing*.

### BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan akhir dan saran.

## 1.7 Kontribusi Penelitian

Kontribusi dari skripsi ini adalah penggunaan dari metode Algoritma *Two-layer Simulated Annealing* dalam menganalisa penempatan dan kapasitas kapasitor yang digunakan pada saluran transmisi 150 kV sub sistem Paiton – Bali sehingga dapat menekan rugi-rugi daya dalam sistem, dan dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya PT. PLN (Persero), sehingga dapat diterapkan bagi PLN sebagai perusahaan penyedia energi listrik di Indonesia.

## BAB II

### SISTEM TENAGA LISTRIK

#### 2.1. Sistem Tenaga Listrik

Tiga bagian utama sistem tenaga listrik yaitu : pusat pembangkit tenaga listrik, saluran transmisi dan sistem distribusi yang berhubungan langsung dengan konsumen. Saluran transmisi merupakan penghubung antara pusat pembangkit melalui hubungan antar sistem yang menuju sistem pada sistem yang lain.

Saluran transmisi mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuannya dalam menyalurkan daya listrik. Keempat parameter tersebut yaitu : resistansi (R), induktansi (L), kapasitansi (C), serta konduktansi (G).

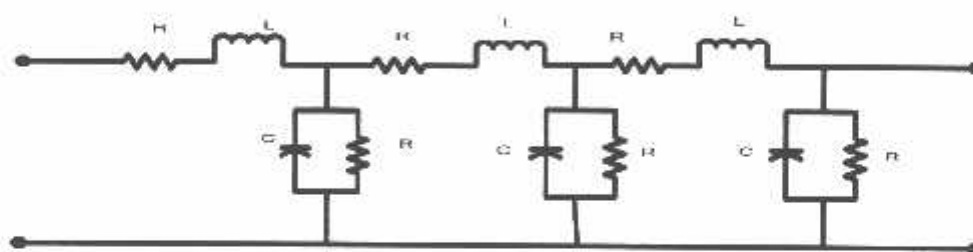
Resistansi umumnya tergantung pada jenis penghantar sedangkan konduktansi menyatakan besarnya arus bocor antar penghantar, antar penghantar dengan tanah, tetapi harganya relatif kecil maka dapat diabaikan. Induktansi adalah parameter rangkaian yang menghubungkan tegangan yang diimbaskan oleh perubahan fluksi akibat perubahan arus, sedangkan kapasitansi suatu saluran transmisi timbul akibat adanya beda potensial antara penghantar dengan tanah, dalam hal ini kapasitansi menyebabkan penghantar bermuatan seperti yang terjadi pada pelat kapasitor.

Impedansi seri terbentuk dari resistansi dan induktansi yang terbagi merata sepanjang saluran. Sedangkan konduktansi dan kapasitansi terdapat diantara penghantar-penghantar dari saluran fasa tunggal atau diantar penghantar dengan netral dari suatu saluran berfasa tiga membentuk admitansi paralel.



## 2.2. Saluran Transmisi

Tenaga listrik yang dibangkitkan disalurkan melalui saluran transmisi. Saluran-saluran transmisi ini membawa tenaga listrik dari pusat-pusat tenaga listrik ke pusat-pusat beban. Suatu saluran transmisi tenaga listrik mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuan untuk berfungsi sebagai bagian dari sistem tenaga, yaitu resistansi, induktansi, kapasitansi, dan konduktansi. Keempat parameter saluran transmisi tersebut merata disepanjang saluran transmisi. Parameter-parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap tegangan bus dan aliran daya yang mengalir pada saluran tersebut.



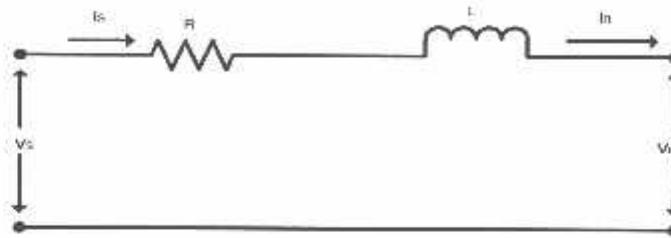
Gambar 2.1.  
Rangkaian Setara Saluran Transmisi<sup>[4]</sup>

Menurut panjangnya, saluran transmisi dapat dikasifikasikan menjadi 3 golongan, yaitu :

1. Saluran transmisi pendek, adalah saluran yang panjangnya  $< 80$  km.
2. Saluran transmisi menengah, adalah saluran yang panjangnya 80-240 km.
3. Saluran transmisi panjang, adalah saluran yang panjangnya  $> 240$  km.

### 2.2.1. Saluran Transmisi Pendek

Rangkaian ekuivalen untuk saluran transmisi pendek diperlihatkan pada gambar 2.2 dimana  $I_S$  dan  $I_R$  merupakan arus pada ujung pengiriman dan ujung penerimaan. Sedangkan  $V_S$  dan  $V_R$  adalah tegangan saluran terhadap netral pada ujung pengiriman dan ujung penerimaan.



Gambar 2.2.  
Rangkaian Setara Saluran Transmisi Pendek<sup>[4]</sup>

Karena tidak ada cabang paralel (shunt), arus pada ujung-ujung pengiriman dan penerimaan akan sama besar :

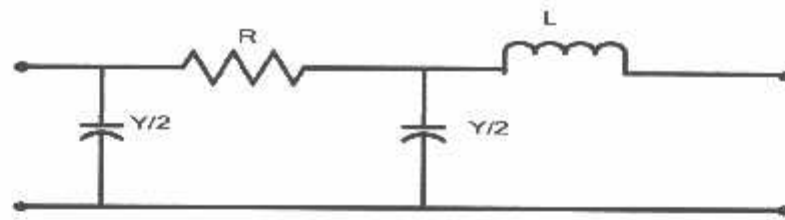
$$I_S = I_R \dots\dots\dots(2.1.)$$

Bila kondisi tegangan pada ujung penerima diketahui, maka tegangan pada ujung sisi kirim adalah :

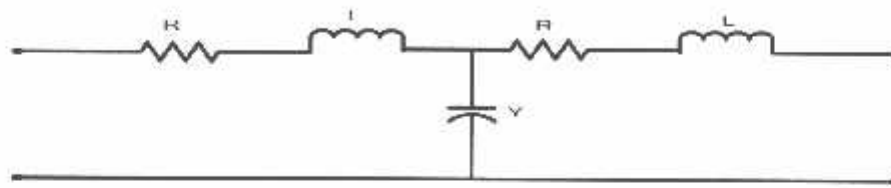
$$V_S = V_R + I \dots\dots\dots(2.2.)$$

### 2.2.2. Saluran Transmisi Menengah

Bertambahnya saluran menyebabkan kapasitansi shunt bertambah besar dan tidak dapat diabaikan. Saluran transmisi jarak menengah pada umumnya digambarkan dengan rangkaian  $\pi$  pada atau rangkaian T, dapat dilihat pada gambar 2.3(a) dan gambar 2.3(b). Dari dua versi ini rangkaian  $\pi$  lebih umum dipakai dari pada rangkaian T.



(a) Rangkaian Ekivalen  $\pi$



(b) Rangkaian Ekivalen T

Gambar 2.3.  
Rangkaian Setara Saluran Transmisi Menengah<sup>[4]</sup>

Untuk rangkaian  $\pi$  berlaku :

$$V_s = \left[ \frac{ZY}{2} + 1 \right] V_R + Z I_R \dots\dots\dots(2.3.)$$

$$I_s = \left[ \frac{ZY}{4} + 1 \right] Y V_R + \left[ \frac{ZY}{2} + 1 \right] I_R \dots\dots\dots(2.4.)$$

Untuk rangkaian T berlaku :

$$V_s = \left[ \frac{ZY}{2} + 1 \right] V_R + \left[ \frac{ZY}{4} + 1 \right] Z I_R \dots\dots\dots(2.5.)$$

$$I_s = Y V_R + \left[ \frac{ZY}{2} + 1 \right] I_R \dots\dots\dots(2.6.)$$

Dimana :

- $V_s$  dan  $I_s$  = Tegangan dan Arus sisi kirim
- $V_R$  dan  $I_R$  = Tegangan dan Arus sisi terima
- $Z$  = Impedansi seri total saluran transmisi
- $Y$  = Admitansi shunt total saluran

### 2.2.3. Saluran Transmisi Panjang

Pada saluran panjang parameter-parameter saluran tidak terpusat menjadi satu, melainkan tersebar merata diseluruh panjang saluran, dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4.

Diagram Skema Saluran Transmisi Panjang<sup>[4]</sup>

Persamaan tegang dan arus pada setiap titik sepanjang saluran transmisi dengan jarak  $x$  dari ujung sisi terima dapat ditulis sebagai berikut :

$$V = \frac{V_R + I_R Z_C}{2} e^{yx} + \frac{V_R - I_R Z_C}{2} e^{-yx} \dots\dots\dots(2.7.)$$

$$I = \frac{V_R + I_R}{Z_C} e^{yx} + \frac{V_R - I_R}{Z_C} e^{-yx} \dots\dots\dots(2.8.)$$

Persamaan untuk saluran transmisi panjang dapat ditulis dalam bentuk hiperbola sebagai berikut :

$$V(x) = V_R \cosh \tau x + I_R Z_C \sinh \tau x \dots\dots\dots(2.9.)$$

$$I(x) = I_R \cosh \tau x + \frac{V_R}{Z_C} \sinh \tau x \dots\dots\dots(2.10.)$$

Dimana :

$$\tau = \text{Konstanta rambatan pada saluran} = \sqrt{ZY}$$

$$Z_C = \text{Impedansi karakteristik saluran} = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$$

### 2.3. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik

Dalam sistem tenaga listrik, pembangkit-pembangkit tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga listrik sesuai dengan permintaan beban listrik yang ada. Hal yang harus diperhatikan adalah kondisi sistem yang tetap konstan, dalam hal ini tegangan dan frekwensi harus tetap konstan karena berhubungan dengan daya. Daya listrik yang dibangkitkan dikenal dengan istilah:

#### 2.3.1 Daya aktif (*Active power*)

Secara umum daya aktif dinyatakan oleh persamaan :

$$P = [ V ] [ I ] \cos \varphi \dots\dots\dots (2.11.)$$

Dimana :

V dan I nilai efektifnya.

P adalah daya rata-rata yang disebut juga daya aktif.

#### 2.3.2 Daya Reaktif (*Reactive power*)

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif ( KVAR ).

Persamaan daya reaktif adalah :

$$Q = [ V ] [ I ] \sin \varphi \dots\dots\dots (2.12.)$$

Dua macam daya reaktif yaitu : daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya memiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja, tetapi tersimpan dalam bentuk energi magnetis atau energi kapasitif.

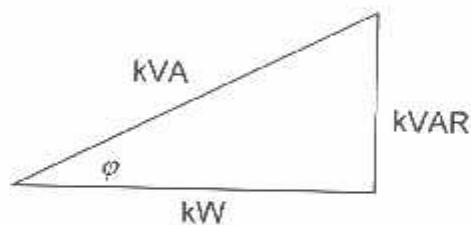
Daya reaktif induktif adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan oleh alat-alat seperti motor induksi, transformator dan sebagainya.

### 2.3.3. Daya Semu ( *Apparent power* )

Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif.

Selain diatas dikenal juga istilah faktor daya (*power factor*) adalah perbandingan antara daya aktif dan daya semu, sehingga dapat dirumuskan pada persamaan berikut :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{kW}{kVA} \dots\dots\dots(2.13.)$$



Gambar 2.5.  
Representasi Segitiga Daya<sup>[2]</sup>

Dimana :

- $\cos \varphi$  = Faktor daya
- KW = Daya aktif
- KVA = Daya semu
- KVAR = Daya reaktif

#### 2.4. Sistem Per-Unit<sup>[4]</sup>

Untuk memudahkan proses perhitungan, dalam sistem tenaga listrik digunakan sistem Per-Unit (pu).

$$\text{Besaran Per-Unit} = \frac{\text{Besaran sebenarnya}}{\text{Besaran dasar}} \dots\dots\dots(2.14.)$$

Rumus-rumus yang digunakan untuk penentuan arus dasar dan impedansi dasar adalah :

➤ Untuk data 1 phasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 fasa}}{\text{kV dasar L - N}} \dots\dots\dots(2.15.)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 10^{-3}}{\text{kVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.16.)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.17.)$$

➤ Untuk data 3 fasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 3 fasa}}{\sqrt{3} \text{ kV dasar L - L}} \dots\dots\dots(2.18.)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - L})^2 \times 10^{-3}}{\text{kVA dasar 3 fasa}} \dots\dots\dots(2.19.)$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - L})^2}{\text{MVA dasar 3 fasa}} \dots\dots\dots(2.20.)$$

Dalam persamaan di atas nilai-nilai besaran diberikan untuk rangkaian satu fasa. Jadi tegangannya adalah tegangan antara fasa dengan tanah dan daya setiap fasa.

Setelah besaran-besaran dasar telah ditentukan maka besaran-besaran itu dinormalisasikan terhadap besaran dasar. Dengan demikian impedansi per satuan dari suatu elemen rangkaian didefinisikan sebagai berikut :

$$Z = \frac{\text{Impedansi sebenarnya } Z (\Omega)}{\text{Impedansi dasar } Z_d} \dots\dots\dots(2.21.)$$

### 2.5 Mengubah Dasar Sistem Per-Unit

Kadang-kadang impedansi per-unit untuk suatu komponen dari suatu sistem dinyatakan menurut dasar yang berbeda dengan dasar yang dipilih untuk bagian dari sistem dimana komponen tersebut berada. Karena semua impedansi dalam bagian manapun dari suatu sistem harus dinyatakan dengan dasar impedansi yang sama, maka dalam perhitungannya kita perlu mempunyai cara untuk dapat mengubah impedansi per-unit dari suatu dasar ke dasar yang lain. Dengan mensubstitusikan impedansi dasar yang diberikan dalam persamaan (2.17.) dan (2.20.) ke dalam persamaan (2.21.) maka diperoleh:

$$Z_u = \frac{(\text{Impedansi sebenarnya, } \Omega) \cdot (\text{MVA dasar})}{(\text{Tegangan dasar, kV})^2} \dots\dots\dots(2.22.)$$

Persamaan (2.22.) memperlihatkan bahwa impedansi per-unit berbanding lurus dengan MVA dasar serta berbanding terbalik dengan kuadrat tegangan dasar. Untuk mengubah dari impedansi per-unit menurut suatu dasar yang diberikan menjadi impedansi per-unit menurut suatu dasar yang baru, dapat dipakai persamaan berikut:



$$Z_{baru} \text{ per-unit} = Z_{diberikan} \text{ per-unit} \left( \frac{kV_{diberikan} \text{ dasar}}{kV_{baru} \text{ dasar}} \right)^2 \times \left( \frac{MVA_{baru} \text{ dasar}}{MVA_{diberikan} \text{ dasar}} \right) \dots\dots\dots (2.23.)$$

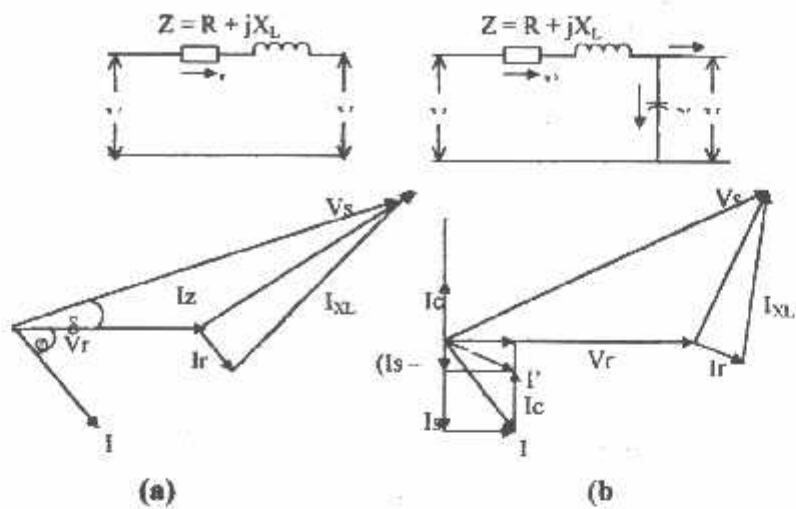
Persamaan ini tidak ada hubungannya dengan pemindahan nilai impedansi dalam ohm dari salah satu sisi transformator ke sisi yang lain.

## 2.6 Kapasitor Shunt

Kapasitor shunt adalah kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan saluran transmisi untuk kompensasi daya reaktif yang dilengkapi alat penghubung dan pemutus secara otomatis. Hal ini bertujuan agar kapasitor tersebut dapat terhubung dengan sistem pada saat – saat tertentu sesuai dengan besarnya kVar yang dibutuhkan, sehingga pada saat beban induktif pada titik terendah sistem tidak terjadi kelebihan daya reaktif kapasitif yang dihasilkan oleh kapasitor daya. Dengan memperhatikan besarnya variasi beban dalam sistem transmisi, maka kapasitor digunakan untuk mengurangi jatuh tegangan di sepanjang saluran dan memperbaiki faktor daya.

## 2.7. Perbaikan Tegangan

Pemakaian kapasitor shunt dalam sistem tenaga listrik selain untuk perbaikan faktor daya juga bertujuan untuk menaikkan tegangan. Dan vektor dapat dilihat pada gambar 4, sebagai berikut :



Gambar 2.6  
 Vektor Diagram sebelum (a) dan Sesudah(b) pemasangan kapasitor *shunt* pada jaringan<sup>[3]</sup>

Kerugian jaringan disebabkan arus beban I sebelum kapasitor dipasang :

$$E = RI_r + X_L I \dots \dots \dots (2.24)$$

Kerugian tegangan setelah kapasitor dipasang :

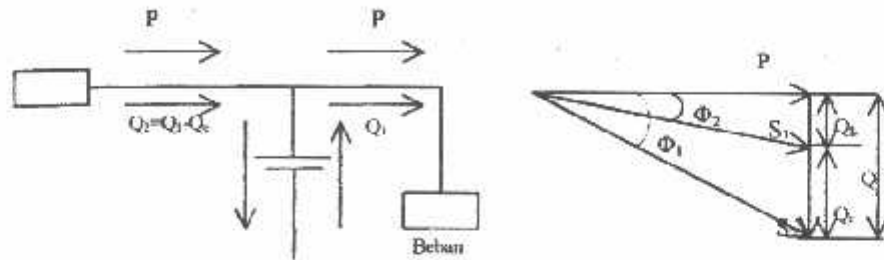
$$E = RI_r + X_L I - X_C I_c \dots \dots \dots (2.25)$$

### 2.8. Perbaikan Faktor Daya dan Kenaikan Kapasitas Sistem

Manfaat terbesar yang diperoleh perbaikan faktor daya berasal dari pengurangan daya reaktif dalam sistem. Hal ini menghasilkan pengurangan biaya pemakaian daya yang lebih rendah, kenaikan kapasitas sistem, perbaikan tegangan dan pengurangan rugi-rugi dalam sistem. Satu-satunya jalan untuk memperbaiki faktor daya adalah mengurangi daya reaktif di jaringan, jika komponen arus reaktif dapat dikurangi, maka total arus akan berkurang sedangkan komponen daya aktif tidak berubah, maka faktor daya akan lebih besar sebagai akibat

berkurangnya daya reaktif. Faktor daya akan mencapai 100% jika komponen daya reaktif sama dengan nol (0).

Dengan menambah kapasitor, daya reaktif Q akan berkurang, gambar 5 menunjukkan perbaikan faktor daya pada sistem, kapasitor mensuplai daya reaktif ke beban.



Gambar 2.7  
Perbaikan Faktor Daya<sup>[3]</sup>

Diasumsikan bahwa beban disuplai oleh daya nyata P, daya reaktif (*lagging*) Q dan daya semu S, pada faktor daya tertinggal  $\cos \theta$

$$\cos \theta = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(2.26)$$

Bila suatu kapasitor  $Q_c$  kVAR dipasang pada beban, faktor daya dapat diperbaiki dari  $\cos \theta_1$  menjadi  $\cos \theta_2$  dimana :

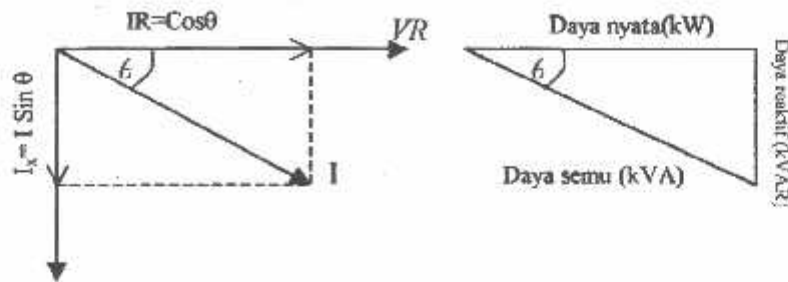
$$\cos \theta = \frac{P}{S_1}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_c)^2}} \dots\dots\dots(2.27)$$

## 2.9. Perhitungan Pengaruh Perbaikan Faktor Daya

Diagram phase dari dua komponen arus nyata itu arus aktif dan reaktif dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



Gambar 2.8  
Diagram Fasor dan Sudut Daya Beban Transmisi<sup>[3]</sup>

Penjumlahan secara vektor dari arus aktif dan reaktif menghasilkan arus total yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 I = \text{ arus semu} &= \sqrt{(\text{ arus aktif})^2 + (\text{ arus reaktif})^2} \\
 &= \sqrt{(I \cos \theta)^2 + (I \sin \theta)^2} \dots\dots\dots(2.28)
 \end{aligned}$$

pada suatu tegangan V daya aktif, daya reaktif dan daya nyata adalah sebanding dengan arus, dimana hubungannya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya semu (kVA)} &= \sqrt{(\text{Daya aktif})^2 + (\text{Daya Re aktif})^2} \\
 (VI) &= \sqrt{(VI \cos \theta)^2 + (VI \sin \theta)^2} \dots\dots\dots(2.29)
 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya aktif}}{\text{Daya semu}} = \frac{kW}{kVA}$$

$$\text{Daya Aktif} = \text{Daya semu} * \text{Faktor daya}$$

$$kW = kVA * \text{Faktor daya}$$

$$kW = kVA \cos \theta$$

**BAB III**  
**ANALISA ALIRAN DAYA DAN *SIMULATED ANNEALING***

**3.1. Analisa Aliran Daya<sup>[2]</sup>**

Dalam melayani beban yang dibutuhkan oleh konsumen dan pengoperasian tenaga listrik perlu menganalisa aliran daya, sehingga sistem yang dioperasikan dapat memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomisnya. Dalam analisa aliran daya dilakukan perhitungan terhadap tegangan, arus, daya aktif dan reaktif yang terdapat dalam berbagai titik dalam jala-jala jaringan transmisi tenaga listrik.

Tujuan dari analisa aliran daya adalah:

1. Mencari harga magnitude tegangan  $|v|$  dan sudut fasa tegangan  $\delta$  bus beban.
2. Mencari besar daya reaktif  $Q$  dan sudut fasa tegangan  $\delta$  dari generator bus.
3. Untuk mengetahui besar daya aktif dan daya reaktif pada bus slack.
4. Untuk mengetahui apakah semua peralatan pada sistem memenuhi batas-batas yang telah ditetapkan untuk operasi penyaluran daya.
5. Untuk mengetahui kondisi awal pada perencanaan sistem yang baru.
6. Untuk menentukan besar daya yang mengalir disetiap saluran jaringan tenaga listrik.

### 3.1.1. Klasifikasi Bus

Pada setiap bus dari jaringan terdapat parameter-parameter yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), besar tegangan  $|v|$  dan sudut fasa tegangan  $\delta$ .

Dengan melihat parameter diatas setiap bus dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian:

#### 1. Bus Beban (PQ) atau *Load Bus*

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk beban dimana P daya aktif dan Q daya reaktif diketahui, sementara  $|v|$  dan  $\delta$  berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu  $|v|$  dan  $\delta$  harus dicari.

#### 2. Bus Generator (PV)

Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkitan dimana  $|v|$  diatur menggunakan regulator tegangan dan P diatur dengan governor. Sehingga untuk bus ini P dan  $|v|$  diketahui sementara itu Q (daya reaktif) dan  $\delta$  (sudut fasa) dicari.

#### 3. Bus Slack

Pada bus ini  $|v|$  dan  $\delta$  sudah ditentukan besarnya sementara P dan Q dihitung. Biasanya nilai  $|v|$  adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan  $\delta$  berharga nol, karena itu fasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

Daya total yang mengalir pada setiap bus dituliskan sebagai berikut :

$$S_k = P_k + jQ_k = V_k^* I_k \dots\dots\dots (3.1)$$

Atau

$$P_k + jQ_k = V_k^* \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \dots\dots\dots (3.2)$$

Dari persamaan  $V_k = v_k + j\delta_k$  dan  $Y_{kll} = G_{kll} - jB_{kll}$ , maka persamaan 3.2, menjadi :

$$P_k + jQ_k (v_k + j\delta_k) \sum_{n=1}^N (G_{kln} - jB_{kln})(V_n + j\delta_n) \dots\dots\dots (3.3)$$

Bila dituliskan dalam bentuk real dan imajiner maka persamaan di atas menjadi :

$$P_k = \sum_{n=1}^N \{v_k (v_n G_{kn} + \delta_k B_{kn}) + \delta_k (\delta_n G_{kn} - v_n B_{kn})\} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$Q_k = \sum_{n=1}^N \{\delta_k (v_n G_{kn} + \delta_n B_{kn}) - v_k (\delta_n G_{kn} - v_n B_{kn})\} \dots\dots\dots (3.5)$$

### 3.1.2 Metode Newton Rapshon

Proses yang dilakukan adalah membandingkan antara daya yang ditempatkan berdasarkan data ( $P_{k, \text{ sched}}$  dan  $Q_{k, \text{ sched}}$ ) dengan daya hasil perhitungan ( $P_{k, \text{ calc}}$  dan  $Q_{k, \text{ calc}}$ ). Selisih daya yang diterapkan dan perhitungan ( $\Delta P_k$  dan  $\Delta Q_k$ ) dihitung dengan persamaan :

$$\Delta P_k = P_{k, \text{ sched}} - P_{k, \text{ calc}} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\Delta Q_k = Q_{k, \text{ sched}} - Q_{k, \text{ calc}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Selisih daya diatas digunakan untuk menghitung nilai perubahan parameter tegangan bus, yaitu  $\Delta |V_i|$  dan  $\Delta \delta_k$ , dengan menggunakan elemen jacobian, sehingga koreksi terhadap nilai parameter tegangan yang telah ditetapkan nilai awal sebelumnya. Elemen Jacobian sendiri merupakan turunan parsial P dan Q terhadap masing-masing variabel pada persamaan (3.4.) dan (3.5.), yang dalam bentuk matriks dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \dots \\ \Delta P_{n-1} \\ \Delta Q_1 \\ \dots \\ \Delta Q_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial P_1}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial P_1}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial P_1}{\partial \delta_{n-1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \delta_{n-1}} \\ \frac{\partial Q_1}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial Q_1}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial Q_1}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial Q_1}{\partial \delta_{n-1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \delta_{n-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta v_1 \\ \dots \\ \Delta v_{n-1} \\ \Delta \delta_1 \\ \dots \\ \Delta \delta_{n-1} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta v \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.8.)$$

Dimana elemen-elemen jacobian dapat dihitung dengan menurunkan persamaan-persamaan (3.4.) dan 3.5.).

Perubahan nilai tegangan bus dijumlahkan dengan nilai tegangan bus sebelumnya, yang kemudian nilai tegangan bus terbaru ini digunakan untuk menghitung kembali daya  $P_{k, calc}$  dan  $Q_{k, calc}$  menurut persamaan 3.4.) dan (3.5.). Proses ini berulang, yang disebut iterasi hingga mencapai kondisi dimana nilai perubahan daya  $\Delta P$  dan  $\Delta Q$  konvergen mencapai suatu nilai minimum yang telah ditentukan (berkisar 0,001 hingga 0,0001 pu).

### 3.2 Simulated Annealing<sup>[11]</sup>

*Simulated Annealing* (SA), secara independen diperkenalkan oleh *Kirkpatrick, Gela dan Vecchi* pada tahun 1982;1983 dan *Cerny* pada tahun 1985. *Simulated Annealing* secara fisika, mengacu pada proses pemanasan benda padat



pada temperatur yang tinggi kemudian diikuti oleh pendinginan yang dicapai dengan menurunkan temperatur secara bertahap. Pada masing-masing langkah, temperatur dipertahankan konstan dengan periode waktu yang cukup agar benda padat mencapai keseimbangan panas.

Kriteria penerimaan untuk suatu keadaan pada masing-masing perulangan, dimana suatu kandidat solusi dihasilkan. Kriteria ini dirangkum sebagai berikut :

- Keadaan dengan suatu solusi lebih rendah (baik) akan diterima.
- Keadaan dengan suatu solusi lebih tinggi (jelek) akan diterima secara terbatas dengan kemungkinan  $Pr(\Delta)$ . Pernyataan dari kemungkinan penerimaan yang sekarang ini memakai persamaan sebagai berikut :

$$Pr(\Delta) = [1/\{1 + \exp (\Delta/T)\}]$$

Dimana :

$\Delta$  adalah jumlah penurunan antara solusi lama dengan solusi baru,  $T$  adalah temperatur dimana solusi baru dihasilkan.

### 3.3 Rugi Daya Aktif

Total rugi daya diminimalisasi dengan persamaan :

$$f_1(z) = \sum_{j=1}^{n_b} \sum_{k=1}^{n_b} [V_k^2 g_{kj} - V_k V_j (g_{kj} \cos \theta_{kj} + b_{kj} \sin \theta_{kj})] \dots \dots \dots (3.9.)$$

dimana.:  $n_b$  adalah jumlah total bus – bus dalam sistem

$V_k, \theta_k$  adalah tegangan *magnitude* dan sudut tegangan pada bus  $k$

$g_{kj}, b_{kj}$  masing-masing merupakan konduktansi dan suseptansi pada saluran transmisi antara bus  $k$  dengan bus  $j$

$$\theta_{kj} = \theta_k - \theta_j$$

### 3.3.1 Biaya Investasi untuk Sumber – sumber Var

Biaya investasi ditentukan dengan persamaan :

$$f_2(\omega) = \sum_{i \in E} (d_i + s_c q_{ci} + s_r q_{ri}) r_i \dots\dots\dots(3.10.)$$

dimana :

$E$  merupakan serangkaian bus-bus potensial yang dibutuhkan untuk memperluas sumber-sumber reaktif

$d_i$  : biaya pemasangan dari bus  $i$

$r_i$  : rentang variabel 0-1;  $r_i = 1$  jika bus  $i$  dipilih untuk ekspansi  $VAR$ , dan  $r_i = 0$  apabila sebaliknya.

$q_{ci}, q_{ri}$  : kompensasi kapasitif dan induktif yang ditambahkan, keduanya adalah bilangan bulat.

$s_{cb}, s_{r}$  : biaya satuan kapasitor dan  $s_{r}$  biaya satuan reactor.

$\omega$  adalah vektor variabel ekspansi yang menentukan apakah sumber  $VAR$  itu terpasang atau tidak, dan mengidentifikasi tipe-tipe dan ukuran-ukuran sumber-sumber  $VAR$ .

### 3.3.2 Deviasi Tegangan

Deviasi tegangan dari tiap bus beban harus sekecil mungkin sehingga dapat menghasilkan performa indek tegangan yang baik. Indek deviasi tegangan didefinisikan dengan persamaan :

$$f_3(z) = \max_{k \in \Omega} |V_{kr} - V_k| \dots\dots\dots(3.11.)$$

dimana  $\Omega$  merupakan rangkaian dari semua bus-bus beban (*load bus*), dan  $V_k$  merupakan tegangan spesifik yang ideal pada bus  $k$  yang biasanya diset pada 1 p.u.

### 3.3.3 Batasan Pembebanan

Batasan-batasan beban yang berada dalam bentuk padat merupakan keseimbangan daya nyata dan reaktif dalam persamaan arus beban :

$$L(z) = 0 \dots\dots\dots( 3.12.)$$

### 3.3.4 Batasan Operasi

Vektor variabel  $z$  yang beroperasi didefinisikan sebagai :

$$z = (P_{Gi} : Q_{Gi} : V_i : \theta_i : t_k) \dots\dots\dots( 3.13.)$$

$$i = 1, 2, \dots, n_b; k = 1, 2, \dots, n_t$$

Dimana :

$t_k$  merupakan tap rasio yang bisa dikontrol dari transformator ke- $k$ ;

$n_t$  merupakan jumlah total dari perubahan-perubahan tap setting tranformator.

$P_{Gi}$  dan  $Q_{Gi}$  merupakan pembangkitan daya aktif dan reaktif pada bus  $i$ .

Batasan-batasan ini dapat diringkas dalam bentuk tersusun sebagaimana ditunjukkan dalam :

$$T_k^{\min} \leq T_k \leq T_k^{\max} \quad k = 1, 2, \dots, n_t$$

$$P_{Gi}^{\min} \leq P_{Gi} \leq P_{Gi}^{\max} \quad i = 1, 2, \dots, n_b$$

$$Q_{Gi}^{\min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi}^{\max} \quad i = 1, 2, \dots, n_b \dots\dots\dots( 3.14.)$$

$$S_j \leq |S_j| \leq S_j^{\max} \quad j = 1, 2, \dots, n_t$$

$$G(z) \leq 0$$

Dimana  $n_i$  merupakan jumlah total saluran transmisi dan  $S_i$  merupakan aliran daya pada saluran ke- $i$ .

### 3.3.5 Batasan Ekspansi

Batasan ekspansi adalah batas baru pada sumber VAR yang akan dipasang.

Batasan variabel vektor ekspansi ( $\omega$ ) adalah :

$$\begin{aligned} 0 \leq q_{ri} &\leq q_{ri}^{\max} \\ 0 \leq q_{ci} &\leq q_{ci}^{\max}, i \in E \end{aligned}$$

Batasan tersebut dapat diringkaskan menjadi :

$$\mathbf{R}(\omega) \leq \dots\dots\dots(3.15.)$$

### 3.4 Formulasi Permasalahan

Fungsi *objective* rugi daya, biaya pemasangan dan deviasi tegangan akan dibahas pada proposal ini. Rugi daya dapat dikonversikan ke dalam sebuah biaya dengan faktor \$/kWh. Biaya investasi dan deviasi tegangan dapat dikombinasikan secara linear menjadi sebuah fungsi *objective* yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$K_i D_i f_1(z) - f_2(\omega) \dots\dots\dots(3.16.)$$

dimana :  $D_i$  adalah durasi waktu oprasi sistem.

Permasalahan *multi-objective* dapat dirumuskan secara matematis dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \min_{z \in \mathcal{P}} K_e D_i f_1(z) + f_2(\omega) \\ \min_{z \in \mathcal{P}} f_3(z) \end{aligned} \dots\dots\dots(3.17.)$$

### 3.5 Permasalahan Optimasi *Multi-objective* Secara Umum

Permasalahan *multi-objective* ( MO ) secara umum berdasarkan pada persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \min_{z \in \mathcal{Z}} f^i(z) = [f_1(z), f_2(z), \dots, f_m(z)] \\ G(z) \leq 0 \end{aligned} \dots\dots\dots(18)$$

Bagian ini mengajukan sebuah algoritma solusi untuk perencanaan sumber VAR multi-objektif untuk menentukan; pertama, lokasi pada mana sumber-sumber VAR itu dipasangkan; kedua, tipe-tipe dan ukuran sumber-sumber VAR yang akan dipasangkan; dan akhirnya, setting sumber-sumber VAR pada kondisi pembebanan.

## BAB IV

### OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI OBJECTIVE VAR* MENGGUNAKAN ALGORITMA *TWO – LAYER SIMULATED ANNEALING*

#### 4.1. Program Komputer Penempatan *Multi Objective VAR* Menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing*

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 dengan sistem operasi Windows XP profesional dan diaplikasikan pada komputer Pentium IV 2.26 GHz dengan memori 256 Mb.

#### 4.2. Algoritma Program

##### 4.2.1. Algoritma Aliran Daya Newton Raphson<sup>[4]</sup>

1. Bentuk matriks admitansi bus : $[Y_{bus}]$
2. Penetapan harga awal tegangan dan sudut fasa untuk semua bus kecuali bus slack  $[V_i(0), \delta(0)]$
3. Menentukan nomor iterasi awal,  $k=0$
4. Menghitung injeksi daya aktif dan reaktif pada setiap bus dengan persamaan kecuali bus slack
5. Menghitung selisih daya yang dijadwalkan dengan injeksi daya bus dari perhitungan
6. Menentukan perubahan maksimum pada daya aktif dan daya reaktif
7. Membandingkan apakah selisih daya sudah sama atau lebih kecil dari  $\epsilon$

8. Jika “ya” hitung daya aktif dan reaktif, tegangan dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, serta aliran daya pada saluran dan perhitungan selesai, jika “tidak” lanjutkan ke langkah berikutnya
9. Membentuk elemen matriks Jacobian
10. Menghitung faktor koreksi tegangan dan sudut fasa setiap bus kecuali bus slack dan bus generator
11. Menghitung nilai tegangan dan sudut fasa yang baru
12. Mengganti nilai sudut fasa yang lama dengan sudut fasa yang baru, tegangan yang lama dengan tegangan yang baru
13. Perhitungan dilanjutkan ke langkah 4 dengan nilai iterasi yang baru sampai hasil yang didapatkan konvergen.

#### **4.2.2. Algoritma untuk *Multi-objective* penempatan VAR <sup>[1]</sup>**

##### **4.2.2.1. Algoritma *Outer Layer***

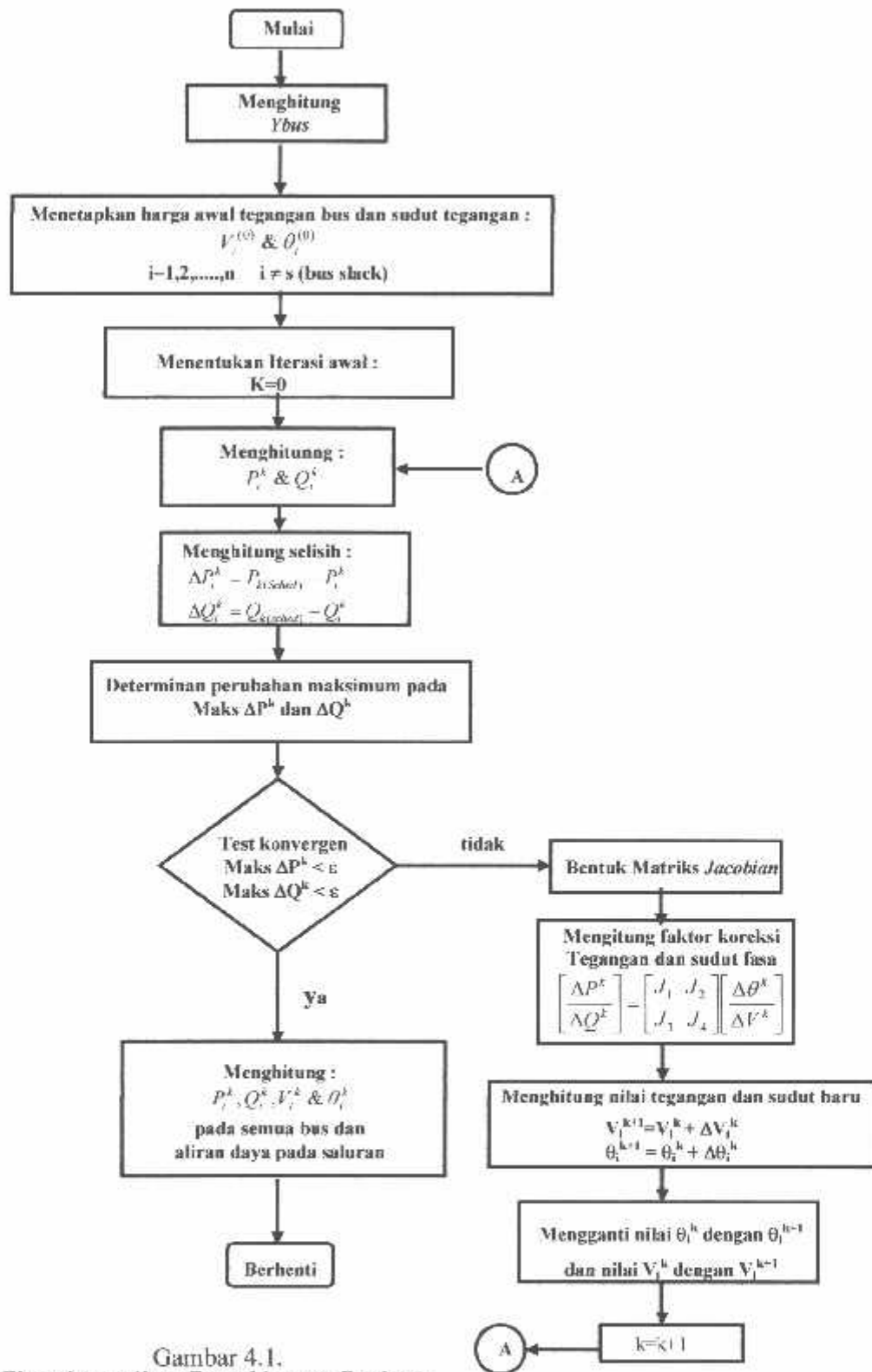
1. Mulai
2. Baca Data : Pembangkitan, Pembebanan, Saluran transmisi.
3. Menentukan Poin keputusan
4. Masukkan Parameter layer luar SA.
5. Hitung *Objective function*
6. Proses *Inner Layer SA*
7. Apakah memenuhi kriteria berhenti ?
  - “ Ya “, ke langkah selanjutnya.
  - “ Tidak “, kembali ke langkah 5
8. Cetak hasil
9. Selesai

#### 4.2.2.2. Algoritma *Inner Layer*

1. Mulai
2. Memasukkan Parameter *Inner Layer* SA
3. Apakah *Inner Layer* Dijalankan Terlebih dahulu ?
  - “ Ya “, Mengeset temperatur tinggi
  - “ Tidak “, Mengeset temperatur Rendah.
4. Menghasilkan Konfigurasi baru
5. Hitung *loadflow*
6. Hitung : *Cost function*
7. Turunkan temperatur
8. Menghasilkan konfigurasi baru
9. Hitung *loadflow*
10. Hitung : *Cost function*
11. Update konfigurasi sistem
12. Apakah sudah memenuhi kriteria berhenti ?
  - “ Ya “, Proses *Outer Layer*
  - “ Tidak “, Kembali menghasilkan konfigurasi baru



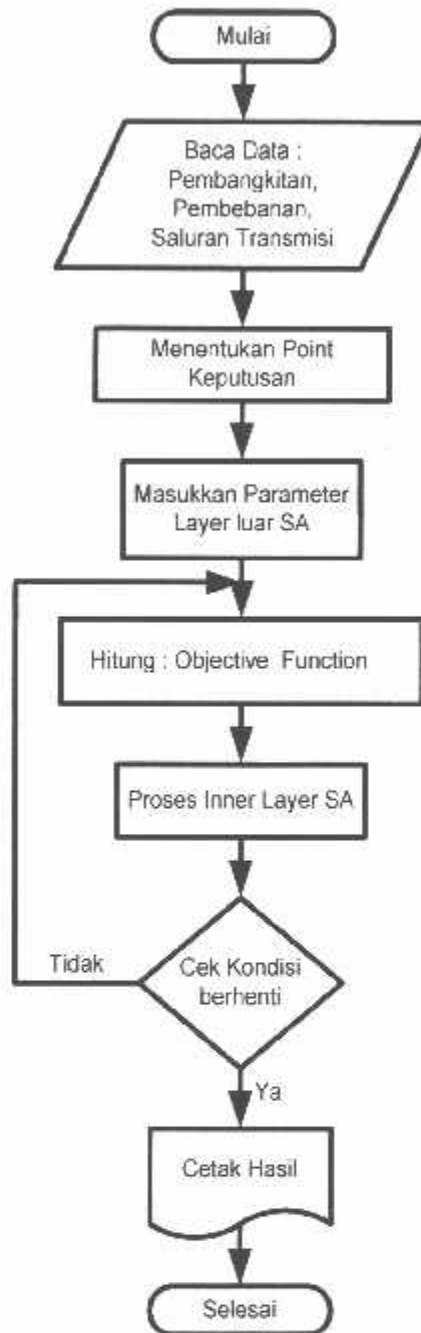
4.3. Flowchart Program  
 4.3.1. Flowchart Aliran Daya Newton Raphson



Gambar 4.1.  
 Flowchart Aliran Daya Newton Raphson

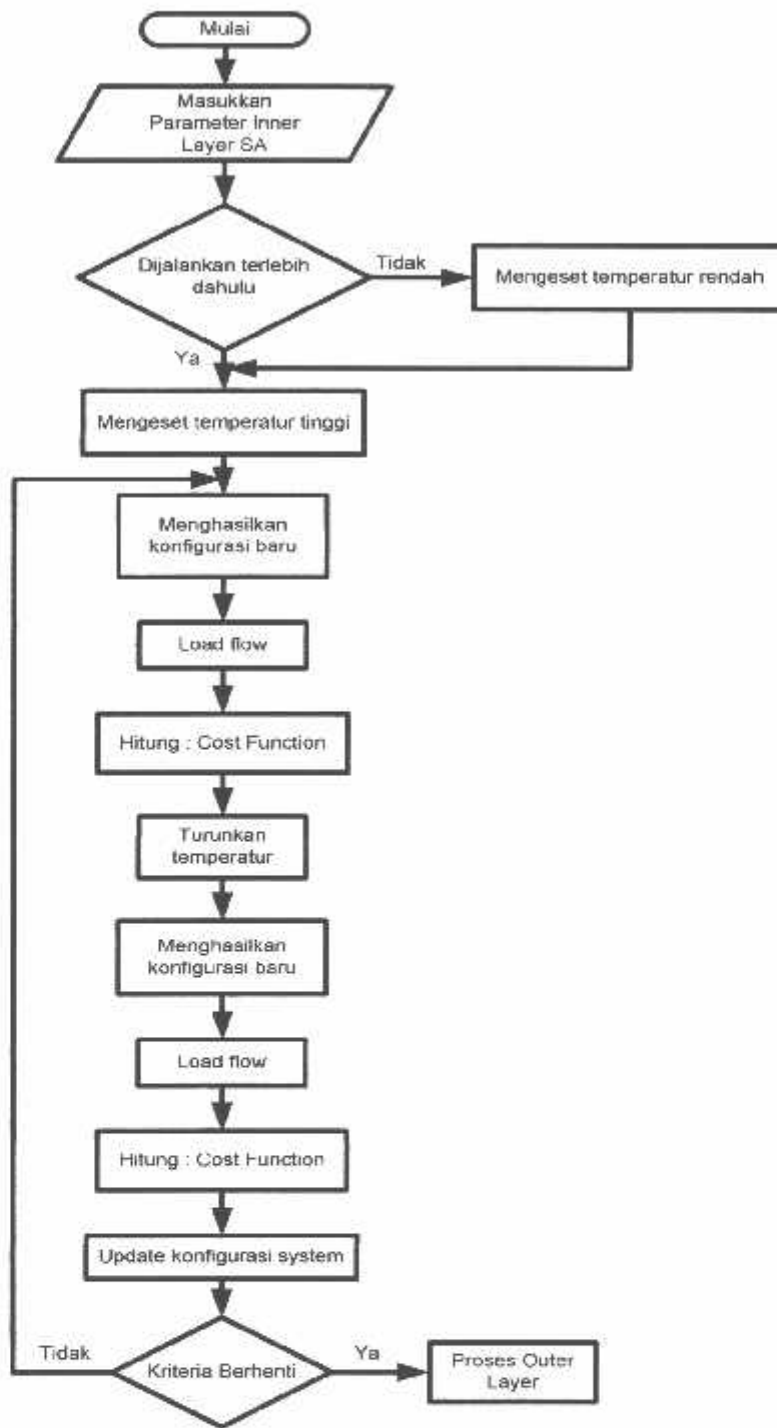
### 4.3.2. Multi-objective Penempatan Var

#### 4.3.2.1. Flowchart *Outer Layer*



Gambar 4.2.  
Flowchart *Outer Layer SA*

#### 4.3.2.2. Flowchart *Inner Layer*



Gambar 4.3.  
Flowchart *Inner Layer SA*

4.4. Validasi Data IEEE 30 Untuk Menyelesaikan Permasalahan Pencampatan  
*Multi – Obejctive Var Menggunakan Algoritma Two – Layer Simulated  
 Annealing*

4.4.1. Data IEEE 30 Bus

Tabel 4.1.  
 Data Generator dan Koefisien Biaya IEEE 30

No. Bus	a2	a1	a0	Pmin (MW)	Pmax (MW)	Qmin (MVAR)	Qmax (MVAR)
1	0,00375	2	0	50	200	-20	150
2	0,0175	1,75	0	20	80	-20	60
5	0,0625	1	0	15	50	-15	62
8	0,00834	3,25	0	10	35	-15	50
11	0,025	3	0	10	30	-10	40
13	0,025	3	0	12	40	-15	45

Tabel 4.2.  
 Data Bus IEEE 30

No. Bus	Tegangan		Pembangkitan		Pembebanan	
	Magnitude (pu)	Sudut (deg)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1,05	0	0	0	0	0
2	1,0338	0	57,56	0	27,7	12,7
3	1	0	0	0	2,4	1,2
4	1	0	0	0	7,6	1,6
5	1,058	0	24,56	0	94,2	19
6	1	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	22,8	10,9
8	1,023	0	35	0	30	30
9	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	5,8	2
11	1,0913	0	17,93	0	0	0
12	1	0	0	0	11,2	7,5
13	1,0883	0	16,91	0	0	0
14	1	0	0	0	6,2	1,6
15	1	0	0	0	8,2	2,5
16	1	0	0	0	3,5	1,8
17	1	0	0	0	9	5,8
18	1	0	0	0	3,2	0,9
19	1	0	0	0	9,5	3,4
20	1	0	0	0	2,2	0,7

21	1	0	0	0	17,5	11,2
22	1	0	0	0	0	0
23	1	0	0	0	3,2	1,6
24	1	0	0	0	8,7	6,7
25	1	0	0	0	0	0
26	1	0	0	0	3,5	2,3
27	1	0	0	0	0	0
28	1	0	0	0	0	0
29	1	0	0	0	2,4	0,9
30	1	0	0	0	10,6	1,9

Tabel 4.3.  
Data Saluran Impedansi IEEE 30

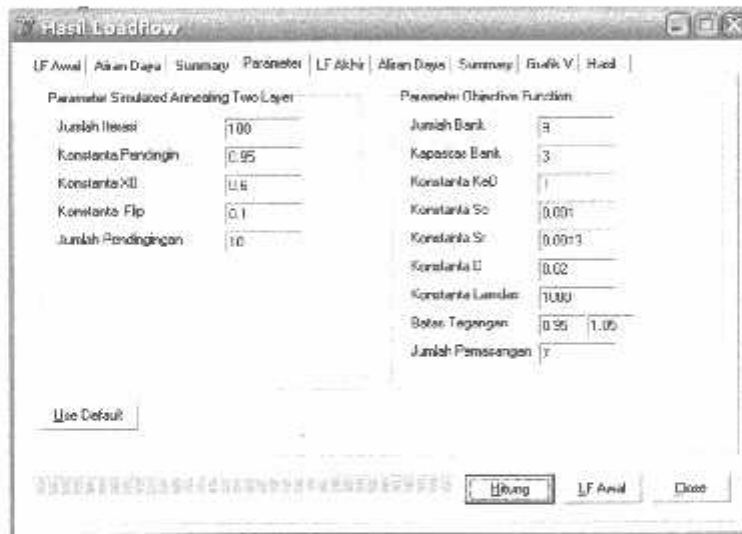
No. Saluran	Hubungan Bus	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	1-2	0,0192	0,0575	0,0264
2	1-3	0,0452	0,1852	0,0204
3	2-4	0,057	0,1737	0,0184
4	3-4	0,0132	0,0379	0,0042
5	3-5	0,0472	0,1983	0,0209
6	2-6	0,0581	0,1763	0,0187
7	4-6	0,0119	0,0414	0,0045
8	5-7	0,046	0,0102	0,0102
9	6-7	0,0267	0,082	0,0085
10	6-8	0,012	0,042	0,0045
11	6-9	0,000	0,208	0,0000
12	6-10	0,000	0,556	0,0000
13	9-11	0,000	0,208	0,0000
14	9-10	0,000	0,11	0,0000
15	4-12	0,000	0,256	0,0000
16	12-13	0,000	0,14	0,0000
17	12-14	0,1231	0,2559	0,0000
18	12-15	0,0602	0,1304	0,0000
19	12-16	0,0945	0,1987	0,0000
20	14-15	0,221	0,1997	0,0000
21	16-17	0,0824	0,1932	0,0000
22	15-18	0,107	0,2185	0,0000
23	18-19	0,0639	0,1292	0,0000
24	19-20	0,034	0,068	0,0000
25	10-20	0,0936	0,209	0,0000
26	10-17	0,0324	0,0845	0,0000
27	10-21	0,0348	0,0749	0,0000
28	10-22	0,0727	0,1499	0,0000
29	21-22	0,0116	0,0236	0,0000

30	15-23	0,1	0,202	0,0000
31	22-24	0,115	0,179	0,0000
32	23-24	0,132	0,27	0,0000
33	24-25	0,1885	0,3292	0,0000
34	25-26	0,2544	0,38	0,0000
35	25-27	0,1093	0,2087	0,0000
36	28-27	0	0,396	0,0000
37	27-29	0,2198	0,4153	0,0000
38	27-30	0,3202	0,6027	0,0000
39	29-30	0,2399	0,4533	0,0000
40	8-28	0,0636	0,2	0,0210
41	6-28	0,0169	0,0599	0,0065

#### 4.4.2. Hasil Validasi IEEE 30 Dengan Menggunakan Algoritma *Two – Layer*

##### *Simulated Annealing*

##### 1. Tampilan Parameter Validasi



Gambar 4.4  
Tampilan Parameter Validasi IEEE 30

Bus	Vol (pu)	ang (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Tap	Type Bus
1	1.05000	0.00000	137.741	-3.905	0.000	0.000	0.000	1
2	1.03300	-2.72907	76.960	0.218	21.700	12.700	0.000	2
3	1.03260	-6.63000	0.000	0.000	2.400	1.200	0.000	3
4	1.03007	-5.55507	0.000	0.000	7.000	1.600	0.000	3
5	1.00580	0.92204	24.560	15.858	94.200	19.000	0.000	2
6	1.02275	-6.41000	0.000	-17.000	0.000	6.000	0.000	3
7	1.01523	-6.16730	0.000	6.000	22.800	1.900	0.000	3
8	1.02300	-6.05005	37.000	8.280	30.000	0.300	0.000	2
9	1.04200	-6.16784	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
10	1.04478	-9.90410	0.000	0.000	5.800	2.000	0.190	3
11	1.09130	-5.32063	15.390	17.378	0.000	0.000	0.000	2
12	1.05104	-6.96787	0.000	3.000	11.200	7.500	0.000	3
13	1.06030	-7.57299	19.810	28.584	0.000	0.000	0.000	2
14	1.04530	-10.07757	0.000	3.000	5.200	1.600	0.000	3
15	1.04015	-10.30278	0.000	0.000	0.200	2.500	0.000	3

Gambar 4.5  
Hasil Load Flow Akhir

No	Bus	Jumlah	Kap (MVAR)
1	27	2	6
2	7	2	6
3	21	1	3
4	23	3	9
5	6	4	12
6	12	1	3
7	14	1	3

Kondisi Sebelum	Value
Cost Loss	6.85
Delta V max	0.09130

Kondisi Sesudah	Value
Cost Loss	5.76
Investment Cost	1,820.00
Delta V max	0.09130

Gambar 4.6  
Tampilan Hasil Validasi IEEE 30

Tabel 4.4  
Perbandingan Data Jurnal Dengan Hasil Pengujian

	Data Jurnal	Hasil Pengujian
	Rugi Daya (x 1000) MW	Rugi Daya (x 1000) MW
Sebelum Penempatan	0,006863	0,006859
Setelah Penempatan	0,006765	0,006761
Selisih (%)	1,42795	1,42878

Tabel 4.5  
Data IEEE Hasil Uji Validasi

No. Unit	No. Bus	Jumlah Kapasitor	Kapasitas ( MVAR )
1	6	-4	-12
2	7	2	6
3	12	-1	-3
4	14	1	3
5	21	1	3
6	23	3	9
7	27	2	6

Setelah dilakukan penempatan kapasitor maka diperoleh rugi daya aktif dari data IEEE 30 sebesar 6,761 MW sedangkan dari data Chen. Y.I. “ *Multi-objective Var planning for large scale power systems using two – layer simulated annealing algorithms* “, July 2004 diperoleh rugi daya aktif sebesar 6,765 MW.

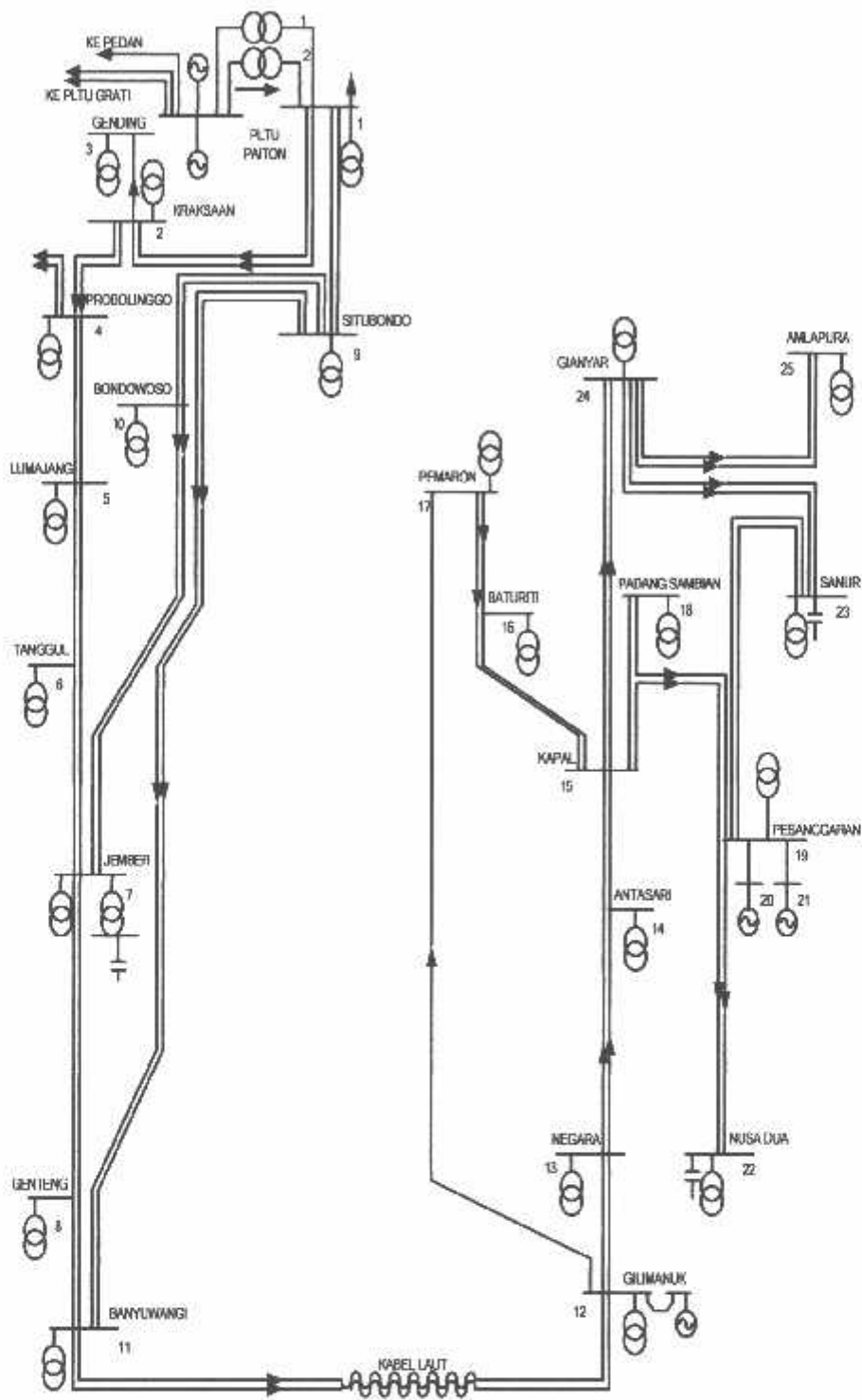
$$\%error = \frac{\text{hasil jurnal} - \text{hasil pengujian}}{\text{hasil jurnal}} \times 100\%$$

$$\%error = \frac{6,765 - 6,761}{6,765} \times 100\%$$

$$\%error = 0,05913 \%$$

Dari proses validasi di atas maka didapatkan *error* sebesar 0,05913 %.





Sumber : P.T. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

Gambar 4.7  
Diagram Segaris Jaringan Sistem Transmisi Listrik 150 kV Paiton-Bali

Tabel 4.6  
 Penomoran Bus 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali

No. Bus	Nama Bus
1	PAITON
2	KRAKSAAN
3	GENDING
4	PROBOLINGGO
5	LUMAJANG
6	TANGGUL
7	JEMBER
8	GENTENG
9	SITUBONDO
10	BONDOWOSO
11	BANYUWANGI
12	GILIMANUK
13	NEGARA
14	ANTASARI
15	KAPAL
16	BATURITI
17	PEMARON
18	PADANG SAMBIAN
19	PESANGGARAN
20	PLTD PESANGGARAN
21	PLTG PESANGGARAN
22	NUSADUA
23	SANUR
24	GIANYAR
25	AMPLAPURA

Sumber : PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

#### 4.5. Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali

Berdasarkan data dari PLN P3B maka dilakukan pengolahan data untuk mengubah dasar tegangan ke dalam pu. Serta perhitungan  $P_{load}$  dan  $Q_{load}$ .

Pada bus nomor 1, maka :

$$\text{Tegangan Dasar} = 150 \text{ kV}$$

$$\text{Tegangan Sebenarnya} = 155 \text{ kV}$$

$$\text{Tegangan (pu)} = \frac{\text{Tegangan sebenarnya}}{\text{Tegangan dasar}}$$

$$\text{Tegangan (pu)} = \frac{155}{150} = 1,033 \text{ pu}$$

$$P_{beban} = 13,2 + 26,1 = 39,30 \text{ MW}$$

$$Q_{beban} = 5,7 \text{ MVAR}$$

Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan seperti langkah di atas, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.7  
Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali  
Hari Senin, 19 Januari 2004 Pukul : 19:30 WIB

No.	Nama Bus	Tegangan	Pgenerator	Qgenerator	Pload	Qload	Tipe
		(pu)	(MW)	(MVAR)	(MW)	(MVAR)	
1	PAITON	1.033	-	-	39.3	7.9	1
2	KRAKSAN	-	-	-	14	6	3
3	GENDING	-	-	-	18	8.5	3
4	PROBOLINGGO	-	-	-	36.1	16.5	3
5	LUMAJANG	-	-	-	39	16.6	3
6	TANGGUL	-	-	-	22.5	9.7	3
7	JEMBER	-	-	50	62.2	30	3
8	GENTENG	-	-	-	41	21.3	3
9	SITUBONDO	-	-	-	23	5.9	3
10	BONDOWOSO	-	-	-	17.2	7	3
11	BANYUWANGI	-	-	-	37.8	18.7	3
12	GILIMANUK	0.995	99.9	-	5.4	2.7	2

13	NEGARA	-	-	-	11.9	4.4	3
14	ANTASARI	-	-	-	6.2	2.9	3
15	KAPAL	-	-	-	63.6	22.8	3
16	BATURITI	-	-	-	4.1	0.8	3
17	PEMARON	-	-	-	23.6	4.3	3
18	PDG SAMBIAN	-	-	-	16.4	7	3
19	PESANGGARAN	-	-	-	73.3	28.9	3
20	PLTD PSGRAN	0,95	2.2	-	-	-	2
21	PLTG PSGRAN	0,95	96.7	-	-	-	2
22	NUSADUA	-	-	25	45.5	13.6	3
23	SANUR	-	-	25	50.3	13.5	3
24	GIANYAR	-	-	-	35.4	7.9	3
25	AMLAPURA	-	-	-	14.2	3.3	3

Sumber : PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

Keterangan: 1 = bus slack  
 2 = bus generator  
 3 = bus beban

#### 4.6. Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali

Pada sub sistem Paiton dan Bali terdiri dari 25 bus dan 34 saluran transmisi, dalam hal ini saluran transmisi yang dibahas adalah saluran transmisi 150 kV.

Berdasarkan data, maka dilakukan pengolahan data untuk saluran dengan jumlah sirkuit 2. Sebagai contoh pada hubungan saluran 1-2 dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0,0105 \times 0,0105}{0,0105 + 0,0105} = \frac{1,1025 \times 10^{-4}}{0,021} = 0,0053 \text{ pu}$$

$$X = \frac{X_1 \times X_2}{X_1 + X_2} = \frac{0,0359 \times 0,0359}{0,0359 + 0,0359} = \frac{1,2888 \times 10^{-3}}{0,0718} = 0,0179 \text{ pu}$$

$$B = \frac{B_1 \times B_2}{B_1 + B_2} = \frac{0,0130 \times 0,0130}{0,0130 + 0,0130} = \frac{1,69 \times 10^{-3}}{0,026} = 0,0065 \text{ pu}$$

Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan seperti langkah di atas, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.8  
Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton-Bali

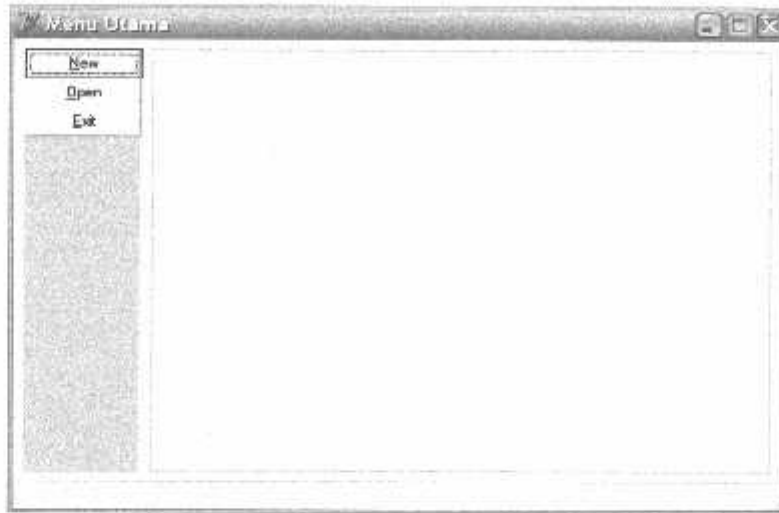
No.	Hubungan Bus	Jumlah Sirkuit	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	1-2	2	0,0053	0,0179	0,0065
2	1-9	2	0,0048	0,0346	0,0251
3	2-3	1	0,01	0,0340	0,0123
4	2-4	2	0,0079	0,0269	0,0097
5	4-5	2	0,0135	0,0460	0,0166
6	5-6	1	0,0167	0,0571	0,0206
7	5-7	1	0,0315	0,1077	0,0389
8	6-7	1	0,0148	0,0506	0,0183
9	7-8	1	0,0337	0,1151	0,0415
10	7-10	2	0,0104	0,0353	0,0128
11	7-11	1	0,0430	0,1469	0,0530
12	8-11	1	0,0177	0,0604	0,0218
13	9-10	2	0,0091	0,0310	0,0112
14	9-11	2	0,0966	0,0457	0,0340
15	11-12	2	0,0016	0,0035	-
16	12-13	2	0,0116	0,0034	0,0124
17	12-17	1	0,0399	0,1314	0,0502
18	13-14	1	0,0270	0,0783	0,0288
19	13-15	1	0,0412	0,1194	0,0439
20	14-15	1	0,0142	0,0411	0,0151
21	15-16	1	0,0362	0,0693	0,0240
22	15-17	1	0,0556	0,1054	0,0369
23	15-18	1	0,0105	0,0304	0,0112
24	15-19	1	0,0105	0,0304	0,0112
25	15-22	1	0,0293	0,0561	0,0195
26	15-24	2	0,0059	0,0170	0,0063
27	16-17	1	0,0194	0,0371	0,0129
28	18-19	1	0,0045	0,0130	0,0048
29	19-20	1	0,0020	0,0044	-
30	19-21	1	0,0020	0,0056	-
31	19-22	1	0,0127	0,0243	0,0084
32	19-23	2	0,0037	0,0070	0,0025
33	23-24	2	0,0078	0,0149	0,0052
34	24-25	2	0,0103	0,0298	0,0110

Sumber : PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

#### 4.7. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan

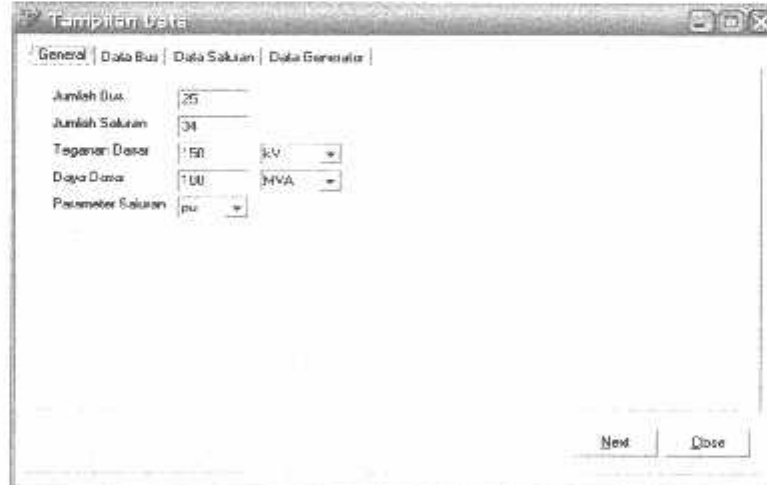
Prosedur menjalankan program perhitungan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Menu utama dari program, tekan tombol *Open File* untuk membuka data yang sudah tersimpan



Gambar 4.8  
Menu Utama Program

2. Tampilan Data



Gambar 4.9  
Tampilan Data

3. Kemudian tekan tombol *Data Bus*

Bus	kbrV (pu)	kbrN (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Cap (pu)	Type Bus
1	1.03	0	0	0	29.3	7.9	0	1
2	1	0	0	0	14	0	0	3
3	1	0	0	0	10	0.5	0	3
4	1	0	0	0	36.7	16.5	0	3
5	1	0	0	0	39	16.6	0	3
6	1	0	0	0	22.5	9.7	0	3
7	1	0	0	50	02.2	30	0	3
8	1	0	0	0	41	21.3	0	3
9	1	0	0	0	23	9.9	0	3
10	1	0	0	0	17.2	7	0	3
11	1	0	0	0	37.8	18.7	0	3
12	0.99	0	99.9	0	5.4	2.7	0	2
13	1	0	0	0	11.3	4.4	0	3
14	1	0	0	0	6.2	2.9	0	3

Gambar 4.10  
Tampilan Data Bus

4. Kemudian tekan tombol *Data Saluran*

No	Dari	Ke	R (pu)	X (pu)	Lc (pu)	Tl	Tu	Su (deg)	Kap (MVA)
1	1	2	0.0053	0.0179	0.0085	0	0	0	222
2	1	3	0.0048	0.0346	0.0251	0	0	0	400
3	2	3	0.01	0.034	0.0123	0	0	0	111
4	3	4	0.0079	0.0269	0.0097	0	0	0	222
5	4	5	0.0135	0.046	0.0198	0	0	0	222
6	5	6	0.0167	0.0571	0.0296	0	0	0	111
7	5	7	0.0315	0.1077	0.0380	0	0	0	111
8	6	7	0.0148	0.0486	0.0193	0	0	0	111
9	7	8	0.0337	0.1151	0.0415	0	0	0	111
10	7	10	0.0104	0.0353	0.0128	0	0	0	222
11	7	11	0.043	0.1469	0.053	0	0	0	111
12	8	11	0.0172	0.0604	0.0219	0	0	0	111
13	8	10	0.0091	0.031	0.0112	0	0	0	222
14	8	11	0.0365	0.1457	0.034	0	0	0	100

Gambar 4.11  
Tampilan Data Saluran

5. Kemudian tekan *Data Generator*

The screenshot shows a window titled 'Tampilan Data' with a tab labeled 'Data Generator'. It contains a table with the following data:

No	Bus	Qmin (MVAR)	Qmax (MVAR)	a2	a1	a0	Fix Cost	Var Cost	Pmin
1	1	-200.00	300.00	6.180000	1.000000	388144.168	0.75	5.10	150.0
2	12	45.00	90.00	1.406000	1599.000000	87435.0000	1.03	7.20	50.0
3	20	20.00	60.00	14.253000	1670.000000	80960.0000	1.03	7.20	21.0
4	21	-15.00	75.00	113.900000	5297.000000	139060.0000	1.03	7.20	15.0

Gambar 4.12  
Tampilan Data Generator

6. Tekan tombol *Loadflow* untuk melihat hasil perhitungan *Loadflow* awal

The screenshot shows a window titled 'Hasil Loadflow' with a tab labeled 'LF Awal'. It contains a table with the following data:

Bus	absV (pu)	angV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Supr (pu)	Type Bus
1	0.9999	0.00000	570.206	-44.073	39.300	7.500	0.000	1
2	1.01638	-1.96746	0.000	0.000	14.000	6.000	0.000	3
3	1.01216	2.26299	0.000	0.000	19.000	6.500	0.000	3
4	1.00323	-4.25377	0.000	0.000	36.100	16.500	0.000	3
5	0.99980	8.23062	0.000	0.000	39.000	16.600	0.000	3
6	0.99713	16.08402	0.000	0.000	22.500	9.700	0.000	3
7	1.00523	-11.10936	0.000	50.000	62.200	30.000	0.000	3
8	0.98045	-15.76323	0.000	0.000	41.000	21.300	0.000	3
9	1.04420	6.17043	0.000	0.000	20.000	5.900	0.000	3
10	1.02352	8.57626	0.000	0.000	17.200	7.000	0.000	3
11	0.96616	16.94211	0.000	0.000	37.600	10.700	0.000	3
12	0.99000	-17.45425	99.900	169.600	5.400	2.700	0.000	2
13	0.96861	-17.94412	0.000	0.000	11.500	4.400	0.000	3
14	0.95263	-22.76190	0.000	0.000	6.200	2.900	0.000	3
15	0.94681	-24.43812	0.000	0.000	60.000	22.600	0.000	3

Gambar 4.13  
Tampilan *Loadflow* awal



7. Tekan Aliran Daya untuk mengetahui aliran daya pada tiap bus

No	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)	Anus m (A)	Anus im (A)	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)
1	1	2	206.338	13.079	1335.911	129.311	2	1	-204.247	-13.079
2	1	9	324.908	-71.957	2700.375	-495.743	9	1	-318.926	71.957
3	2	3	18.037	6.094	116.868	44.301	3	2	-18.000	-6.094
4	2	4	172.217	1.988	1129.465	51.539	4	2	-169.943	-1.988
5	4	5	133.843	-20.261	897.294	-43.609	5	4	-131.394	20.261
6	5	6	51.428	-18.499	358.487	-71.283	6	5	-50.937	18.499
7	5	7	40.960	-23.390	293.890	115.719	7	5	-40.311	23.390
8	6	7	28.437	-25.787	217.379	136.456	7	6	-28.222	25.787
9	7	6	-9.586	0.333	459.067	87.545	6	7	9.822	-0.333
10	7	10	-131.873	11.666	843.284	-244.432	10	7	133.674	-11.666
11	7	11	67.626	8.639	451.498	30.432	11	7	-65.678	-8.639
12	8	11	27.922	-15.202	218.185	-74.079	11	8	-27.724	15.202
13	9	10	152.898	26.016	952.197	273.862	10	9	-150.074	-26.016
14	9	11	143.636	-134.983	1004.357	-798.231	11	9	-110.090	134.983

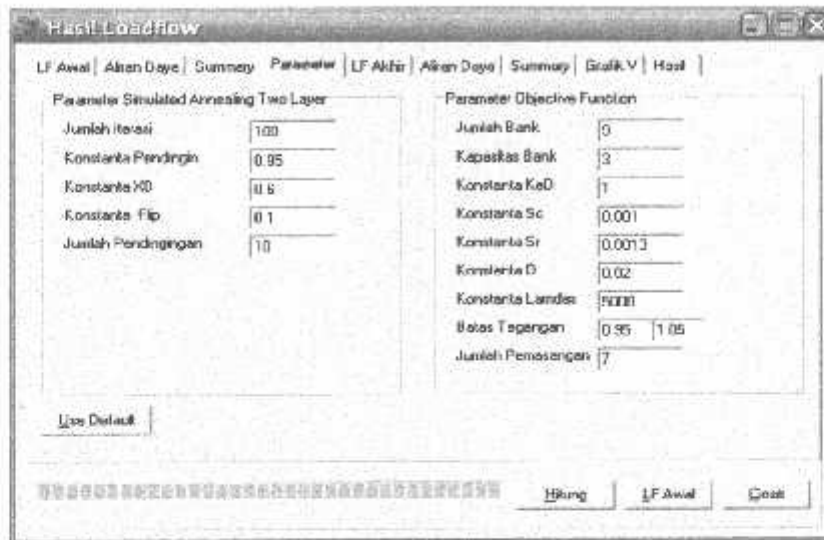
Gambar 4.14  
Tampilan Aliran Daya Hasil Perhitungan Loadflow Awal

8. Tekan tombol Summary untuk melihat hasil total pembangkitan, pembebanan dan rugi daya pada kondisi awal

Summary Loadflow		
Jumlah Pembangkitan	789.500+ j 277.424	MVA
Jumlah Pembebanan	-780.000+ j 260.200	MVA
Jumlah Rugi-Rugi	-9.600+ j 17.224	MVA
Iterasi	4	
Waktu Hitung	0:0:00	(jam : menit : detik : milidetik)

Gambar 4.15  
Tampilan Summary pada kondisi awal

9. Tekan tombol *Parameter* untuk melihat Parameter dari *Simulated Annealing*, lalu tekan tombol *use default*, kemudian tekan *Hitung*



Gambar 4.16  
Tampilan Parameter *Simulated Annealing*

10. Tekan tombol *Loadflow akhir* untuk melihat hasil perhitungan *loadflow*

Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	DL (MVAR)	Supr (pu)	Type Bus
1	1.03000	0.00000	568.373	-2.295	39.300	7.900	0.000	1
2	1.01843	-1.97863	0.000	0.000	14.000	6.000	0.000	3
3	1.01421	-2.27921	0.000	0.000	18.000	0.500	0.000	3
4	1.00836	-4.50743	0.000	0.000	36.100	16.500	0.000	3
5	1.00616	-8.25493	0.000	0.000	18.000	29.000	16.600	3
6	1.00952	10.02196	0.000	0.000	22.500	9.700	0.000	3
7	1.01173	-16.99419	0.000	0.000	50.000	62.200	30.000	3
8	0.98323	-15.43969	0.000	0.000	41.000	21.300	0.000	3
9	1.04894	-6.10207	0.300	24.000	23.000	5.900	0.000	3
10	1.02967	-8.51813	0.300	0.000	17.200	7.000	0.000	3
11	0.98675	-16.53080	0.300	0.000	37.800	18.700	0.000	3
12	0.99000	-17.02773	99.900	131.159	5.400	2.700	0.000	2
13	0.96917	-17.60535	0.300	0.000	11.900	4.400	0.000	3
14	0.95066	-21.99967	0.300	0.000	6.200	2.900	0.000	3
15	0.96574	-24.15783	0.300	24.000	63.500	22.800	0.000	3

Gambar 4.17  
Tampilan *Loadflow akhir*

11. Tekan tombol Aliran Daya untuk mengetahui aliran daya pada tiap bus

No	Das	Ke	P (MW)	G (MVAR)	Aus ra (A)	Aus ra (A)	Das	Ke	P (MW)
1	1	2	205.188	8.670	1327.562	56.117	2	1	203.002
2	1	4	323.965	-88.865	2095.859	-575.180	4	1	-318.880
3	2	3	18.057	0.063	116.623	43.875	3	2	19.000
4	2	4	170.960	-9.163	1120.552	21.302	4	2	-168.734
5	4	5	132.634	-31.268	890.608	-136.023	5	4	-130.162
6	5	6	50.336	-14.983	347.503	-49.883	6	5	-52.362
7	5	7	40.347	-19.971	283.464	-91.919	7	5	-39.751
8	6	7	27.882	-22.066	207.495	-111.898	7	6	-27.708
9	7	9	69.301	3.132	444.349	107.265	9	7	-67.702
10	7	10	130.032	-11.660	826.478	-238.733	10	7	131.767
11	7	11	66.901	-6.353	432.400	54.709	11	7	-64.170
12	8	11	36.702	-15.370	202.298	-52.254	11	8	-36.539
13	9	10	150.902	26.089	934.827	297.487	10	9	-148.963
14	9	11	144.979	-120.047	1002.596	-708.297	11	9	-113.021

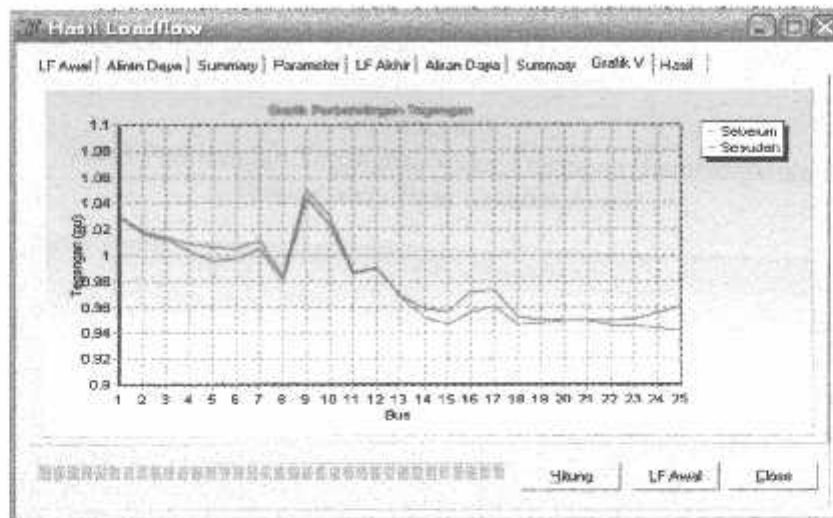
Gambar 4.18  
Tampilan Aliran Daya Tiap Bus Pada Kondisi Akhir

12. Kemudian tekan tombol *Summary*, untuk melihat hasil jumlah pembangkitan, pembebanan dan rugi daya pada kondisi akhir

Summary Loadflow		
Jumlah Pembangkitan	767.773+ j 274.517	MVA
Jumlah Pembebanan	700.000+ j 260.200	MVA
Jumlah Rugi-Rugi	67.773+ j 14.317	MVA
Iterasi	3	
Waktu Hitung	0:05:453	(jam : menit : detik : mdesik)

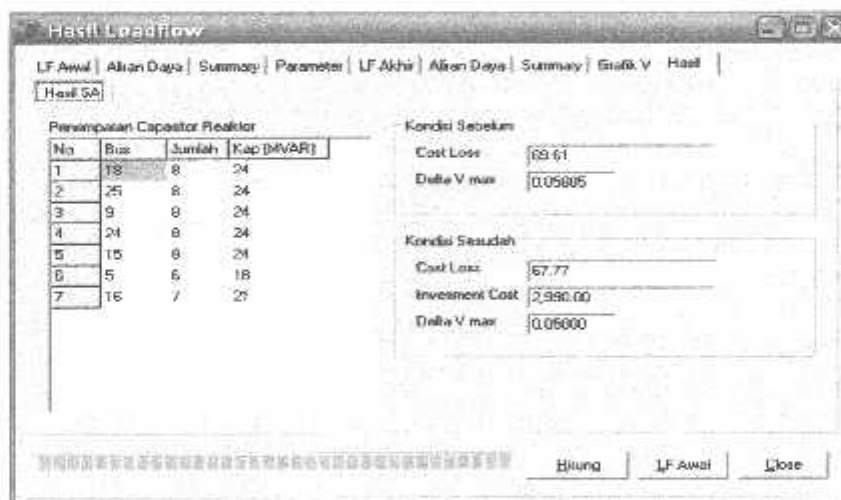
Gambar 4.19  
Tampilan *Summary* pada kondisi akhir

13. Kemudian tekan tombol grafik V untuk melihat perbandingan tegangan pada tiap bus.



Gambar 4.20  
Tampilan Perbandingan Tegangan Tiap Bus

14. Kemudian tekan tombol *hasil*, untuk melihat hasil penempatan kapasitor pada bus



Gambar 4.21  
Tampilan Hasil Akhir Setelah Penempatan Kapasitor

**4.6. Hasil dan Analisis Hasil Penempatan *Multi – Objective Var* Menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing* Pada Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali**

**4.6.1. Hasil Perhitungan Kondisi Awal**

Tabel 4.9  
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Pada Kondisi Awal

No.	Bus	Tegangan	Sudut	Pembangkitan		Pembebanan	
				P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	1.03000	0.00000	570.206	-44.079	39.3	7.9
2	2	1.01638	-1.96246	0	0	14	6
3	3	1.01216	-2.26299	0	0	18	8.5
4	4	1.00323	-4.55311	0	0	36.1	16.5
5	5	0.99580	-8.23062	0	0	39	16.6
6	6	0.99713	-10.08402	0	0	22.5	9.7
7	7	1.00523	-11.10936	0	50.000	62.2	30
8	8	0.98045	-15.76323	0	0	41	21.3
9	9	1.04420	-6.17049	0	0	23	5.9
10	10	1.02353	-8.57626	0	0	17.2	7
11	11	0.98616	-16.94211	0	0	37.8	18.7
12	12	0.99000	-17.45425	99.900	169.608	5.4	2.7
13	13	0.96861	-17.94412	0	0	11.9	4.4
14	14	0.95263	-22.28190	0	0	6.2	2.9
15	15	0.94681	-24.43812	0	0.000	63.6	22.8
16	16	0.95601	-23.61280	0	0	4.1	0.8
17	17	0.96088	-23.05147	0	0	23.6	4.3
18	18	0.94631	-24.97594	0	0	16.4	7
19	19	0.94765	-25.08555	0	0	73.3	28.9
20	20	0.95000	-25.04123	32.200	36.017	0	0
21	21	0.95000	-24.86590	67.300	15.877	0	0
22	22	0.94557	-25.46215	0	25.000	45.5	13.6
23	23	0.94584	-25.26370	0	25.000	50.3	13.5
24	24	0.94425	-25.10259	0	0	35.4	7.9
25	25	0.94195	-25.35976	0	0	14.2	3.3

Tabel 4.10  
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Pada Kondisi Awal

No.	Saluran		Daya		Saluran		Daya	
	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	2	206.398	19.978	2	1	-204.249	-13.408
2	1	9	324.508	-71.957	9	1	-319.526	105.205
3	2	3	18.037	6.094	3	2	-18.000	-7.240
4	2	4	172.212	1.986	4	2	-169.943	4.737
5	4	5	133.843	-20.261	5	4	-131.394	26.936
6	5	6	51.428	-18.499	6	5	-50.937	18.135
7	5	7	40.966	-23.390	7	5	-40.311	21.770
8	6	7	28.437	-25.787	7	6	-28.232	24.672
9	7	8	70.588	-0.393	8	7	-68.922	1.891
10	7	10	-131.873	-11.666	10	7	133.674	16.485
11	7	11	67.628	-8.603	11	7	-65.678	9.912
12	8	11	27.922	-19.202	11	8	-27.724	17.780
13	9	10	152.890	26.616	10	9	-150.874	-20.971
14	9	11	143.636	-134.983	11	9	-110.090	147.146
15	11	12	165.692	-182.957	12	11	-164.689	185.150
16	12	13	187.481	-16.940	13	12	-183.291	16.953
17	12	17	71.709	-1.301	17	12	-69.610	3.293
18	13	14	86.792	-9.493	14	13	-84.611	13.116
19	13	15	84.599	-10.696	15	13	-81.437	15.741
20	14	15	78.411	-13.403	15	14	-77.426	14.882
21	15	16	-19.886	-4.205	16	15	20.048	2.363
22	15	17	-21.453	-4.378	17	15	21.738	1.613
23	15	18	25.237	-8.033	18	15	-25.157	7.261
24	15	19	29.040	-13.485	19	15	-28.923	12.820
25	15	22	23.371	-11.607	22	15	-23.161	10.262
26	15	24	58.954	-6.426	24	15	-58.723	6.527
27	16	17	-24.148	-0.969	17	16	24.272	0.027
28	18	19	8.757	-13.259	19	18	-8.745	12.864
29	19	20	-32.148	-35.903	20	19	32.200	36.017
30	19	21	-67.194	-15.580	21	19	67.300	15.877
31	19	22	22.412	-4.248	22	19	-22.339	3.633
32	19	23	41.298	2.585	23	19	-41.227	-2.676
33	23	24	-9.073	14.400	24	23	9.099	-14.814
34	24	25	14.224	1.413	25	24	-14.200	-2.324

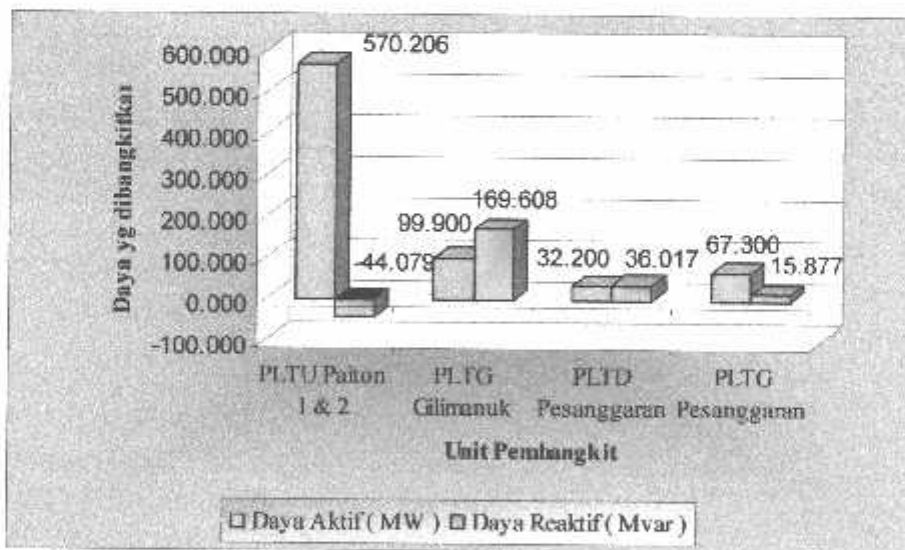
Tabel 4.11  
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Pada Kondisi Awal

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi		Waktu Komputasi
Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	
769.606	277.424	700.000	260.200	69.606	17.224	0:0:0:0

Tabel 4.12  
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Awal

No.	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan	
		(MW)	(MVAR)
1	PLTU Paiton 1 & 2	570.206	-44.079
2	PLTG Gilimanuk	99.900	169.608
3	PLTD Pesanggaran	32.200	36.017
4	PLTG Pesanggaran	67.300	15.877

Grafik 4.1  
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Awal



#### 4.6.2 Hasil Perhitungan Setelah Optimasi

Tabel 4.13  
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan Pembebanan  
Pada Kondisi Akhir

No.	Bus	Tegangan	Sudut	Pembangkitan		Pembebanan	
				P(MW)	Q(MVAR)	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	1.03000	0.00000	568.373	-72.295	39.3	7.9
2	2	1.01843	-1.97866	0	0	14	6
3	3	1.01421	-2.27801	0	0	18	8.5
4	4	1.00836	-4.58140	0	0.000	36.1	16.5
5	5	1.00616	-8.25493	0	18.000	39	16.6
6	6	1.00552	-10.02105	0	0.000	22.5	9.7
7	7	1.01173	-10.98419	0	50.000	62.2	30
8	8	0.98323	-15.43969	0	0.000	41	21.3
9	9	1.04994	-6.16987	0	24.000	23	5.9
10	10	1.02967	-8.51813	0	0	17.2	7
11	11	0.98675	-16.53083	0	0	37.8	18.7
12	12	0.99000	-17.02773	99.900	131.159	5.4	2.7
13	13	0.96917	-17.60535	0	0	11.9	4.4
14	14	0.95866	-21.99967	0	0	6.2	2.9
15	15	0.95574	-24.16783	0	24.000	63.6	22.8
16	16	0.97200	-23.55539	0	21.000	4.1	0.8
17	17	0.97259	-22.86265	0	0	23.6	4.3
18	18	0.95302	-24.62801	0	24.000	16.4	7
19	19	0.95013	-24.63850	0	0	73.3	28.9
20	20	0.95000	-24.52656	32.200	-17.339	0	0
21	21	0.95000	-24.36625	67.300	-26.008	0	0
22	22	0.95001	-25.06265	0	25.000	45.5	13.6
23	23	0.95103	-24.88963	0	25.000	50.3	13.5
24	24	0.95522	-24.88706	0	24.000	35.4	7.9
25	25	0.96041	-25.29103	0	24.000	14.2	3.3



Tabel 4.14  
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Pada Kondisi Akhir

No.	Saluran		Daya		Saluran		Daya	
	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)	Dari	Ke	P(MW)	Q(MVAR)
1	1	2	205.108	8.670	2	1	-203.002	-2.247
2	1	9	323.965	-88.865	9	1	-318.880	122.855
3	2	3	18.037	6.083	3	2	-18.000	-7.235
4	2	4	170.966	-9.163	4	2	-168.734	15.754
5	4	5	132.634	-31.268	5	4	-130.182	37.935
6	5	6	50.836	-14.983	6	5	-50.382	14.449
7	5	7	40.347	-19.871	7	5	-39.761	17.935
8	6	7	27.882	-22.066	7	6	-27.708	20.809
9	7	8	69.301	3.132	8	7	-67.702	-1.918
10	7	10	-11.668	-11.668	10	7	131.761	16.226
11	7	11	66.001	-4.353	11	7	-64.170	5.181
12	8	11	26.702	-15.370	11	8	-26.539	13.818
13	9	10	150.902	26.059	10	9	-148.961	-20.681
14	9	11	144.978	-128.047	11	9	-113.021	139.418
15	11	12	165.931	-166.523	12	11	-165.022	168.022
16	12	13	186.614	-29.904	13	12	-182.395	29.925
17	12	17	72.909	-10.147	17	12	-70.734	12.390
18	13	14	86.338	-15.985	14	13	-84.145	19.640
19	13	15	84.156	-17.175	15	13	-80.975	22.271
20	14	15	77.945	-19.894	15	14	-76.953	21.376
21	15	16	-20.432	-13.876	16	15	20.651	12.104
22	15	17	-21.929	-6.860	17	15	22.229	4.058
23	15	18	24.163	-0.736	18	15	-24.096	-0.092
24	15	19	27.395	7.247	19	15	-27.300	-7.998
25	15	22	23.942	-4.335	22	15	-23.756	2.909
26	15	24	61.190	-18.499	24	15	-60.927	18.680
27	16	17	-24.752	10.363	17	16	24.905	-11.289
28	18	19	7.696	18.110	19	18	-7.676	-18.488
29	19	20	-32.170	17.404	20	19	32.200	-17.339
30	19	21	-67.185	26.331	21	19	67.300	-26.008
31	19	22	21.828	-11.607	22	19	-21.744	11.009
32	19	23	39.204	-33.097	23	19	-39.096	33.075
33	23	24	-11.204	-21.348	24	23	11.252	20.971
34	24	25	14.275	-22.501	25	24	-14.200	21.715

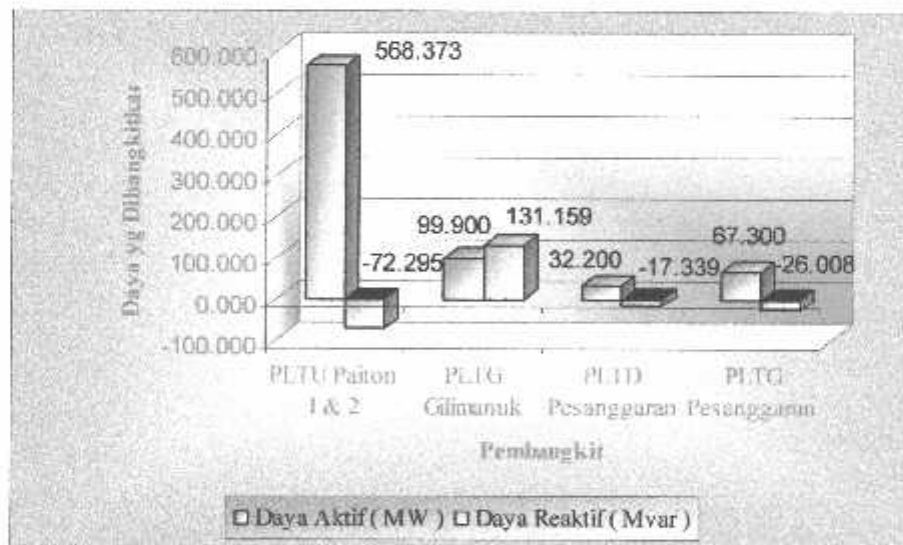
Tabel 4.15  
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Pada Kondisi Akhir

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi		Waktu Komputasi
Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	
767.773	274.517	700.000	260.200	67.773	14.317	0:0:58:453

Tabel 4.16  
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Pada Kondisi Akhir

No	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan	
		(MW)	(MVAR)
1	PLTU Paiton 1 & 2	568.373	-72.295
2	PLTG Gilimanuk	99.900	131.159
3	PLTD Pesanggaran	32.200	-17.339
4	PLTG Pesanggaran	67.300	-26.008

Grafik 4.2  
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Tiap Unit Pembangkit Pada Kondisi Akhir

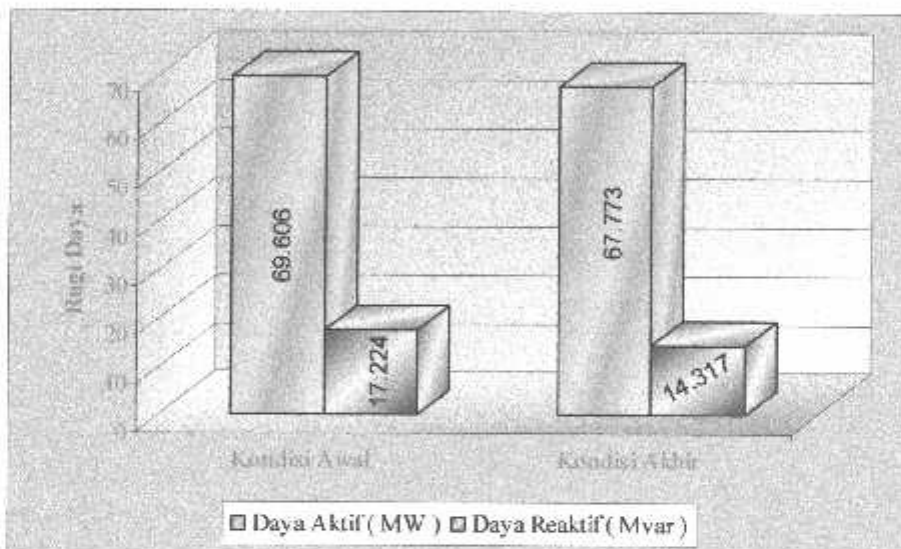


**4.9. Perbandingan Hasil Perhitungan Kondisi Awal dan Kondisi Akhir Penempatan Multi – Objective Var Menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing***

**4.9.1. Perbandingan Tingkat Rugi Daya Aktif dan Daya Reaktif Pada Saluran Transmisi**

Untuk rugi daya pada saluran pada kondisi awal adalah  $69.606 + j 17.224$  MVA, sedangkan rugi daya pada kondisi akhir setelah pemasangan kapasitor adalah  $67.773 + j 14.317$  MVA. Dari hasil perhitungan, selisih rugi daya turun menjadi  $1.833 + j 2.907$  MVA.

Grafik 4.3  
Perbandingan Rugi Daya



#### 4.7.2. Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma *Two - Layer Simulated Annealing*

Tabel 4.17

Penempatan Jumlah dan Kapasitas Kapasitor Pada Tiap Bus

No.	Bus	Jumlah	Kapasitor ( Mvar )
1	5	6	18
2	9	8	24
3	15	8	24
4	16	7	21
5	18	8	24
6	24	8	24
7	25	8	24

Keterangan : 1 Kapasitor = 3 Mvar<sup>[1]</sup>

Setelah dilakukan hasil perhitungan untuk penempatan kapasitor menggunakan Algoritma *Two - Layer Simulated Annealing*, maka bus yang perlu dipasang kapasitor adalah bus #5 dengan kapasitas 18 MVar, bus #9 dengan kapasitas 24 MVar, bus #15 dengan kapasitas 24 MVar, dan bus #16 dengan kapasitas 21 MVar, bus #18 dengan kapasitas 24 MVar, bus #24 dengan kapasitas 24 MVar, dan bus #25 dengan kapasitas 24 MVar.

Biaya investasi pemasangan kapasitor pada ke-7 bus tersebut sebesar \$ 2,990.00 atau sebesar Rp. 27.508.000,00 ( kurs \$1 = Rp. 9.200,00 ).

**4.7.3. Perhitungan Biaya untuk Rugi Daya Menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing***

Tabel 4.18  
Perbandingan Biaya untuk Rugi Daya

kondisi awal	setelah penempatan kapasitor	Penghematan
cost loss	cost loss	cost loss
\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh
69.61	67.77	1.84

Pada kondisi awal sebelum penempatan kapasitor, biaya untuk rugi daya sebesar 69.61 \$/kWh, namun setelah dilakukan pemasangan kapasitor pada bus 5, 9, 15, 16, 18, 24, 25 biaya untuk rugi daya menjadi 67.77 \$/kWh. Hal ini dapat menghemat biaya rugi daya sebesar 1.84 \$/kWh atau sebesar 2,64 % per kWh.

**4.7.4. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus**

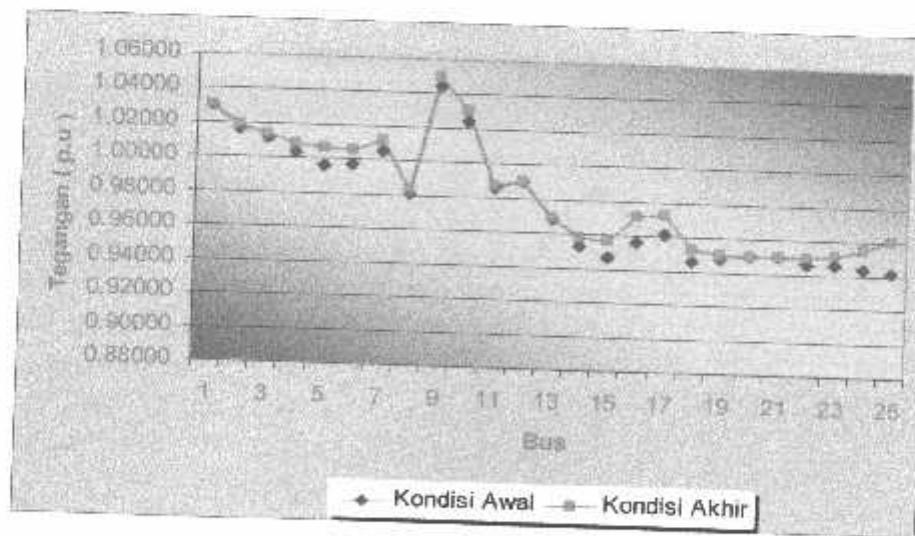
Tabel 4.19.  
Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

Bus	Kondisi Awal		Kondisi Akhir	
	Tegangan	Sudut	Tegangan	Sudut
1	1.03000	0.00000	1.03000	0.00000
2	1.01638	-1.96246	1.01843	-1.97866
3	1.01216	-2.26299	1.01421	-2.27801
4	1.00323	-4.55311	1.00836	-4.58140
5	0.99580	-8.23062	1.00616	-8.25493
6	0.99713	-10.08402	1.00552	-10.02105
7	1.00523	-11.10936	1.01173	-10.98419
8	0.98045	-15.76323	0.98323	-15.43969
9	1.04420	-6.17049	1.04994	-6.16987
10	1.02353	-8.57626	1.02967	-8.51813
11	0.98616	-16.94211	0.98675	-16.53083
12	0.99000	-17.45425	0.99000	-17.02773
13	0.96861	-17.94412	0.96917	-17.60535

14	0.95263	-22.28190	0.95866	-21.99967
15	0.94681	-24.43812	0.95574	-24.16783
16	0.95601	-23.61280	0.97200	-23.55539
17	0.96088	-23.05147	0.97259	-22.86265
18	0.94631	-24.97594	0.95302	-24.62801
19	0.94765	-25.08555	0.95013	-24.63850
20	0.95000	-25.04123	0.95000	-24.52656
21	0.95000	-24.86590	0.95000	-24.36625
22	0.94557	-25.46215	0.95001	-25.06265
23	0.94584	-25.26370	0.95103	-24.88963
24	0.94425	-25.10259	0.95522	-24.88706
25	0.94195	-25.35976	0.96041	-25.29103

Setelah dilakukan penempatan kapasitor, maka terjadi kenaikan profil tegangan, yaitu : bus #5, tegangannya naik dari 0.99580 p.u menjadi 1.00616 p.u; bus #9, tegangannya naik dari 1.04420 p.u menjadi 1.04994 p.u; bus #15, tegangannya naik dari 0.94681 p.u menjadi 0.95574 p.u; bus #16 tegangannya naik dari 0.95601 p.u menjadi 0.97200p.u; bus #18, tegangannya naik dari 0.94631 p.u menjadi 0.95302 p.u; bus #24, tegangannya naik dari 0.94425 p.u menjadi 0.95522 p.u; bus #25, tegangannya naik dari 0.94195 p.u menjadi 0.96041 p.u.

Grafik 4.4.  
Perbandingan Profil Tegangan

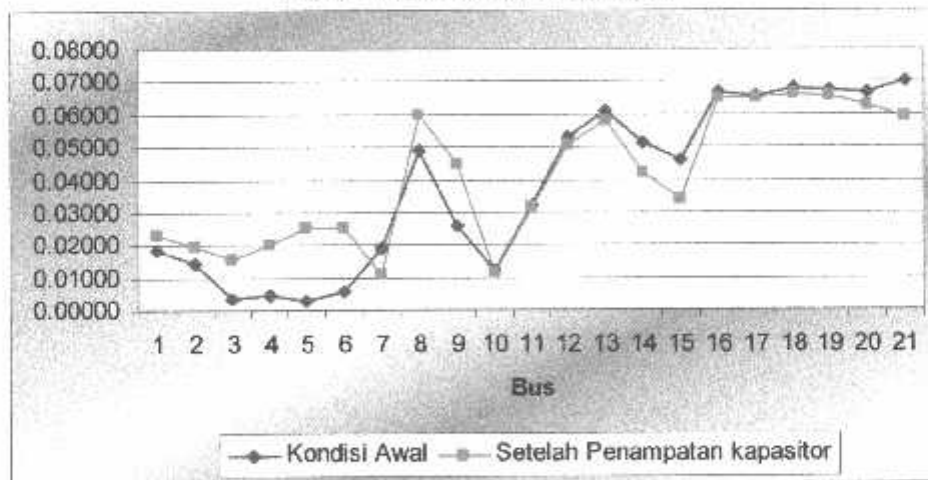


#### 4.9.5. Perbandingan Deviasi Tegangan

Tabel 4.20  
Perbandingan Deviasi Tegangan Pada Tiap Bus

Bus	Kondisi Awal		Setelah Penampatan kapasitor	
	Tegangan	Deviasi Tegangan	Tegangan	Deviasi Tegangan
2	1.01638	0.01638	1.01843	0.01843
3	1.01216	0.01216	1.01421	0.01421
4	1.00323	0.00323	1.00836	0.00836
5	0.99580	0.00042	1.00616	0.00616
6	0.99713	0.00287	1.00552	0.00552
7	1.00523	0.00523	1.01173	0.01173
8	0.98045	0.01955	0.98323	0.01677
9	1.04420	0.04420	1.04994	0.04994
10	1.02353	0.02353	1.02967	0.02967
11	0.98616	0.01384	0.98675	0.01325
13	0.96861	0.03139	0.96917	0.03083
14	0.95263	0.04737	0.95866	0.04134
15	0.94681	0.05319	0.95574	0.04426
16	0.95601	0.04399	0.97200	0.02800
17	0.96088	0.03912	0.97259	0.02741
18	0.94631	0.53690	0.95302	0.04698
19	0.94765	0.05235	0.95013	0.04987
22	0.94557	0.05443	0.95001	0.04999
23	0.94584	0.05416	0.95103	0.04897
24	0.94425	0.05576	0.95522	0.04478
25	0.94195	0.05805	0.96041	0.03959

Grafik 4.5.  
Perbandingan Deviasi Tegangan



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa penempatan *multi objective* Var menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rugi daya saluran pada kondisi awal adalah  $69.606 + j 17.224$  MVA, sedangkan rugi daya pada kondisi akhir setelah pemasangan kapasitor adalah  $67.773 + j 14.317$  MVA. Dari hasil perhitungan, selisih rugi daya menjadi  $1.833 + j 2.907$  MVA. Biaya rugi daya pada kondisi awal sebesar  $69.61$  \$/kWh dan setelah pemasangan kapasitor menjadi  $67.77$  \$/kWh. Hal ini dapat menghemat biaya rugi daya sebesar  $1.84$  \$/kWh atau sebesar  $2.64$  % per kWh.
2. Setelah dilakukan hasil perhitungan untuk penempatan kapasitor menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing*, maka bus yang perlu dipasang kapasitor adalah bus #5 , bus #9, bus #15, bus #16, bus #18, bus #24, dan bus #25. Biaya investasi pemasangan kapasitor pada ke-7 bus tersebut sebesar \$ 2,990.00 atau sebesar Rp. 27.508.000,00 ( kurs \$1 = Rp. 9.200,00 ),
3. Setelah dilakukan penempatan kapasitor, maka terjadi kenaikan profil tegangan, yaitu : bus #5, tegangannya naik menjadi 1.00616 p.u; bus #9, tegangannya naik menjadi 1.04994 p.u; bus #15, tegangannya naik menjadi 0.95574 p.u; bus #16 tegangannya naik menjadi 0.97200p.u; bus #18, tegangannya naik menjadi 0.95302 p.u; bus #24, tegangannya naik menjadi 0.95522 p.u; bus #25, tegangannya naik menjadi 0.96041 p.u.



## 5.2. Saran

Penempatan *multi objective* Var menggunakan Algoritma *Two – Layer Simulated Annealing* masih perlu dikembangkan lagi terhadap sistem jaringan yang lebih luas serta perhitungan pada biaya pembangkitan sehingga nantinya dapat lebih efektif dan efisien dalam pemecahan permasalahan penempatan kapasitor dan reaktor pada saluran transmisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Chen. Y.I. dan Ke. Y.I., “ *Multi-objective VAr planning for large-scale power systems using two-layer simulated annealing algorithms* “, IEEE Proc.-Gener. Transm. Distrib., Vol. 151, No. 4, July, 2004.
  - [2]. Djiteng Marsudi,Ir. “ *Operasi Sistem Tenaga Listrik* “, Balai Penerbit dan humas Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, 1990.
  - [3]. Hasan Bisri, “ *Sistem Distribusi Tenaga Listrik* “.
  - [4]. Stevenson, William D, Jr, “ *Analisa System Tenaga Listrik*“, Penerbit Erlangga edisi keempat, 1996.
-

# AMPIRAN

すべては重戦のために、  
この命、捧げよう、

- FORMULIR SKRIPSI
- SURAT SURVEY
- SINGLE LINE DIAGRAM
- DATA SALURAN
- LISTING PROGRAM

AN@nK  
Maret 06

重戦すら漢



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : ANANG SAMSUDIN
2. NIM : 01.12.087
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN MULTI – OBJECTIVE  
VAR MENGGUNAKAN ALGORITMA TWO –  
LAYER SIMULATED ANNEALING PADA  
SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB SISTEM  
PAITON - BALI

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

Hari : Selasa  
Tanggal : 21 Maret 2006  
Dengan Nilai : 79,65 ( B+ )



Ir. Mochtar Asroni, MSME  
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Sekretaris

Anggota Penguji

Ir. I Made Wartana, MT  
Penguji Pertama

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
Penguji Kedua



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : ANANG SAMSUDIN  
2. NIM : 01.12.087  
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1  
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
5. Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN MULTI -  
OBJECTIVE VAR MENGGUNAKAN  
ALGORITMA TWO - LAYER  
SIMULATED ANNEALING PADA  
SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB  
SISTEM PAITON - BALI  
6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 30 Desember 2005  
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 21 Maret 2006  
8. Dosen Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.  
9. Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 87.00 (Delapan Puluh Tujuh) *87*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Diperiksa dan Disetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP.Y. 101 8800 189



### PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Selasa  
Tanggal : 21 Maret 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : ANANG SAMSUDIN
2. NIM : 01.12.087
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN MULTI - OBJECTIVE VAR MENGGUNAKAN ALGORITMA TWO - LAYER SIMULATED ANNEALING PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM PAITON - BALI

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Jelaskan Komponen - Komponen Biaya Investasi	ok

#### Anggota Penguji

Penguji Pertama

(Ir. I Made Wartana, MT)  
NIP. Y. 131 991 182

Penguji Kedua

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)  
NIP. Y. 103 8900 209

Dosen Pembimbing

(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)  
NIP. Y. 101 8800 189



### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANANG SAMSUDIN  
Nim : 01.12.087  
Masa Bimbingan : 30 DESEMBER 2005 s/d 30 JUNI 2006  
Judul Skripsi : OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI - OBJECTIVE* VAR  
MENGUNAKAN ALGORITMA *TWO - LAYER*  
*SIMULATED ANNEALING* PADA SALURAN TRANSMISI  
150 kV SUB SISTEM PAITON - BALI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	20-01-2006	Perbaiki sistematika penulisan pada bab I,II dan III	
2.	21-01-2006	Konsultasi bab IV serta revisi bab III	
3.	25-01-2006	Bab IV Perbaiki biaya pemasangan kapasitor	
4.	30-01-2006	Revisi bab IV biaya pemasangan kapasitor Kurang	
5.	02-02-2006	Bab V perbaiki kesimpulan	
6.	9-2-2006	- Siapkan makalah untuk seminar hasil - Acc makalah seminar	
7.	13-03-2006	Revisi bab IV nilai tegangan setelah optimasi harus 0.95 -1.05	
8.	14-03-2006	Periksa kembali bab IV	
9.	17-03-2006	ACC Skripsi	
10.			

Malang, 2006  
Dosen Pembimbing,

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
Nip. Y 101 8800 189

Form.S-4b



## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Anang Samsudin  
NIM : 01.120.87  
Semester : IX  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Tel.nik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Alamat :

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  $\geq 134$  sks dengan IPK  $\geq 2$  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

*[Signature]*  
(.....)

Malang, ..... 200

Penohon

*[Signature]*  
(... Anang S .....)

Disetujui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

*[Signature]*  
E. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. Y. 1039500274

Mengetahui  
Dosen Wali

*[Signature]*  
(... Ir. CHOIRUL SALEH MT .....)

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. MC keluar gane gane -> belum di tempas
2. ipic 404 / 136 = 2.97
3. - 6 praht yg benar





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

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika \*)

1	Nama Mahasiswa	ANANG SAMUDIN	Nim : 01.12.087
2	Waktu pengajuan	Tanggal : 27	Bulan : 6 Tahun : 2005
3	Spesifikasi judul ( berilah tanda silang )		
	a. Sistem Tenaga Elektrik	c. Elektronika & Komponen	
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer	
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi	
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya .....	
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) :		Mengetahui, Ketua Jurusan.
	<i>Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT</i>		<i>[Signature]</i> Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039700274
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	ANALISA PENEMPATAN MULTI-OBJECTIVE VAR MENGGUNAKAN ALGORITMA PROJECTION-BASED TWO LAYER SIMULATED ANNEALING PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUB SISTEM PANTAY-BALI .....	
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	<i>Optimasi Penempatan Multi-Objective VAR Menggunakan Algoritma Projection Based Two Layer Simulated Annealing Pada Saluran Transmisi 150 kV .</i>	
7	Catatan :		
	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		Disetujui, 05-12-2005 Dosen <i>[Signature]</i> Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

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



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

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika <sup>1)</sup>

1	Nama Mahasiswa : ANANG SAMSUDIN		Nim : 0112087	
2	Keterangan Pelaksanaan	Tanggal 30	Waktu	Tempat Ruang :
3	Spesifikasi judul <sup>2)</sup>			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konveksi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	OPTIMASI PERTEMPATAN MULTI-OBJECTIVE VAR MEMBUKANTAKAN ALGORITMA PROJECTION-BASED TWO LAYER SCHEDULED APDHELLING PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SUDS SISTEM PANTET-BALI		
5	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
6	Catatan :			
Persetujuan Jural Skripsi :				
7	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
	Mengetahui, Ketua Jurusan	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs.		
	Ir. F. Yedi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274			

Perhatian :

- <sup>1)</sup> coret yang tidak perlu
- <sup>2)</sup> dilingkari a, b, c, ... atau g sesuai bidang keahlian.

Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth. Bapak **Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang  
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anang Samsudin  
Nim : 01.12.087  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

**OPTIMASI PENEMPATAN *MULTI – OBJECTIVE* Var  
MENGUNAKAN ALGORITMA *PROJECTION – BASED*  
*TWO – LAYER SIMULATED ANNEALING* PADA  
SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM  
PAITON-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, Desember 2005

Ketua  
Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. 1039500274

Hormat Kami,



Anang Samsudin  
NIM. 01.12.087

\*) coret yang tidak perlu

Form S-3a

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : ANANG SAMSUDIN

Pria/ Wanita : PRIA

Tempat / Tanggal lahir : MALANG / 07-03-1983

Alamat / No. telepon : Jl. SEMABUNG II/g MALANG  
08563604141

Pekerjaan : MAHASISWA

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

1. Saya bersedia dan setuju menanggung semua akibat yang ditimbulkan karena kesalahan maupun kelalaian saya dan semua akibat lainnya yang terjadi pada instalasi peralatan milik PLN selama melakukan Training/ Praktek Kerja/ Riset pada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, yang telah mendapat ijin dari PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
2. Saya atas peringatan pertama akan membayar sepenuhnya, semua biaya yang langsung menimbulkan kerugian atau kecelakaan , karena kelalaian saya ;
3. Saya akan segera mematuhi semua petunjuk -petunjuk yang diberikan oleh Petugas PT PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
4. Saya sanggup tidak membocorkan hal - hal yang bersifat rahasia perusahaan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali dan bahan yang saya peroleh dalam Training/ Praktek Kerja/ Riset, dan tidak saya pergunakan untuk hal - hal yang dapat merugikan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali
5. Saya sanggup menanggung sendiri segala sesuatu untuk keperluan Training/ Praktek Kerja/ Riset termasuk biaya perjalanan , penginapan makan dan sebagainya ;
6. Saya sanggup menyerahkan 1 (satu) buah buku laporan Training/ Praktek Kerja/ Riset kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, setelah saya presentasikan kepada Manager Bidang SDMAD PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali mengenai tugas Training/ Praktek Kerja/ Riset.
7. Saya tunduk dan akan mentaati semua peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, dan saya sanggup tidak meninggalkan tugas kedinasan selama Training/ Praktek Kerja/ Riset.

Surabaya, 12 Desember 2005  
Yang membuat pernyataan


ANANG SAMSUDIN



PT PLN (PERSERO)

PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI

REGION JAWA TIMUR & BALI

Jalan Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114

Facsimile : (031) 7882576, 7881024

Website : www.pln-jawa-bali.co.id

Kotak Pos : 4119 SBS

E-mail : region4@pln-jawa-bali.co.id

nomor : 004/1330/RJT/2006  
Surat Sdr. No. : ITN- 561 & 562/III.TA/2/2005  
Lampiran : 1 ( satu ) Lampiran  
Perihal : Ijin survey

05 JAN 2006

Kepada

Yth. : Dekan Fakultas Teknik  
Institut Teknologi Nasional Malang  
di  
MALANG.-

Menunjuk surat Saudara Nomor : ITN- 561 & 562/III.TA/2/2005 tanggal 07 Desember 2005 Perihal : Survey, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

- YUDHA KRISNA W. Nim : 01.12.119  
- ANANG SAMSUDIN Nim : 01.12.087

Untuk melakukan survey pada PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur dan Bali **Bid.OPHAR** dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya mengisi dan menanda tangani Surat Pernyataan 1 ( satu ) lembar bermaterai Rp. 6.000.-
2. Mahasiswa yang bersangkutan agar mematuhi peraturan / ketentuan yang berlaku di PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur & Bali UPT Malang, sehingga faktor-faktor kerahasiaan harus benar – benar diutamakan.
3. Semua biaya perjalanan, penginapan, makan dan lain sebagainya tidak menjadi tanggungan PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur dan Bali.
4. Buku Laporan Kerja Praktek Mahasiswa tersebut agar dikirimkan kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali 1 ( satu ) buah.
5. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi PT PLN ( Persero ) P3B Region Jawa Timur dan Bali Cq. Bidang SDM & Administrasi.

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.

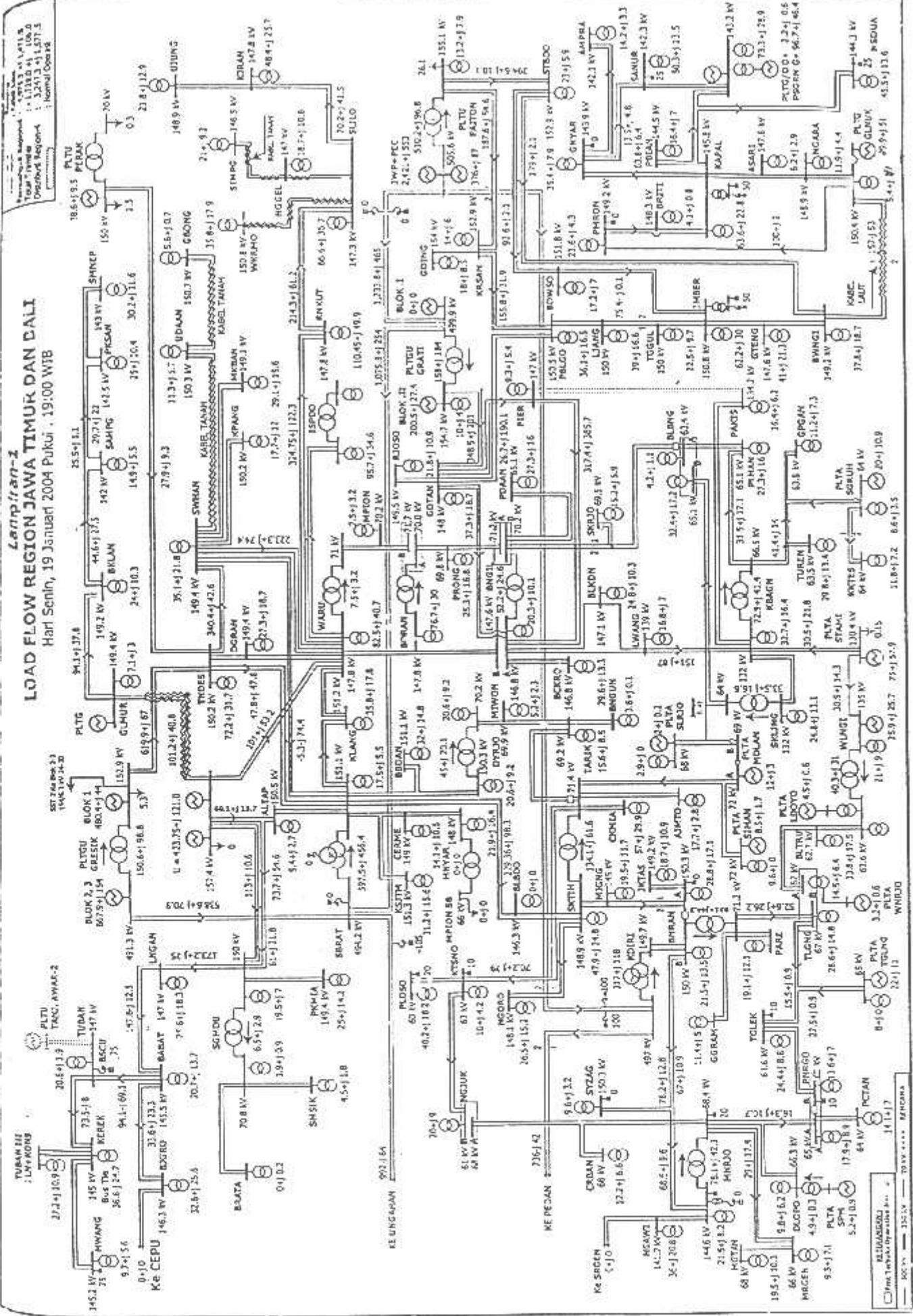
PH. MANAGER BIDANG SDM & ADM.



Tembusan Yth. :

1. M.SDMO PLN P3B
2. Yudha Krisna W. C.s.

**Lampiran-2**  
**LOAD FLOW REGION JAWA TIMUR DAN DALI**  
 Hari Senin, 19 Januari 2004 Pukul : 19:00 WIB



Ke CEPU 146.3 MW  
 Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

Ke SROEN 51.0 MW  
 Ke PEDAN 706.42 MW

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPI & SRH

No	Dati	Kc	No	Jenis				Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis		
				Subst	Tej (kV)	Jaris (P-n)	Datu											Kenabamar	
Masa Bangun		Datu		Jenis		Jenis		Jenis		Jenis		Jenis		Jenis		Jenis			
1	PIT07	GRAT17	1	500	55,433	GANNET	4x302.8	2800	2000	2000	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	0.0090	0.8134	192.2520
1	PIT07	GRAT17	2	500	55.433	GANNET	4x392.8	2800	2000	2000	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	0.0090	0.8134	192.2520
1	BNG15	GOTANS	1	150	16.805	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1600	740	1000	1500	0.1172	0.4003	2.8530	0.0299	0.0108	192.2520
1	BNG15	GOTANS	2	150	16.805	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1600	740	1000	1500	0.1172	0.4003	2.8530	0.0299	0.0108	192.2520
1	BNG15	BDRANS	1	150	9.800	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1000	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	0.0174	0.0063	192.2520
1	BNG15	WAR JS	1	150	9.800	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1000	740	1000	1600	0.1172	0.4003	2.8530	0.0174	0.0063	192.2520
1	BNG15	PIERS	1	150	5.150	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm <sup>2</sup>	1620	2000	1000	1250	1250	1250	0.1172	0.2807	4.0230	0.0064	0.0047	420.8760
1	BNG15	PIERS	2	150	5.150	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm <sup>2</sup>	1620	2000	1000	1250	1250	1250	0.1172	0.2807	4.0230	0.0064	0.0047	420.8760
1	BNG15	BCKROS	1	150	6.200	ACSR ZEBRA	330 mm <sup>2</sup>	1620	1000	1000	740	1000	1500	0.1172	0.4003	2.8530	0.0077	0.0056	420.8760
1	BNG15	BCKROS	2	150	6.200	ACSR ZEBRA	330 mm <sup>2</sup>	1620	1000	1000	740	1000	1500	0.1172	0.4003	2.8530	0.0077	0.0056	420.8760
1	BNG15	PNMANS	1	150	27.770	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1000	740	1000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0494	0.0178	192.2520
1	BNG15	LWANG5	1	150	34.660	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	800	740	1000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0617	0.0223	192.2520
1	GOTANS	RJOS05	1	150	10.487	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	800	740	1000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0180	0.0070	192.2520
1	GOTANS	RJOS05	2	150	10.487	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	800	740	1000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0180	0.0070	192.2520
1	PIERS	GRAT15	1	150	31.935	TACSR	410 mm <sup>2</sup>	1620	1000	1000	1250	1250	2000	0.0866	0.3660	2.9650	0.0398	0.0289	420.8760
1	PIERS	GRAT15	2	150	31.935	TACSR	410 mm <sup>2</sup>	1620	1000	1000	1250	1250	2000	0.0866	0.3660	2.9650	0.0398	0.0289	420.8760
1	PBLG05	GOTANS	1	150	33.827	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	800	1000	740	800	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0602	0.0217	192.2520
1	PBLG05	GOTANS	2	150	33.827	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	800	1000	740	800	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0602	0.0217	192.2520
1	PBLG05	LJANG5	1	150	51.692	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	600	600	800	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	0.0269	0.0332	192.2520
1	PBLG05	LJANG5	2	150	51.692	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	600	600	800	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	0.0269	0.0332	192.2520
1	KRSANS	PBLG05	1	150	30.239	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1000	1250	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0538	0.0194	192.2520
1	KRSANS	PBLG05	2	150	30.239	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1000	1250	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0538	0.0194	192.2520
1	KRSANS	GDINGS	1	150	19.137	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	400	1250	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0340	0.0120	192.2520
1	PIT05	KRSANS	1	150	20.204	ACSR AW	330 mm <sup>2</sup>	740	1000	1000	1250	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	0.0105	0.0130	192.2520

GUPY Probelinggo

DATA KAKAKI ELEKTRISIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sikat	Dati Ke	Jenis		Jarak (Km)		Jenis		Jarak (Km)		Jml Sikat	Dati Ke	Jenis	Jarak (Km)
		Upt	Srb	Upt	Srb	Upt	Srb						

Upt	Srb	Upt	Srb	Upt	Srb	Upt	Srb	Upt	Srb	Upt	Srb	Upt	Srb
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

6. UPT Probolinggo

No	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)
1	PITONS	KRSAN5	2	150	20.204	ACSR AW	310 mm <sup>2</sup>	710	1670	1600	1250	1250	2.8530	0.0105	0.0359	0.0130	192.2520			
1	PITONS	STB005	1	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm <sup>2</sup>	1500	2000	2000	1250	1250	4.0230	0.0095	0.0692	0.0502	415.6620			
1	PITONS	STB005	2	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm <sup>2</sup>	1600	2000	2000	1250	1250	4.0230	0.0095	0.0692	0.0502	415.6620			
1	BNGILA	GDTAN4	1	70	4.452	ACSR OSTRICH	300 MCM	440						#DIV/0!	#DIV/0!		53.3455			
1	BNGILA	GDTAN4	2	70	4.452	ACSR OSTRICH	300 MCM	400						#DIV/0!	#DIV/0!		48.6980			
1	BNGILA	PDAAN4	1	70	9.700	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	250	400			2.972	0.0432	0.0762	0.0014	51.3455			
1	BNGILA	PDAAN4	2	70	9.700	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	250	400	800		2.972	0.0432	0.0762	0.0014	51.3455			
1	BNGILA	BDRAN4	1	70	11.700	ACSR PIPER	300 MCM	440	400	400	400		2.972	0.0521	0.0919	0.0017	51.3455			
1	BNGILA	PRONG4	1	70	11.700	ACSR PIPER	300 MCM	440	400	400	400		2.972	0.0521	0.0919	0.0017	51.3455			
1	BNGILA	BLBNG4	1	70	40.000	ACSR PIGEON	300 AWG	300	200	200	800	800	3.202	0.2492	0.2926	0.0663	36.3720			
1	BNGILA	BLBNG4	2	70	40.000	ACSR PIGEON	300 AWG	300	200	200	800	800	3.202	0.2492	0.2926	0.0663	36.3720			

Modifikasi TL Bay Grafis - Pier 1 sikil menjadi ( Grafis - Gdian - Pier ) dan Probolinggo - Gondangwetan 1 sikil menjadi ( Pbigo - Grafis - Gdian )

No	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)	Upt	Srb	Jenis	Jarak (Km)
1	GRATIS	GDTANS	1	150	10.743	TACSR	410 mm <sup>2</sup>	2800	1000	1000	1750	2000	0.0387	0.0018	0.0134	0.0097	727.4400			
1	GRATIS	GDTAIS	2	150	10.743	TACSR	410 mm <sup>2</sup>	2800	1000	1000	1250	2000	0.0387	0.0018	0.0134	0.0097	727.4400			
1	GDTANS	PIERS	1	150	21.183	TACSR	410 mm <sup>2</sup>	2800	1000	1000	1250	2000	0.0387	0.0035	0.0264	0.0192	727.4400			
1	GDTANS	PIERS	2	150	21.183	TACSR	410 mm <sup>2</sup>	2800	1000	1000	1250	2000	0.0387	0.0035	0.0264	0.0192	727.4400			



No. Urut	No. Sirkuit	Nama	Teg. (KV)	Jenis Pemutus		Jenis	Jenis		Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis	Jenis
				1	2		1	2															

7. UPT Jember

1	PBLG05	LJANGS	1	150	51.652	ACSR DOVE	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0269	0.0920	0.0332	192.2520
1	PBLG05	LJANGS	2	150	51.652	ACSR DOVE	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0269	0.0920	0.0332	192.2520
1	LJANGS	TGGULS	1	150	32.060	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0167	0.0571	0.0206	192.2520
1	LJANGS	JMBERS	1	150	60.530	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0215	0.1077	0.0289	192.2520
1	TNGULS	JMBERS	1	150	28.450	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.5148	0.0506	0.0183	192.2520
1	JMBERS	BWNGIS	1	150	82.595	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0430	0.1469	0.0530	192.2520
1	JMBERS	GTENGIS	1	150	64.708	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0337	0.1151	0.0445	192.2520
1	BOWSOS	JMBERS	1	150	39.662	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0207	0.0706	0.0255	192.2520
1	BOWSOS	JMBERS	2	150	39.662	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0207	0.0706	0.0255	192.2520
1	STBDO5	PITONS	1	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm <sup>2</sup>	1620	2000	2000	1250	1250	0.0397	0.2607	4.0730	0.0095	0.0692	0.0502	420.8760
1	STBDO5	PITONS	2	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm <sup>2</sup>	1620	2000	2000	1250	1250	0.0397	0.2607	4.0730	0.0095	0.0692	0.0502	420.8760
1	STBDO5	BOWSOS	1	150	34.766	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0181	0.0619	0.0223	192.2520
1	STBDO5	BOWSOS	2	150	34.766	ACSR AW	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0181	0.0619	0.0223	192.2520
1	STBDO5	BWNGIS	1	150	74.200	ACSR DOVE	2 x 340 mm	1200	300	600	800	1250	3.9860	0.2773	4.0740	6.1932	0.0714	0.0680	311.7600
1	STBDO5	BWNGIS	2	150	74.200	ACSR DOVE	2 x 340 mm	1200	300	600	800	1250	3.9860	0.2773	4.0740	6.1932	0.0714	0.0680	311.7600
1	GTENGIS	BWNGIS	1	150	33.950	ACSR DOVE	330 mm	740	300	600	800	1250	4.1172	0.2023	2.8530	6.0177	0.0604	0.0218	192.2520
1	BWNGIS	KTPNGS	1	150	7.990	ACSR HAWK	240 MM2	655	500	600	800	1250	0.1370	0.2555	2.8820	6.0045	0.0141	0.0052	70.1690
1	BWNGIS	KTP-GLM I (11)	150	4.471	SUBMARINE CABLE	330 mm <sup>2</sup>	500	500	600	800	1250	0.1613	0.3482	2.8032	6.0069	0.0069	0.0069	129.5000	
1	BWNGIS	KTP-GLM I (lama)	150	4.829	OSS	300 mm <sup>2</sup>	465	500	600	800	1250			6.0101	0.0101			120.8070	
1	BWNGIS	KTPNGS	2	150	7.590	ACSR HAWK	477 MM	655	600	800	1250	0.1370	0.2556	2.8820	6.0045	0.0141	0.0052	170.1690	
1	BWNGIS	KTP-GLM II (10)	150	4.389	SUBMARINE CABLE	300 mm <sup>2</sup>	500	600	800	1250	0.1643	0.2548	2.8032	6.0069	0.0069	0.0069	129.5000		
1	BWNGIS	KTP-GLM II (lama)	150	4.260	OSS	300 mm <sup>2</sup>	465	500	600	800	1250			6.0101	0.0101			120.8070	

150 = 192.2520  
150 = 192.2520

41

12)

No	Kode	Uraian	Teg (KV)	Jarak (Km)	Uraian Penanjar	Tipe		R	X	B	R (GWh)	A (GWh)	C (GWh)	D (GWh)
						Drat	Pa							

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

1501-202/1000

### Sub Region Ball

1	GLNKS	CH GLNUK	1	150	1.720	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	500	0.1370	0.3965	2.8270	0.0010	0.0030	0.0011	167.5710	
1	GLNKS	CH GLNUK	2	150	1.720	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	500	0.1370	0.3956	2.8320	0.0010	0.0030	0.0011	167.5710	
1	CH GLNUK	CH KTPNG	1	150	4.471	OFC	3 x 300 mm <sup>2</sup>	452	800	800	0.1613	0.3482		0.0032	0.0069		120.0270	
1	CH GLNUK	CH KTPNG	2	150	4.389	OFC	3 x 300 mm <sup>2</sup>	452	800	800	0.1543	0.3546		0.0032	0.0069		120.0270	
1	CH KTPNG	BWNGIS	1	150	7.990	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	500	0.1370	0.3966	2.8270	0.0040	0.0141	0.0052	167.5710	
1	CH KTPNG	BWNGIS	2	150	7.990	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	500	0.1370	0.3966	2.8320	0.0049	0.0141	0.0052	167.5710	
1	GLNKS	NGARAS	1	150	38.040	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3966	2.8520	0.0232	0.0871	0.0247	167.5710	
1	GLNKS	NGARAS	2	150	38.040	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3956	2.8570	0.0232	0.0871	0.0247	167.5710	
1	GLNKS	PIMRONS	1	150	75.900	ACSR HAWK	2 x 477 MCM	1290	800	800	0.1183	0.3895	2.9340	0.0399	0.1314	0.0502	335.1420	
1	GLNKS	PIMRONS	2	150	67.710	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3966	2.8270	0.0412	0.1194	0.0439	167.5710	
1	NGARAS	KAPALS	1	150	44.400	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3966	2.8520	0.0270	0.0783	0.0288	167.5710	
1	NGARAS	ASARIS	1	150	23.310	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3966	2.8620	0.0142	0.0411	0.0151	167.5710	
1	KAPALS	ANSRIS	1	150	58.580	ACSR PARTRIDGE	135 MCM	400	400	400	0.2136	0.4046	2.7970	0.0556	0.1054	0.0369	103.9200	
1	KAPALS	PIMRONS	1	150	19.210	ACSR HAWK	477 MCM	545	500	500	0.1370	0.3956	2.8520	0.0117	0.0339	0.0125	167.5710	
1	KAPALS	GNYARS	1	150	19.210	ACSR HAWK	477 MCM	645	800	800	0.1370	0.3966	2.8520	0.0117	0.0339	0.0125	167.5710	
1	KAPALS	GNYARS	2	150	30.910	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	400	400	400	0.2136	0.4084	2.7970	0.0293	0.0561	0.0195	103.9200	
1	KAPALS	HSOUKAS	1	150	17.220	ACSR HAWK	477 mm <sup>2</sup>	645	1000	1000	0.1370	0.3966	2.8620	0.0105	0.0304	0.0112	167.5710	
1	KAPALS	PGRANS	1	150	30.170	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	400	800	800	0.2136	0.4084	2.7970	0.0362	0.0693	0.0240	103.9200	
1	KAPALS	BRITIS	1	150	16.500	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	400	200	1000	0.2136	0.4084	2.7970	0.0156	0.0297	0.0103	103.9200	
1	GNYARS	SANURS	1	150	16.380	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	400	800	1000	0.2136	0.4084	2.7970	0.0156	0.0297	0.0103	103.9200	
1	GNYARS	SANURS	2	150	23.750	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	545	400	1000	0.1370	0.3966	2.8520	0.0206	0.0595	0.0219	167.5710	
1	GURAFE	AMPAS	1	150	33.760	ACSR HAWK	477 MCM	645	1000	1000	0.1370	0.3966	2.8520	0.0206	0.0595	0.0219	167.5710	
1	GNYARS	AMPAS	2	150	7.740	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	400	400	400	0.2136	0.4084	2.7970	0.0073	0.0140	0.0040	103.9200	
1	SANURS	PGRANS	1	150	7.750	ACSR PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	400	1000	1000	0.2136	0.4084	2.7970	0.0074	0.0141	0.0040	103.9200	
1	SANURS	PGRANS	2	150				400	1000	1000	0.2136							

REKONSTRASI DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI DAERAH PANGRANG, KABUPATEN SUMBAWA UTARA

Sudut	Daerah	No. Sireh	Jenis		No. Sireh	Ukuran		Jenis	No. Sireh	R	Z	E	Z	X pu	B	Daya
			teg (kV)	Jenis (mm)		Jenis (mm)	Jenis (mm)									

150	13.410	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
-----	--------	-----------------	---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

### Sub Region Bali

No. Sireh	Daerah	No. Sireh	Jenis		No. Sireh	R	Z	E	Z	X pu	B	Daya
			teg (kV)	Jenis (mm)								
1	NSDUAS	150	13.410	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	BRITIS	150	20.430	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
Pengembangan / Proyek												
1	KAPALS	150	17.720	ACSR, HAWK	477 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	PBIANS	150	7.400	ACSR, HAWK	477 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	KAPALS	150	16.730	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	UBUDS	150	29.440	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
Informasi												
1	KAPALS	150	22.500	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	UBUDS	150	25.670	ACSR, PARTRIDGE	135 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
Rencana Up-rating												
1	KAPALS	150	22.500	TACSR	160 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	UBUDS	150	25.670	TACSR	160 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	BRITIS	150	20.430	TACSR	160 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	BRITIS	150	20.430	TACSR	160 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	KAPALS	150	58.580	TACSR	160 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135
1	KAPALS	150	38.170	TACSR	160 mm <sup>2</sup>	135	135	135	135	135	135	135

135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

150-111x147-1-11000

```

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 uInputI.FChild,uComplex, uUtils, uLoadflow, uHasil;

{$R *.dfm}

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

procedure TfrmMenu.btnNewClick(Sender: TObject);
begin
  try
    if frmInput=nil then
      begin
        frmInput:=TfrmInputI.FChild.Create(Application);
      end;
    end;
  except
    end;
end;

```

---

```

end;
frmInput.Caption:='Input Data';
frmInput.btnNext.Caption:='&Save';
frmInput.ShowModal;
finally
  frmInput.Free;
end;
end;

procedure TFormMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
var NamaFile,Nama:string;
    output:TextFile;
    i,j,Typ,dari,kc,Nbus,Nsal,Param,Ngen,NCable:integer;
    Cap,absV,sudV,Pg,Qg,PL,QL,CapSal,Pmin,Pmax,Harga,length:double;
    R,X,Lc,Tr,Tu,Su,VKonst,PKonst,Pbase,Vbase,dia:double;
begin
  try
    if OpenFileDialog1.Execute then
      begin
        NamaFile:=OpenDialog1.FileName;
        AssignFile(output,NamaFile);
        Reset(output);
        Readln(output,Nbus);
        Readln(output,Nsal);
        Readln(output,Vbase);
        Readln(output,VKonst);
        Readln(output,Pbase);
        Readln(output,PKonst);
        Readln(output,param);
        gParamLF.Vbase:=Vbase;
        gParamLF.VKonst:=VKonst;
        gParamLF.Pbase:=Pbase;
        gParamLF.PKonst:=PKonst;
        if Param=1 then
          begin
            gParamLF.ParamBranch:=pbPu;
          end
        else if Param=2 then
          begin
            gParamLF.ParamBranch:=pbOhm;
          end;
        gParamLF.MaxIterasi:=15;
        gParamLF.Toleransi:=0.0001;
      try
        frmInput:=TfrmInputLFChild.Create(Application);
        frmInput.cdtNbus.Text:=IntToStr(Nbus);

```

---

```

frmInput.edtNsal.Text:=IntToStr(Nsal);
frmInput.edtVbase.Text:=FloatToStr(Vbase);
if VKonst=1 then
begin
  frmInput.cmbVKonst.Text:='V';
end
else if VKonst=1000 then
begin
  frmInput.cmbVKonst.Text:='kV';
end
else if VKonst=1000000 then
begin
  frmInput.cmbVKonst.Text:='MV';
end;
frmInput.edtPbase.Text:=FloatToStr(Pbase);
if PKonst=1 then
begin
  frmInput.cmbPKonst.Text:='VA';
  frmInput.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (W)';
  frmInput.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (VAR)';
  frmInput.fgBus.Cells[5,0]:='PL (W)';
  frmInput.fgBus.Cells[6,0]:='QL (VAR)';
  frmInput.fgBranch.Cells[9,0] :='Kap (VA)';
end
else if PKonst=1000 then
begin
  frmInput.cmbPKonst.Text:='kVA';
  frmInput.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (kW)';
  frmInput.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (kVAR)';
  frmInput.fgBus.Cells[5,0]:='PL (kW)';
  frmInput.fgBus.Cells[6,0]:='QL (kVAR)';
  frmInput.fgBranch.Cells[9,0] :='Kap (kVA)';
end
else if PKonst=1000000 then
begin
  frmInput.cmbPKonst.Text:='MVA';
  frmInput.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (MW)';
  frmInput.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (MVAR)';
  frmInput.fgBus.Cells[5,0]:='PL (MW)';
  frmInput.fgBus.Cells[6,0]:='QL (MVAR)';
  frmInput.fgBranch.Cells[9,0] :='Kap (MVA)';
end;
if param=1 then
begin
  frmInput.cmbParam.Text:='pu';
  frmInput.fgBranch.Cells[3,0]:='R (pu)';

```

---

```

    frmInput.fgBranch.Cells[4,0]='X (pu)';
    frmInput.fgBranch.Cells[5,0]='Lc (pu)';
    frmInput.fgBus.Cells[7,0]='Cap (pu)';
end
else if param=2 then
begin
    frmInput.cmbParam.Text='ohm';
    frmInput.fgBranch.Cells[3,0]='R (ohm)';
    frmInput.fgBranch.Cells[4,0]='X (ohm)';
    frmInput.fgBranch.Cells[5,0]='Lc (ohm)';
    frmInput.fgBus.Cells[7,0]='Cap (ohm)';
end;
SetLength(gBus,Nbus);
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
    Readln(output,absV,sudV,Pg,Qg,Pl.,Ql.,Cap,Typ);
    gBus[i].absV:=absV;
    gBus[i].sudV:=sudV;
    gBus[i].Pgen:=Pg;
    gBus[i].Qgen:=Qg;
    gBus[i].Pl:=-Pl.;
    gBus[i].Ql:=Ql.;
    gBus[i].Cap:=Cap;
    gBus[i].typeBus:=Typ;
    frmInput.fgBus.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    frmInput.fgBus.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(absV);
    frmInput.fgBus.Cells[2,i+1]:=FloatToStr(sudV);
    frmInput.fgBus.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(Pg);
    frmInput.fgBus.Cells[4,i+1]:=FloatToStr(Qg);
    frmInput.fgBus.Cells[5,i+1]:=FloatToStr(Pl.);
    frmInput.fgBus.Cells[6,i+1]:=FloatToStr(Ql.);
    frmInput.fgBus.Cells[7,i+1]:=FloatToStr(Cap);
    frmInput.fgBus.Cells[8,i+1]:=IntToStr(typ);
end;
SetLength(gBranch,Nsal);
for i:=0 to Nsal-1 do
begin
    Readln(output,dari,ke,R,X,Lc,Tr,Tu,Su,CapSal);
    gBranch[i].dari:=dari;
    gBranch[i].ke:=ke;
    gBranch[i].R:=R;
    gBranch[i].X:=X;
    gBranch[i].Lc:=Lc;
    gBranch[i].Tr:=Tr;
    gBranch[i].Tu:=Tu;
    gBranch[i].Su:=Su;

```

---

```

gBranch[i].KapSal:=CapSal;
frmInput.fgBranch.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
frmInput.fgBranch.Cells[1,i+1]:=IntToStr(dari);
frmInput.fgBranch.Cells[2,i+1]:=IntToStr(ke);
frmInput.fgBranch.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(R);
frmInput.fgBranch.Cells[4,i+1]:=FloatToStr(X);
frmInput.fgBranch.Cells[5,i+1]:=FloatToStr(Lc);
frmInput.fgBranch.Cells[6,i+1]:=FloatToStr(Tr);
frmInput.fgBranch.Cells[7,i+1]:=FloatToStr(Tu);
frmInput.fgBranch.Cells[8,i+1]:=FloatToStr(Su);
frmInput.fgBranch.Cells[9,i+1]:=FloatToStr(CapSal);
end;
Readln(output,Ngen);
if Ngen<>0 then
begin
frmInput.fgGen.RowCount:=Ngen+1;
SetLength(gGenLF,Ngen);
for i:=0 to Ngen-1 do
begin
Readln(output,dari,R,X,Lc,Tr,Tu,Su,CapSal,Pmin,Pmax);
gGenLF[i].bus:=dari;
gGenLF[i].Qmin:=R;
gGenLF[i].Qmax:=X;
gGenLF[i].a2:=Lc;
gGenLF[i].a1:=Tr;
gGenLF[i].a0:=Tu;
gGenLF[i].FixCost:=Su;
gGenLF[i].VarCost:=CapSal;
gGenLF[i].Pmin:=Pmin;
gGenLF[i].Pmax:=Pmax;
frmInput.fgGen.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
frmInput.fgGen.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gGenLF[i].bus);
frmInput.fgGen.Cells[2,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Qmin,2);
frmInput.fgGen.Cells[3,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Qmax,2);
frmInput.fgGen.Cells[4,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].a2,5);
frmInput.fgGen.Cells[5,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].a1,5);
frmInput.fgGen.Cells[6,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].a0,5);
frmInput.fgGen.Cells[7,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].FixCost,2);
frmInput.fgGen.Cells[8,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].VarCost,2);
frmInput.fgGen.Cells[9,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Pmin,2);
frmInput.fgGen.Cells[10,i+1]:=RealToStr(gGenLF[i].Pmax,2);
end;
end
else
begin
frmInput.fgGen.RowCount:=2;

```

---



```
end;
CloseFile(output);
frmInput.Caption:='Tampilan Data';
frmInput.btnNext.Caption:='&Next';
frmInput.ShowModal;
finally
    frmInput.Free;
end;
end;
except
    MessageDlg('File Corrupt atau Error Program!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
end;

end.
```

---

```
object frmHasil: TfrmHasil
  Left = 211
  Top = 117
  Width = 610
  Height = 451
  BorderIcons = [biSystemMenu, biMinimize]
  Caption = 'Hasil Loadflow'
  Color = clBtnFace
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = []
  OldCreateOrder = False
  Position = poScreenCenter
  OnCreate = FormCreate
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 13
  object PageControl1: TPageControl
    Left = 8
    Top = 8
    Width = 585
    Height = 345
    ActivePage = TabSheet3
    TabOrder = 0
    object TabSheet3: TTabSheet
      Caption = 'T.F Awal'
      ImageIndex = 2
      object fgBus: TStringGrid
        Left = 0
        Top = 0
        Width = 577
        Height = 313
        ColCount = 9
        DefaultColWidth = 30
        DefaultRowHeight = 18
        RowCount = 2
        Options = [goFixedVertLine, goFixedHorzLine, goVertLine, goHorzLine,
goRangeSelect, goEditing]
        TabOrder = 0
        ColWidths = (
          30
          60
          61
          67
          65
```

---

```
        61
        60
        61
        61)
    end
end
object TabSheet4: TTabSheet
    Caption = 'Aliran Daya'
    ImageIndex = 3
    object fgBranch: TStringGrid
        Left = 0
        Top = 4
        Width = 577
        Height = 309
        ColCount = 13
        DefaultColWidth = 35
        DefaultRowHeight = 18
        RowCount = 2
        TabOrder = 0
        ColWidths = (
            35
            35
            35
            72
            73
            71
            72
            35
            35
            72
            72
            72
            71)
    end
end
object TabSheet9: TTabSheet
    Caption = 'Summary'
    ImageIndex = 8
    object GroupBox6: TGroupBox
        Left = 8
        Top = 8
        Width = 369
        Height = 169
        Caption = 'Summary Loadflow'
        TabOrder = 0
        object Label8: TLabel
```

---

```
Left = 16
Top = 24
Width = 104
Height = 13
Caption = 'Jumlah Pembangkitan'
end
object Label9: TLabel
Left = 16
Top = 48
Width = 99
Height = 13
Caption = 'Jumlah Pembebanan'
end
object Label10: TLabel
Left = 16
Top = 72
Width = 83
Height = 13
Caption = 'Jumlah Rugi-Rugi'
end
object Label11: TLabel
Left = 16
Top = 96
Width = 28
Height = 13
Caption = 'Iterasi'
end
object Label12: TLabel
Left = 16
Top = 120
Width = 66
Height = 13
Caption = 'Waktu Hitung'
end
object lblGen: TLabel
Left = 304
Top = 24
Width = 30
Height = 13
Caption = 'lblGen'
end
object lblLoad: TLabel
Left = 304
Top = 48
Width = 34
Height = 13
```

---

```
    Caption = 'lblLoad'
end
object lblLoss: TLabel
    Left = 304
    Top = 72
    Width = 32
    Height = 13
    Caption = 'lblLoss'
end
object Label26: TLabel
    Left = 128
    Top = 144
    Width = 128
    Height = 13
    Caption = '(jam : menit : detik ; mdetik)'
end
object edtSumGen: TEdit
    Left = 128
    Top = 24
    Width = 169
    Height = 21
    TabOrder = 0
end
object edtSumLoad: TEdit
    Left = 128
    Top = 48
    Width = 169
    Height = 21
    TabOrder = 1
end
object edtSumLoss: TEdit
    Left = 128
    Top = 72
    Width = 169
    Height = 21
    TabOrder = 2
end
object edtIterasi: TEdit
    Left = 128
    Top = 96
    Width = 57
    Height = 21
    TabOrder = 3
end
object edtTime: TEdit
    Left = 128
```

---

```
    Top = 120
    Width = 169
    Height = 21
    TabOrder = 4
end
end
end
object TabSheet8: TTabSheet
  Caption = 'Parameter'
  ImageIndex = 8
  object GroupBox2: TGroupBox
    Left = 8
    Top = 8
    Width = 265
    Height = 257
    Caption = 'Parameter Simulated Annealing Two Layer'
    TabOrder = 0
    object Label6: TLabel
      Left = 16
      Top = 24
      Width = 64
      Height = 13
      Caption = 'Jumlah Iterasi'
    end
    object Label7: TLabel
      Left = 16
      Top = 48
      Width = 98
      Height = 13
      Caption = 'Konstanta Pendingin'
    end
    object Label13: TLabel
      Left = 16
      Top = 72
      Width = 64
      Height = 13
      Caption = 'Konstanta X0'
    end
    object Label14: TLabel
      Left = 16
      Top = 96
      Width = 70
      Height = 13
      Caption = 'Konstanta Flip'
    end
    object Label15: TLabel
```

---

```
Left = 16
Top = 120
Width = 101
Height = 13
Caption = 'Jumlah Pendingan'
end
object edtNCool: TEdit
Left = 152
Top = 120
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 0
end
object edtflip: TEdit
Left = 152
Top = 96
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 1
end
object edtT0: TEdit
Left = 152
Top = 72
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 2
end
object edtR: TEdit
Left = 152
Top = 48
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 3
end
object edtIteSA: TEdit
Left = 152
Top = 24
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 4
end
end
object GroupBox3: TGroupBox
Left = 296
Top = 8
Width = 273
```

---

```
Height = 257
Caption = 'Parameter Objective Function'
TabOrder = 1
object Label16: TLabel
  Left = 16
  Top = 24
  Width = 61
  Height = 13
  Caption = 'Jumlah Bank'
end
object Label17: TLabel
  Left = 16
  Top = 48
  Width = 74
  Height = 13
  Caption = 'Kapasitas Bank'
end
object Label18: TLabel
  Left = 16
  Top = 72
  Width = 72
  Height = 13
  Caption = 'Konstanta KeD'
end
object Label19: TLabel
  Left = 16
  Top = 96
  Width = 64
  Height = 13
  Caption = 'Konstanta Sc'
end
object Label20: TLabel
  Left = 16
  Top = 120
  Width = 61
  Height = 13
  Caption = 'Konstanta Sr'
end
object Label21: TLabel
  Left = 16
  Top = 144
  Width = 59
  Height = 13
  Caption = 'Konstanta D'
end
object Label22: TLabel
```

---



```
Left = 16
Top = 168
Width = 88
Height = 13
Caption = 'Konstanta Lamdas'
end
object Label23: TLabel
Left = 16
Top = 192
Width = 79
Height = 13
Caption = 'Batas Tegangan'
end
object Label24: TLabel
Left = 16
Top = 216
Width = 98
Height = 13
Caption = 'Jumlah Pemasangan'
end
object edtNBank: TEdit
Left = 120
Top = 24
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 0
end
object edtKapBank: TEdit
Left = 120
Top = 48
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 1
end
object edtKeD: TEdit
Left = 120
Top = 72
Width = 65
Height = 21
TabOrder = 2
end
object edtSc: TEdit
Left = 120
Top = 96
Width = 65
Height = 21
```

---

```
    TabOrder = 3
end
object edtSr: TEdit
    Left = 120
    Top = 120
    Width = 65
    Height = 21
    TabOrder = 4
end
object edtD: TEdit
    Left = 120
    Top = 144
    Width = 65
    Height = 21
    TabOrder = 5
end
object edtLamda: TEdit
    Left = 120
    Top = 168
    Width = 65
    Height = 21
    TabOrder = 6
end
object edtVmin: TEdit
    Left = 120
    Top = 192
    Width = 41
    Height = 21
    TabOrder = 7
end
object edtVmax: TEdit
    Left = 160
    Top = 192
    Width = 41
    Height = 21
    TabOrder = 8
end
object edtNAlat: TEdit
    Left = 120
    Top = 216
    Width = 65
    Height = 21
    TabOrder = 9
end
end
object Button1: TButton
```

---

```

    Left = 8
    Top = 272
    Width = 81
    Height = 25
    Caption = '&Use Default'
    TabOrder = 2
    OnClick = Button1Click
end
end
object TabSheet1: TTabSheet
    Caption = 'LF Akhir'
    ImageIndex = 4
    object fgBus2: TStringGrid
        Left = 0
        Top = 0
        Width = 577
        Height = 313
        ColCount = 9
        DefaultColWidth = 30
        DefaultRowHeight = 18
        RowCount = 2
        Options = [goFixedVertLine, goFixedHorzLine, goVertLine, goHorzLine,
goRangeSelect, goEditing]
        TabOrder = 0
        ColWidths = (
            30
            60
            61
            67
            65
            61
            60
            61
            61)
    end
end
object TabSheet2: TTabSheet
    Caption = 'Aliran Daya'
    ImageIndex = 5
    object fgBranch2: TStringGrid
        Left = 0
        Top = 4
        Width = 577
        Height = 309
        ColCount = 13
        DefaultColWidth = 35

```

---

```
DefaultRowHeight = 18
RowCount = 2
TabOrder = 0
ColWidths = (
  35
  35
  35
  72
  73
  71
  72
  35
  35
  72
  72
  72
  71)
end
end
object TabSheet5: TTabSheet
  Caption = 'Summary'
  ImageIndex = 6
  object GroupBox1: TGroupBox
    Left = 8
    Top = 8
    Width = 369
    Height = 169
    Caption = 'Summary Loadflow'
    TabOrder = 0
    object Label1: TLabel
      Left = 16
      Top = 24
      Width = 104
      Height = 13
      Caption = 'Jumlah Pembangkitan'
    end
    object Label2: TLabel
      Left = 16
      Top = 48
      Width = 99
      Height = 13
      Caption = 'Jumlah Pembebanan'
    end
    object Label3: TLabel
      Left = 16
      Top = 72
```

---

```
    Width = 83
    Height = 13
    Caption = 'Jumlah Rugi-Rugi'
end
object Label4: TLabel
    Left = 16
    Top = 96
    Width = 28
    Height = 13
    Caption = 'Iterasi'
end
object Label5: TLabel
    Left = 16
    Top = 120
    Width = 66
    Height = 13
    Caption = 'Waktu Hitung'
end
object lblGen2: TLabel
    Left = 304
    Top = 24
    Width = 30
    Height = 13
    Caption = 'lblGen'
end
object lblLoad2: TLabel
    Left = 304
    Top = 48
    Width = 34
    Height = 13
    Caption = 'lblLoad'
end
object lblLoss2: TLabel
    Left = 304
    Top = 72
    Width = 32
    Height = 13
    Caption = 'lblLoss'
end
object Label25: TLabel
    Left = 128
    Top = 144
    Width = 128
    Height = 13
    Caption = '(jam : menit : detik : mdetik)'
end
```

---

```
object edtSumGen2: TEdit
  Left = 128
  Top = 24
  Width = 169
  Height = 21
  TabOrder = 0
end
object edtSumLoad2: TEdit
  Left = 128
  Top = 48
  Width = 169
  Height = 21
  TabOrder = 1
end
object edtSumLoss2: TEdit
  Left = 128
  Top = 72
  Width = 169
  Height = 21
  TabOrder = 2
end
object edtIterasi2: TEdit
  Left = 128
  Top = 96
  Width = 57
  Height = 21
  TabOrder = 3
end
object edtTime2: TEdit
  Left = 128
  Top = 120
  Width = 169
  Height = 21
  TabOrder = 4
end
end
end
object TabSheet6: TTabSheet
  Caption = 'Grafik V'
  ImageIndex = 7
  object Chart1: TChart
    Left = 8
    Top = 8
    Width = 561
    Height = 305
    BackWall.Brush.Color = clWhite
```

---

```
BackWall.Brush.Style = bsClear
Gradient.Visible = True
Title.Text.Strings = (
  'Grafik Perbandingan Tegangan ')
BottomAxis.Title.Caption = 'Bus'
LeftAxis.Automatic = False
LeftAxis.AutomaticMaximum = False
LeftAxis.AutomaticMinimum = False
LeftAxis.Maximum = 1.10000000000000000000
LeftAxis.Minimum = 0.90000000000000000000
LeftAxis.Title.Caption = 'Tegangan (pu)'
View3D = False
TabOrder = 0
object Series1: TLineSeries
  Marks.ArrowLength = 8
  Marks.Visible = False
  SeriesColor = clBlue
  Title = 'Sebelum'
  Pointer.InflateMargins = True
  Pointer.Style = psRectangle
  Pointer.Visible = False
  XValues.DateTime = False
  XValues.Name = 'X'
  XValues.Multiplier = 1.00000000000000000000
  XValues.Order = loAscending
  YValues.DateTime = False
  YValues.Name = 'Y'
  YValues.Multiplier = 1.00000000000000000000
  YValues.Order = loNone
end
object Series2: TLineSeries
  Marks.ArrowLength = 8
  Marks.Visible = False
  SeriesColor = clRed
  Title = 'Sesudah'
  Pointer.InflateMargins = True
  Pointer.Style = psRectangle
  Pointer.Visible = False
  XValues.DateTime = False
  XValues.Name = 'X'
  XValues.Multiplier = 1.00000000000000000000
  XValues.Order = loAscending
  YValues.DateTime = False
  YValues.Name = 'Y'
  YValues.Multiplier = 1.00000000000000000000
  YValues.Order = loNone
```

---

```
    end
  end
end
object TabSheet7: TTabSheet
  Caption = 'Hasil'
  ImageIndex = 8
object PageControl2: TPageControl
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 577
  Height = 313
  ActivePage = TabSheet10
  Style = tsFlatButtons
  TabOrder = 0
object TabSheet10: TTabSheet
  Caption = 'Hasil SA'
  object Label28: TLabel
    Left = 8
    Top = 8
    Width = 148
    Height = 13
    Caption = 'Penempatan Capacitor Reaktor'
  end
  object fgHasilSA: TStringGrid
    Left = 8
    Top = 24
    Width = 233
    Height = 249
    ColCount = 4
    DefaultColWidth = 35
    DefaultRowHeight = 18
    RowCount = 4
    TabOrder = 0
    ColWidths = (
      35
      47
      43
      71)
  end
  object GroupBox4: TGroupBox
    Left = 256
    Top = 8
    Width = 305
    Height = 89
    Caption = 'Kondisi Sebelum'
    TabOrder = 1
```

---



```
object Label27: TLabel
  Left = 16
  Top = 24
  Width = 46
  Height = 13
  Caption = 'Cost Loss'
end
object Label29: TLabel
  Left = 16
  Top = 48
  Width = 57
  Height = 13
  Caption = 'Delta V max'
end
object edtCostLoss1: TEdit
  Left = 96
  Top = 24
  Width = 137
  Height = 21
  TabOrder = 0
end
object edtdVmax1: TEdit
  Left = 96
  Top = 48
  Width = 65
  Height = 21
  TabOrder = 1
end
end
object GroupBox5: TGroupBox
  Left = 256
  Top = 112
  Width = 305
  Height = 113
  Caption = 'Kondisi Sesudah'
  TabOrder = 2
  object Label30: TLabel
    Left = 16
    Top = 24
    Width = 46
    Height = 13
    Caption = 'Cost Loss'
  end
  object Label31: TLabel
    Left = 16
    Top = 72
```

---

```
    Width = 57
    Height = 13
    Caption = 'Delta V max'
end
object Label32: TLabel
    Left = 16
    Top = 48
    Width = 73
    Height = 13
    Caption = 'Invesment Cost'
end
object edtCostLoss2: TEdit
    Left = 96
    Top = 24
    Width = 137
    Height = 21
    TabOrder = 0
end
object edtdVmax2: TEdit
    Left = 96
    Top = 72
    Width = 65
    Height = 21
    TabOrder = 1
end
object edtInvCost: TEdit
    Left = 96
    Top = 48
    Width = 137
    Height = 21
    TabOrder = 2
end
end
end
end
end
end
object Panel1: TPanel
    Left = 8
    Top = 352
    Width = 585
    Height = 57
    TabOrder = 1
    object btnClose: TButton
        Left = 512
        Top = 16
```

---

```
Width = 65
Height = 25
Caption = '&Close'
TabOrder = 0
OnClick = btnCloseClick
end
object btnLFAwal: TButton
Left = 440
Top = 16
Width = 65
Height = 25
Caption = '&LF Awal'
TabOrder = 1
OnClick = btnLFAwalClick
end
object btnHitung: TButton
Left = 360
Top = 16
Width = 73
Height = 25
Caption = '&Hitung'
Enabled = False
TabOrder = 2
OnClick = btnHitungClick
end
object pbGen: TProgressBar
Left = 8
Top = 16
Width = 345
Height = 17
TabOrder = 3
end
end
end
```