

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



**ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN DAYA
REAKTIF DENGAN METODE *HEURISTYC MODELING -
APPROXIMATE REASONING* PADA SALURAN TRANSMISI
150 KV SUB - SISTEM PAITON - BALI**

SKRIPSI

Disusun oleh:
TRI SETIYANTO
00.12.142

DESEMBER 2005

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FASILITAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONVERSI ENERGI LISTRIK (S-1)

ANALISA KONDISI KONTROL TECNOLOGI DAN DATA
REAKTIF DENGAN METODE NEURISTIC MODELLING -
APPROXIMATE REASONING PADA SALURAN TRANSMISI
150 KV SUB - SISTEM PATTOK - BULL

SKRIPSI

Disusun oleh:
DAN ARYANTO
06.12.142

DESEMBER 2003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN DAYA REAKTIF DENGAN METODE *HEURISTYC MODELING* – *APPROXIMATE REASONING* PADA SALURAN TRANSMISI 150KV SUB - SISTEM PAITON - BALI

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :
TRI SETIYANTO
NIM. 00.12.142



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir.H. Choiri
NIP.130703042

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



Skripsi Ini Aku Persembahkan Kepada:

Bapak dan Ibu terima kasih atas doanya sehingga aku dapat
cepat lulus dan mohon maaf kalau selama ini
sudah menyusahkan

(Pak, Buk, ...! kapan aku dirabe'kne'?)

Mbak Lilik / mas Antok dan Laras terima kasih atas
bimbingannya dan tempat tinggalnya

Mbak Tanti terima kasih atas doa dan bantuan dananya

Pak Lik Panut / Bulik Sum dan Ilham terima kasih

Atas wira-wirinya dan doanya, Ne'ne'ku tersayang,

Mbah ...! putumu wis lulus terima kasih doanya

My family : Keluarga Pakde' Warno/Erna, Bude' Muji,

Mbokde' Biatun terima kasih doanya dan saudara yang lain
yang tidak bisa saya sebutkan

Bolo-Bolo Kurowo: Toni trim's komputernya semoga cepet
lulus.! Gondrong sing sabar yoo...!, Kenthit kapan rabi...?,
Jipang dadio dukun wae'..!, Mbah Hendrik trim's celananya,
Cepuk jeruu ...! Ceme'ng adimu kok ayu..!, Me'ngong ndang rabi
wae', Gundul ojo kake'an "kok" ..! Anton ST juragan jimat', Kenthus
ce'wekmu sing ngendi..? Kukuh ST undangi lho..!, Tajus trim's wira-
wirinya ke Sby, Mak Yo ST, & Suntoro

Bolo-Bolo Poker : Ki Anam, Ki Hafidz Ki Catur, Mas Tery, Kimbun,
Nanang, Omy dan Marley cs matur suwun dongane'

Motto : Dadio Wong Sing Sabar Lan Luhur Budi Pekertimu Supoyo
Ditresnani Sa'podomu Lan Pinaringan Rahayu soko
Pange'ranmu.

(Tri Setiyanto, ST)

Dosen Pembimbingku : Bpk Ir. H. Choiri, yang dengan sabar membimbingku dari awal sampai selesainya skripsi ini, semoga Alloh

SWT membalas semua kebaikan Bapak, Amiin....!

Dosen Pengujiku : Bpk Ir. Soemarwanto & Ir.M. Abdul Hamid, MT,

terima kasih telah meluluskan saya dengan nilai B⁺

walaupun agak ruwet dan mbulet.

My Programer : Mas Hugro sekeluarga, trim's atas bantuanya

dalam menyelesaikan program skripsi saya.

Temen² satu bimbingan : Lukman, Hendra, Dwi, Alfian, Semoga

cepat dapat kerjaan dan istri yang cantik

(tapi undangane` ojo` lali lho re`k), Amiin....!

Temen² satu angkatan :

MamatST, Mia ST, Sastro, Kaktus,

Johan, Paulus, Jisrel, Fizenzo, Merry, Eko, Dito,

,Surya, Randy, Giri, Agus, Aris, Iswan, Samsurimin, Mega, Handi, Ade,

Nyoman, Ridwan, Komeng, Kholqi, Afandi, Mak Tom, Agung,

Denny ST, Ian ST, Benny, Desta, Agung, Sonny(ojo` ngisruhi

wae..!), Ani, Eni, Tini, Johan, Tomy, Pire`, Ali, Erwin,

Samsi, Samsu, Wawan, Alif, Daud,

Gus Dur, Joko, Budi, Tholib, Abas, Anton, Andil, Mardiono dan Semua

teman² yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu sepurane`

yoo re`k,! terima kasih semuanya

Semoga Alloh SWT selalu melindungi kita semua

Amiin....!

ABSTRAKSI

ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN DAYA REAKTIF DENGAN METODE *HEURISTYC MODELING – APPROXIMATE REASONING* PADA SALURAN TRANSMISI 150KV SUB - SISTEM PAITON - BALI

(Tri setiyanto, Nim. 00.12142, Teknik Elektro Energi Listrik S-1)
(Dosen Pembimbing : Ir.H Choiri)

Kata Kunci: voltage-reactive power control by heuristic modeling-approximate reasoning.

Adanya persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu, sehingga menimbulkan permasalahan yaitu bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat dengan kualitas baik. Oleh karena itu perlu adanya suatu kontrol tegangan/daya reaktif pada suatu sistem tenaga listrik sehingga daya yang dibangkitkan cukup untuk memasok beban ditambah rugi-rugi daya pada saluran transmisi.

Skripsi ini menganalisa kontrol tegangan/daya reaktif dengan metode Heuristic Modeling-Approximate Reasoning. Hasil dari analisa tersebut nantinya dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam operasi pembangkitan dan penyaluran daya yang optimal, terutama mengenai optimasi pengaturan kontrol tegangan/daya reaktif. Input dari program ini adalah data pembangkitan /pembebanan dan data saluran transmisi 150 kV sub system Paiton-Bali, sedangkan hasil akhir dari program ini yaitu hasil perhitungan aliran daya, tegangan, sudut fasa tiap-tiap bus dan total rugi-rugi pada saluran transmisi.

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 dilakukan pengurangan rugi-rugi pada saluran transmisi dari 69.607 MW + j17.225 MVAR turun menjadi 65.323 MW+ j10.863 MVAR.

KATA PENGANTAR

Dengan rahmat Allah SWT, dan mengucapkan syukur kehadiran-Nya atas karunia yang dilimpahkan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN DAYA REAKTIF DENGAN METODE *HEURISTYC MODELING – APPROXIMATE REASONING* PADA SALURAN TRANSMISI 150KV SUB - SISTEM PAITON - BALI “**.

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

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

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

1. Bapak Dr. Ir.Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F Yudi Limpraptono, MT, selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro ITN Malang.
3. Bapak Ir. H. Choiri, selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak Soejono, selaku pembimbing lapangan di PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali.

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

Malang, September 2005

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
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
1.7. Relevansi	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. Sistem Tenaga Listrik	5
2.2. Saluran Transmisi	5
2.3. Konstanta Pada Saluran Transmisi.....	6
2.3.1. Resistansi	6

IN HAITI

1	.....	1.1	.....
2	.....	1.2	.....
3	.....	1.3	.....
4	.....	1.4	.....
5	.....	1.5	.....
6	.....	1.6	.....
7	.....	1.7	.....
8	.....	1.8	.....
9	.....	1.9	.....
10	.....	1.10	.....
11	.....	1.11	.....
12	.....	1.12	.....
13	.....	1.13	.....
14	.....	1.14	.....
15	.....	1.15	.....
16	.....	1.16	.....
17	.....	1.17	.....
18	.....	1.18	.....
19	.....	1.19	.....
20	.....	1.20	.....
21	.....	1.21	.....
22	.....	1.22	.....
23	.....	1.23	.....
24	.....	1.24	.....
25	.....	1.25	.....
26	.....	1.26	.....
27	.....	1.27	.....
28	.....	1.28	.....
29	.....	1.29	.....
30	.....	1.30	.....
31	.....	1.31	.....
32	.....	1.32	.....
33	.....	1.33	.....
34	.....	1.34	.....
35	.....	1.35	.....
36	.....	1.36	.....
37	.....	1.37	.....
38	.....	1.38	.....
39	.....	1.39	.....
40	.....	1.40	.....
41	.....	1.41	.....
42	.....	1.42	.....
43	.....	1.43	.....
44	.....	1.44	.....
45	.....	1.45	.....
46	.....	1.46	.....
47	.....	1.47	.....
48	.....	1.48	.....
49	.....	1.49	.....
50	.....	1.50	.....
51	.....	1.51	.....
52	.....	1.52	.....
53	.....	1.53	.....
54	.....	1.54	.....
55	.....	1.55	.....
56	.....	1.56	.....
57	.....	1.57	.....
58	.....	1.58	.....
59	.....	1.59	.....
60	.....	1.60	.....
61	.....	1.61	.....
62	.....	1.62	.....
63	.....	1.63	.....
64	.....	1.64	.....
65	.....	1.65	.....
66	.....	1.66	.....
67	.....	1.67	.....
68	.....	1.68	.....
69	.....	1.69	.....
70	.....	1.70	.....
71	.....	1.71	.....
72	.....	1.72	.....
73	.....	1.73	.....
74	.....	1.74	.....
75	.....	1.75	.....
76	.....	1.76	.....
77	.....	1.77	.....
78	.....	1.78	.....
79	.....	1.79	.....
80	.....	1.80	.....
81	.....	1.81	.....
82	.....	1.82	.....
83	.....	1.83	.....
84	.....	1.84	.....
85	.....	1.85	.....
86	.....	1.86	.....
87	.....	1.87	.....
88	.....	1.88	.....
89	.....	1.89	.....
90	.....	1.90	.....
91	.....	1.91	.....
92	.....	1.92	.....
93	.....	1.93	.....
94	.....	1.94	.....
95	.....	1.95	.....
96	.....	1.96	.....
97	.....	1.97	.....
98	.....	1.98	.....
99	.....	1.99	.....
100	.....	2.00	.....

2.3.2. Induktansi	7
2.3.3. Kapasitansi	7
2.4. Tegangan Transmisi	7
2.5. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik	8
2.6. Daya Reaktif.....	9
2.7. Pengaruh Daya Reaktif Terhadap Tegangan.....	10
2.8. Pengaturan Tegangan dan Daya Reaktif.....	12
2.8.1. Pengaturan Eksitasi Generator	12
2.8.2. Pengaturan Dengan Peralatan Kompensasi Daya Reaktif	13
2.8.2.1.Kapasitor Shunt.....	14
2.8.2.2.Reaktor Shunt.....	15
BAB III PERANCANGAN PROGRAM SIMULASI	18
3.1. Analisa Aliran Daya	19
3.1.1. Analisa Aliran Daya Dengan Metode Newton-Rhapson	19
3.1.2. Klasifikasi Bus	24
3.2. Analisa Sensitivitas	26
3.3. Teori Dasar Pengaturan Tegangan Dan Daya Reaktif Dengan Menggunakan Metode Heurystic Modeling-Approximate Reasoning	28
3.4. Perumusan Kontrol Tegangan Dan Daya Reaktif Dengan Menggunakan Metode Heurystic Modeling-Approximate Reasoning	29
3.4.1. Kontrol Tegangan Sistem.....	29
3.4.2. Variabel-Variabel Linguistik	31
3.4.2.1. Kondisi-Kondisi Tegangan Bus	32

3.4.3.1. Կապիկ-Կապիկ լեռնային լիճ	30
3.4.3. Կապիկ-Կապիկ լեռնային	31
3.4.4. Կոման լեռնային ձիթան	30
Կոման լեռնային ձիթանի մոտակայում գտնվող լեռնային	30
3.4. Երևանի քաղաքի լեռնային լիճ և Կապիկ լեռնային լեռնային	
Կոման լեռնային ձիթանի մոտակայում գտնվող լեռնային	32
3.5. Լեռն լիճ, Կոման լեռնային լիճ և Կապիկ լեռնային լեռնային	
3.5. Կապիկ լեռնային ձիթան	30
3.1.3. Կապիկ լիճ	34
3.1.1. Կապիկ լիճի լիճի լեռնային լիճի և Կապիկ լեռնային	10
3.1. Կապիկ լիճի լիճի	10
ԿԱՅԻՆ ԵՐԱՄԱՍԿԱՆԱԿԱՆ ԲՈՒՄԱՆ ԶԻՄՈՒՄ	12
3.8.3.3. Կապիկ ձիթան	12
3.8.3.1. Կապիկ ձիթան	14
3.8.3. Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի Կապիկ	12
3.8.1. Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի	15
3.8. Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի	12
3.4. Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի	10
3.6. Կապիկ ձիթանի	6
3.2. Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի Կապիկ ձիթանի	2
3.4. Կապիկ ձիթանի	2
3.1.3. Կապիկ ձիթանի	2
3.1.3. Կապիկ ձիթանի	2

3.4.2.2. Pengaruh Kontrol 33

3.4.2.2. Penyesuaian Batas Pengontrol 34

3.4.3. Kontrol Tegangan Berdasar Atas Metode Heurystic Modeling-Approximate Reasoning 35

3.4.4. Algoritma Program..... 37

3.4.5. Flowchart Program..... 39

BAB IV SIMULASI DAN ANALISA 40

4.1. Program Komputer Kontrol Daya Reaktif Dan Tegangan Menggunakan Metode Heurystic Modeling-Approximate Reasoning 40

4.1.1. Algoritma Program 40

4.1.2. *Flowchart* Program 43

4.2. Diagram Segaris Dan Penomoran Bus Jaringan Sistem Tenaga Listrik Sub Sistem Paiton-Bali 46

4.3. Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali 48

4.4. Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali 49

4.5. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan 50

4.6. Analisa Data dan Hasil Perhitungan Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode Heurystic Modeling-Approximate Reasoning Pada Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali 57

4.6.1. Hasil Perhitungan Sebelum Optimasi 57

4.6.2. Hasil Perhitungan Setelah Optimasi 59

4.8. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Heurystic Modeling-Approximate Reasoning..... 61

4.7.1. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus 61

4.8.3. Perbandingan Tingkat Daya Aktif Dan Reaktif Sebelum Dan
Sesudah Optimasi Pada Setiap Bus..... 62

4.7.1. Perbandingan Tingkat Rugi-Rugi Daya Pada Saluran 63

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 64

5.1. Kesimpulan 64

5.2. Saran..... 65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

ԳԱՆՈՒԿԱՆ

ԾԱՆԵԼՄԱՆ ԲՈՅՈՒՆԿԱՆ

2.3. Հոգևոր	92
2.4. Կենսաբան	94
ԽՄԻՆԱԿԱՆ ԿԵՆՈՒՄՆԵՐԱՆ ԾԱՆՈՒՄԸ	94
4.3.1. Բարձրագույն լիցիտի կրթ-թոշիկի իրաւ իրաւ թուան	95
Հասկերի ընդհանուր կարգ շարքի մոտ	95
4.3.3. Բարձրագույն լիցիտի իրաւ թուան զգուշ թուան թուան	
4.3.4. Բարձրագույն լիցիտի թուան թուան թուան թուան թուան թուան	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Rangkaian Ekvivalen Saluran Transmisi	6
Gambar 2.2.	Representasi Segitiga Daya.....	8
Gambar 2.3.	Aliran Daya Melalui Saluran Pendek.....	10
Gambar 2.4.	Perubahan Tegangan Sebagai Fungsi Aliran Daya Reaktif	11
Gambar 2.5.	Eksitasi Generator	13
Gambar 2.6.	Kapasitor Pada Simpul Beban.....	14
Gambar 2.7.	Rangkaian Ekvivalen Pemasngan Kapasitor Dalam Bentuk Thevenin ...	14
Gambar 2.8.	Diagram Kapasitor Sebelum Dihubungkan Dengan Saklar Tertutup	15
Gambar 3.1.	Variabel-Variabel Linguistik Kontrol Daya reaktif Dan Tegangan.....	32
Gambar 3.2.	Flowchart Program.....	39
Gambar 4.1.	<i>Flowchart</i> Perhitungan Aliran Daya Metode <i>Newton Rapshon</i>	43
Gambar 4.2.	<i>Flowchart</i> Perhitungan Faktor Sensitivitas.....	44
Gambar 4.3.	<i>Flowchart</i> Perhitungan Kontrol Tegangan/Daya Reaktif Dengan Metode Heurystic Modeling-Approximate Reasoning	45
Gambar 4.4.	Diagram Segaris Jaringan Sistem Transmisi Listrik 150 kV Paiton-Bali	46
Gambar 4.5.	Tampilan Utama Program	50
Gambar 4.6.	Tampilan Masukan Data	50
Gambar 4.7.	Tampilan Data Bus.....	51
Gambar 4.8.	Tampilan Data Saluran	51
Gambar 4.9.	Tampilan Data Generator	52

DAFTAR GAMBAR

3	Gambar 3.1. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
4	Gambar 3.2. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
10	Gambar 3.3. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
11	Gambar 3.4. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
12	Gambar 3.5. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
14	Gambar 3.6. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
14	Gambar 3.7. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
15	Gambar 3.8. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
22	Gambar 3.9. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
29	Gambar 3.10. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
43	Gambar 4.1. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
44	Gambar 4.2. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
45	Gambar 4.3. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
46	Gambar 4.4. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
47	Gambar 4.5. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
48	Gambar 4.6. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
49	Gambar 4.7. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
50	Gambar 4.8. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi
51	Gambar 4.9. Rangkaian Elektron Sistem Transmisi

Gambar 4.10. Tampilan Hasil *Load flow* Pada Kondisi Awal (Sebelum Optimasi) 52

Gambar 4.11. Tampilan Hasil Aliran Daya Pada Kondisi Awal (Sebelum Optimasi).. 53

Gambar 4.12. Tampilan *Summary Load Flow* (Sebelum Optimasi)..... 53

Gambar 4.13. Tampilan Sensitivitas 54

Gambar 4.14. Tampilan Program Heuristic Modeling-Approximate Reasoning 54

Gambar 4.15. Tampilan Hasil *Load flow* Pada Kondisi Akhir (Setelah Optimasi)..... 55

Gambar 4.16. Tampilan Hasil Aliran Daya Pada Kondisi Akhir (Setelah Optimasi) .. 55

Gambar 4.17. Tampilan *Summary Load flow* (Setelah Optimasi) 56

22	Gambar 4.10. Tampilan Hasil Asesmen Peta Kandang Awa (Sebelum Optimalisasi) ...
23	Gambar 4.11. Tampilan Hasil Asesmen Peta Kandang Awa (Sebelum Optimalisasi) ..
23	Gambar 4.12. Tampilan Diagram Alir (Sebelum Optimalisasi).....
24	Gambar 4.13. Tampilan Hasil Optimalisasi
24	Gambar 4.14. Tampilan Diagram Alir dan Algoritma Optimalisasi Kandang
25	Gambar 4.15. Tampilan Hasil Asesmen Peta Kandang Akhri (Sebelum Optimalisasi).....
25	Gambar 4.16. Tampilan Hasil Asesmen Peta Kandang Akhri (Sebelum Optimalisasi) ..
26	Gambar 4.17. Tampilan Diagram Alir (Sebelum Optimalisasi)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Penomoran Bus 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali.....	47
Tabel 4.2.	Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali	48
Tabel 4.3.	Data Saluran Transmisi 150 kV sub Sistem Paiton dan Bali.....	49
Tabel 4.4.	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Sebelum Optimasi	57
Tabel 4.5.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Optimasi	58
Tabel 4.6.	Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Optimasi	59
Tabel 4.7.	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Setelah Optimasi	59
Tabel 4.8.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Setelah Optimasi	60
Tabel 4.9.	Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Setelah Optimasi	61
Tabel 4.10.	Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus	61
Tabel 4.19.	Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif DanReaktif Sebelun dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus.....	62

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Perbandingan Tegangan Sebelum Dan Sesudah Optimasi.....	56
Grafik 4.2. Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Dan Setelah Optimasi.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari – hari energi listrik memegang peranan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan manusia. Untuk itu dalam penyediaan tenaga listrik perlu adanya suatu perencanaan operasi sistem tenaga listrik yang efisien dan handal untuk meminimalisasi rugi – rugi daya dan agar profil tegangan tetap terjaga. Dan variabel yang terkait langsung adalah pengaturan tegangan dan pengaturan daya reaktif. Untuk mendapatkan tegangan yang sesuai dengan batas – batas yang diinginkan sistem daya dilengkapi dengan banyak alat pengontrol tegangan seperti generator, trafo pengubah tap, kapasitor / reactor shunt, kondenser sinkron, dan static var kompensator. Baik pada beban yang bervariasi atau perubahan konfigurasi pada jaringan, kontrol *real time* dengan alat pengontrol sangat dibutuhkan untuk mengurangi permasalahan yang disebabkan oleh gangguan. Sasaran yang utama dari pengontrolan daya reaktif adalah

1. Untuk meningkatkan profil tegangan.
2. Untuk meminimalisasi rugi – rugi system.

Pada metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning* ini menyajikan suatu pendekatan yang fleksibel terhadap kontrol tegangan dan daya reaktif yang terkoordinasi dalam rangka untuk meningkatkan keamanan tegangan dari suatu sistem tenaga listrik. Strategi kontrol ini dinyatakan dengan aturan – aturan yang sederhana, yang mengukur keadaan system dengan kondisi – kondisi pengoperasian tertentu, dan menggunakan persamaan – persamaan linear untuk

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari energi listrik memegang peranan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan manusia. Untuk itu dalam penyediaan tenaga listrik perlu adanya suatu perencanaan operasi sistem tenaga listrik yang efisien dan handal untuk meminimisasi rugi-rugi daya dan agar profil tegangan tetap terjaga. Dan variabel yang terkait langsung adalah besaran tegangan dan besaran daya reaktif. Untuk mendapatkan tegangan yang sesuai dengan batas-batas yang diinginkan sistem daya di lengkapi dengan banyak alat pengontrol tegangan seperti generator, tap changer tap, capacitor & reactor shunt kondenser statcon, dan static var kompensator. Hal-hal pada beban yang bervariasi atau perubahan konfigurasi pada jaringan, bentuk very wire dengan alat pengontrol sangat dibutuhkan untuk mengontrol permasalahan yang disebabkan oleh gangguan. Sasaran yang utama dari pengontrolan daya reaktif adalah:

1. Untuk meningkatkan profil tegangan.
2. Untuk meminimisasi rugi-rugi sistem.

Pada metode Newton-Raphson - approximate Newtoning ini menyajikan suatu pendekatan yang fleksibel terhadap kontrol tegangan dan daya reaktif yang terkoordinasi dalam rangka untuk meningkatkan keamanan tegangan dari suatu sistem tenaga listrik. Strategi kontrol ini dijalankan dengan asumsi - asumsi yang sederhana yang mengontrol keadaan sistem dengan kondisi pengoperasian tertentu, dan menggunakan parameter-parameter linear untuk

memperoleh model – model kontrol yang efektif yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan kontrol tegangan dan daya reaktif pada system tenaga listrik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka permasalahan yang akan di bahas adalah :

1. Bagaimana kondisi tegangan tiap bus pada saluran transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali sebelum dan sesudah optimasi, apakah masih memenuhi persyaratan maksimum dan minimum yang telah ditentukan oleh PLN ?
2. Berapa perbandingan tingkat daya yang dibangkitkan pada PLTU Paiton, PLTG Gilimanuk, dan PLTD/PLTG Pesanggrahan sebelum dan sesudah optimasi ?
3. Berapa total rugi – rugi pada saluran transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali sebelum dan sesudah optimasi dengan menggunakan metode *Heurystyc Modeling – Approximate Reasoning* ?

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari skripsi ini diharapkan dengan menggunakan metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning* mampu mengendalikan tegangan / daya reaktif sehingga dapat meningkatkan profil tegangan dan mereduksi rugi daya pada saluran transmisi.

mempertahankan model - model kontrol yang efektif yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan kontrol tegangan dan daya reaktif pada system tenaga listrik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka permasalahan yang akan di bahas

adalah :

1. Bagaimana kondisi tegangan tiap bus pada saluran transmisi 150 KV Sub Sistem Paton dan Bali sebelum dan sesudah optimasi, apakah masih memenuhi persyaratan maksimum dan minimum yang telah ditentukan oleh PLN ?

2. Berapa perbandingan tingkat daya yang dibangkitkan pada PLTU Paton, PLTG Gilimanuk, dan PLTD/PLTG Besanggrahan sebelum dan sesudah

optimasi ?

3. Berapa total rugi - rugi pada saluran transmisi 150 KV Sub Sistem Paton dan Bali sebelum dan sesudah optimasi dengan menggunakan metode Weysskopf

Algoritma - Algoritma Kerasang ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari skripsi ini diharapkan dengan menggunakan metode Weysskopf

Algoritma - Algoritma Kerasang mampu mengoptimalkan tegangan / daya reaktif sehingga dapat meningkatkan profil tegangan dan mengurangi rugi daya

pada saluran transmisi.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan skripsi ini permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada :

1. Analisa pengaturan tegangan / daya reaktif dengan menggunakan metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*.
2. Tidak membahas penambahan sumber daya reaktif.
3. Sistem diasumsikan dalam keadaan *steady – state*.
4. Tidak membahas pengaruh kontrol terhadap alat proteksi.
5. Tidak membahas masalah ekonomis.

1.5. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Studi literatur dari buku, makalah, jurnal ilmiah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.
2. Mengumpulkan data sebagai acuan dalam melengkapi parameter - parameter
Yang digunakan untuk menghitung dan menganalisa masalah
3. Pembuatan program *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*.
4. Pembuatan program simulasi.
5. Membuat evaluasi untuk menyimpulkan hasil perhitungan sebelum dan sesudah optimasi.
6. Penyusunan buku sebagai laporan tugas akhir.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk penulisan tugas akhir ini diperlukan sistematika pembahasan untuk memperjelas dan memperinci isi serta arah penulisan tugas akhir. Adapun sistematika tersebut terdiri dari lima bab yaitu :

1.4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan skripsi ini permasalahan yang akan dibahas dibatasi

pada :

1. Analisa gangguan tegangan & daya reaktif dengan menggunakan metode

Newton-Raphson - Approximate Reasoning.

2. Tidak membahas permasalahan sumber daya reaktif.

3. Sistem transmisi dalam keadaan steady - state.

4. Tidak membahas pengaruh kontrol terhadap nilai proteksi.

5. Tidak membahas masalah ekonomis.

1.5. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Studi literatur dari buku, makalah, jurnal ilmiah yang digunakan untuk

menganalisa permasalahan.

2. Mengumpulkan data sebagai acuan dalam melakukan parameter - parameter

yang digunakan untuk menghitung dan menganalisa masalah

3. Pembuatan program Newton-Raphson - Approximate Reasoning.

4. Pembuatan program simulasi.

5. Melakukan evaluasi untuk menghasilkan hasil perhitungan sebelum dan

sesudah optimasi.

6. Penyusunan buku sebagai laporan tugas akhir.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk penulisan tugas akhir ini diperlukan sistematika pembahasan untuk

mengetahui dan mengetahui isi serta arah penulisan tugas akhir. Adapun

sistematika tersebut terdiri dari lima bab yaitu :

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini membahas pendahuluan yang berisi latar belakang, batasan masalah, metodeologi, sistematika pembahasan, tujuan dan relevansi.

BAB II : Dasar Teori

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori dari aliran daya beserta komponen – komponen pembangkitan dan penyalurannya serta kendali yang mengendalikannya.

BAB III : Perancangan Program Simulasi

Peran perancangan program simulasi disini akan membahas perancangan pembuatan program dari pengaturan tegangan / daya reaktif dengan metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* yang disimulasikan dengan sistem tenaga listrik.

BAB IV : Simulasi dan Analisa

Pada bab ini akan dilakukan simulasi program dan menganalisisnya dengan respon kestabilan sistem yang telah dibuat sesuai dengan bab 3.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan proses pada tugas akhir.

1.7. Relevansi

Dengan adanya studi pengembangan pengaturan tegangan / daya reaktif dengan menggunakan metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* ini dapat diterapkan pada sistem tenaga listrik.

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini membahas pendahuluan yang berisi latar belakang, pascasarjana masalah, metodologi, sistematika pembahasan, tujuan dan relevansi.

BAB II : Dasar Teori

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori dari sistem daya listrik komponen – komponen pembangkitan dan penyebarannya serta kontrol yang mengendalikan.

BAB III : Perencanaan Program Simulasi

Peran perencanaan program simulasi disini akan membahas perencanaan pembuatan program dari pembuatan tegangan & daya reaktif, dengan metode Newton Raphson & load flow – Apparent Power yang disimulasikan dengan sistem tenaga listrik.

BAB IV : Simulasi dan Analisis

Pada bab ini akan dilakukan simulasi program dan menganalisisnya dengan respon kestabilan sistem yang telah dibuat sesuai dengan bab 3.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan proses pada tugas akhir.

1.7. Relevansi

Dengan adanya studi pengembangan pembuatan tegangan & daya reaktif dengan menggunakan metode Newton Raphson & load flow – Apparent Power dapat diterapkan pada sistem tenaga listrik.

BAB II

DASAR TEORI

Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama yaitu sistem pembangkit, sistem transmisi dan sistem beban. Setiap bagian dari sistem tersebut dibagi menjadi beberapa komponen yang saling berhubungan. Sistem pembangkit umumnya terletak jauh dari tempat dimana energi listrik itu digunakan atau pusat – pusat beban (*load centers*). Karena itu, tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat – kawat transmisi.

2.1. Sistem Tenaga Listrik^[4]

Menurut jenis arusnya dikenal sistem arus bolak – balik (AC) dan sistem arus searah (DC) . Di dalam sistem AC kenaikan dan penurunan tegangan mudah dilakukan yaitu dengan menggunakan transformator. Itulah sebabnya maka sampai sekarang ini saluran transmisi di dunia sebagian besar adalah saluran AC. Di dalam system AC ada sistem satu fasa dan tiga fasa. Di Indonesia sistem yang digunakan adalah sistem tiga fasa karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sistem satu fasa. Kelebihannya yaitu daya yang dibangkitkan lebih besar nilai sesaatnya konstan dan medan putarnya mudah diadakan.

2.2. Saluran Transmisi^[4]

Saluran transmisi tenaga listrik mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuannya untuk berfungsi sebagai bagian dari suatu sistem tenaga listrik yaitu resistansi, induktansi, kapasitansi dan konduktansi yang dinamakan konstanta saluran(*line konstan*). Keempat parameter saluran tersebut

BAB II

DASAR TEORI

Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama yaitu sistem pembangkit, sistem transmisi dan sistem beban. Setiap bagian dari sistem tersebut dibagi menjadi beberapa komponen yang saling berhubungan. Sistem pembangkit umumnya terdiri dari tempat dimana energi listrik ini digunakan atau pusat – pusat beban (load center). Karena itu, tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat – kawat transmisi.

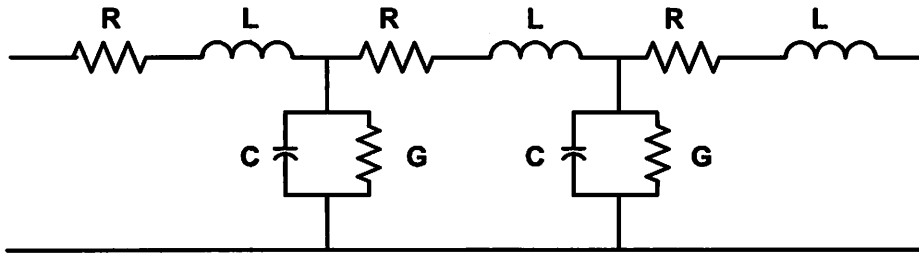
2.1. Sistem Tenaga Listrik^[1]

Menurut jenis arusya dikenal sistem arus bolak – balik (AC) dan sistem arus searah (DC). Di dalam sistem AC kemukakan dan penurunan tegangan mudah dilakukan yaitu dengan menggunakan transformator. Untuk sebagainya maka sampai sekarang ini saluran transmisi di dunia sebagian besar adalah saluran AC. Di dalam sistem AC ada sistem satu fasa dan tiga fasa. Di Indonesia sistem yang digunakan adalah sistem tiga fasa karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sistem satu fasa. Kelebihannya yaitu daya yang dibangkitkan lebih besar nilai sesaatnya konstan dan medan putarnya mudah dilakukan.

2.2. Saluran Transmisi^[1]

Saluran transmisi tenaga listrik mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuan untuk berfungsi sebagai bagian dari suatu sistem tenaga listrik yaitu resistansi, induktansi, kapasitansi dan konduktansi yang dinamakan konstanta saluran (line constant). Keempat parameter saluran tersebut

tersebar merata disepanjang saluran transmisi. Nilai – nilai dari parameter tersebut sangat tergantung pada panjang saluran.



Gambar 2.1^[4]
Rangkaian ekivalen Saluran transmisi

Untuk mempresentasikan suatu saluran transmisi secara umum kedalam bentuk rangkaian setaranya, resistansi (R) dan induktansi (L) dinyatakan sebagai impedansi seri, sedangkan kapasitansi (C) dan konduktansi (G) dinyatakan sebagai admitansi *shunt* (simpang). Rangkaian ekivalen saluran transmisi secara umum dapat dilihat pada gambar diatas.

2.3. Konstanta Pada Saluran Transmisi^[4]

2.3.1. Resistansi

Resistansi pada sebuah penghantar sebanding dengan panjang kawat dan terbalik dengan luas penampangnya, hal ini dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

$$R = \rho \frac{l}{A} \Omega \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : R = Resistansi saluran (ohm)

ρ = Resistivitas saluran (ohm-m)

l = Panjang saluran (m)

A = Luas penampang (m^2)

2.3.2. Induktansi

Induktansi rata – rata per fasa adalah :

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \ln \frac{D_{eq}}{D_s} \text{ H/m} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana : D_{eq} = Jarak rata – rata geometris penghantar

D_s = Radius rata – rata geometris penghantar

2.3.3. Kapasitansi

Kapasitansi antara dua penghantar pada saluran dua kawat didefinisikan sebagai muatan pada penghantar itu per unit beda potensial diantara keduanya. Akibat beda potensial antara penghantar (konduktor) dapat diambil persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{q}{v} \text{ F/m} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana : q = Muatan pada saluran (C/m)

V = Beda potensial antara kedua penghantar (Volt)

2.4. Tegangan Transmisi^[4]

Untuk daya yang sama, daya guna penyaluran akan naik apabila tegangan transmisi dinaikan. Oleh karena itu, pemilihan tegangan transmisi dilakukan dengan memperhitungkan daya yang disalurkan, jumlah rangkaian, jarak penyaluran, keandalan, biaya peralatan untuk tegangan tertentu, serta tegangan yang sekarang ada dan yang akan direncanakan. Penentuan tegangan juga harus dilihat dari segi standarisasi peralatan yang ada. Penentuan tegangan merupakan merupakan bagian dari perencanaan sistem secara keseluruhan.

Di Indonesia, telah menyeregamkan tegangan pada saluran transmisi sebagai berikut :

Tegangan nominal (kv) : 30 – 66 – 150 – 220 – 380 – 500

Tegangan maksimum perlengkapan (kv) : 36 – 72.5 – 170 – 245 – 420 – 525

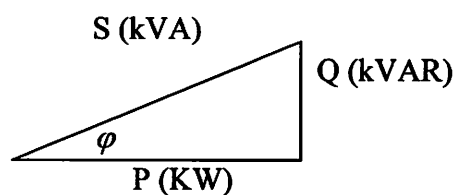
Tegangan nominal 30 kv hanya diperkenankan untuk daerah asuhan (tertentu) dimana tegangan distrisbusi primer 20 kv tidak diperkenankan.

2.5. Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik^[2]

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

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

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



Gambar 2.2^[2]
Reprentasi segitiga daya

Hubungan antara ketiganya dapat ditunjukkan dengan persamaan matematika sebagai berikut :

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

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

$$S = V \times I$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

2.6. Daya Reaktif

Kita mengenal dua macam daya reaktif yaitu daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya memiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya listrik yang dibutuhkan kapasitor, kapasitansi kawat transmisi tegangan tinggi dan lainnya. Dari uraian diatas daya reaktif ini 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 induksi seperti motor induksi, transformator dan sebagainya. Tanpa daya reaktif induktif ini daya tidak dapat ditransfer kesisi sekunder dalam suatu trafo atau melalui celah udara pada motor listrik.

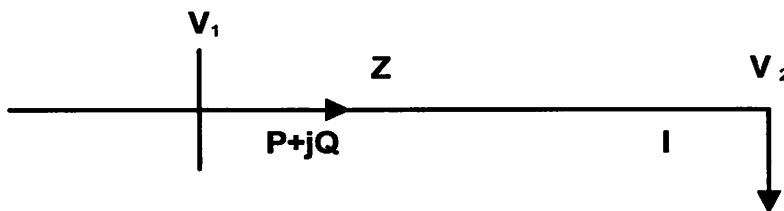
Keseimbangan daya reaktif dalam pembangkitan harus dijaga karena hal ini akan mempengaruhi harga tegangan yang harus dijaga pada batas – batas tertentu dari harga nominalnya. Misalkan pada peralihan dari keadaan beban tinggi ke beban rendah ada suatu kecenderungan tegangan sistem akan naik. Hal

ini harus diperbaiki dengan mengatur tap trafo, menurunkan penguatan generator atau menghubungkan dengan reaktor atau kapasitor.

2.7. Pengaruh Daya Reaktif Terhadap Tegangan

Keseimbangan daya reaktif yang dihasilkan dan digunakan harus dapat dipertahankan agar tidak terjadi perubahan tegangan. Bila besaran tegangan ini mengalami perubahan, maka daya reaktif pada simpul tersebut tidak dapat dipertahankan lagi. Ini perlu aliran daya reaktif pada system.

Dari gambar 2-3 dibawah ini terlihat bahwa pembangkit memberikan daya sebesar $P + jQ$ ke beban. Misalkan R dianggap jauh lebih kecil dari X , maka resistansi saluran dapat diabaikan. Sehingga impedansi saluran dituliskan $Z = jX$.



Gambar 2.3^[2]
Aliran daya Melalui saluran Pendek

Jatuh tegangan yang terjadi sepanjang saluran disebabkan oleh adanya impedansi sehingga hubungan yang terjadi :

$$V_2 = V_1 - I.Z \dots\dots\dots (2.4)$$

Karena daya yang mengalir pada simpul I adalah $P + jQ$, maka :

$$I = \frac{P + jQ}{V_1^*}$$

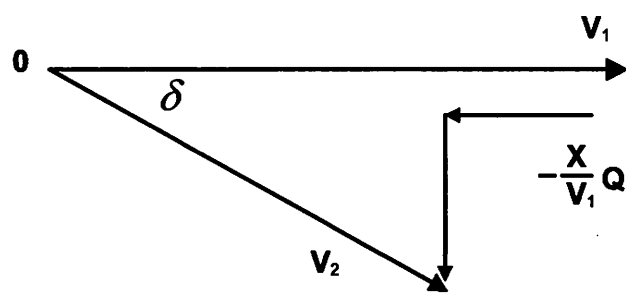
Jika V_1 dipilih sebagai referensi dan dianggap mempunyai sudut nol maka persamaan menjadi :

$$I = \frac{P - jQ}{V_1} \dots\dots\dots(2.5)$$

Subtitusi persamaan (2-4) ke persamaan (2-5) diperoleh :

$$V_2 = V_1 - (\frac{P - jQ}{V_1} \cdot Z)$$
$$V_2 = V_1 - (\frac{jXP}{V_1} + \frac{XQ}{V_1})$$
$$V_2 = V_1 - \frac{XQ}{V_1} - j \frac{X}{V_1} P \dots\dots\dots(2.6)$$

Persamaan diatas dapat dilihat dalam bentuk gambar sebagai berikut :



Gambar 2 .3^[2]
Perubahan Tegangan Sebagai Fungsi aliran Daya Reaktif

Dari persamaan diatas dapat dijelaskan :

- 1. Perubahan daya aktif ΔP pada dasarnya hanya mempengaruhi sudut fasa tegangan sedangkan magnitute tegangan hampir tidak berubah.
- 2. Perubahan daya reaktif ΔQ pada dasarnya hanya mempengaruhi magnitute tegangan [V] dan hampir tidak berpengaruh pada sudut fasa tegangan.

2.8. Pengaturan Tegangan dan Daya Reaktif^[3]

Pengaturan tegangan pada dasarnya adalah pengaturan daya reaktif pada saluran dan simpul. Sehingga untuk mempertahankan tegangan didalam batas operasi yang diinginkan perlu keseimbangan daya reaktif pada simpul tersebut.

Sebagaimana diketahui masalah tegangan dapat diakibatkan oleh pelanggaran batas atas maupun batas bawah. Jika terlalu banyak beban daya reaktif induktif (positif), misalnya pada daerah industri, maka tegangan simpul yang terlalu rendah akan jadi masalah. Ini dapat diatasi dengan memasang kapasitor shunt, *Static Var Compensation* dan sebagainya. Sebaliknya pada saat beban ringan karena pengaruh kapasitansi shunt dari saluran transmisi, maka akan ada kelebihan daya reaktif pada saluran sehingga tegangan simpul terlalu tinggi. Hal ini dapat diatasi dengan memasang kapasitor shunt, *Static Var Compensation* dan sebagainya.

Dengan menginjeksikan daya reaktif kedalam sistem, pengatur – pengatur baik untuk mengatur pembangkitan maupun aliran daya reaktif. Dengan cara ini profil tegangan simpul yang diinginkan dapat diperoleh.

2.8.1. Pengaturan Eksitasi Generator^[3]

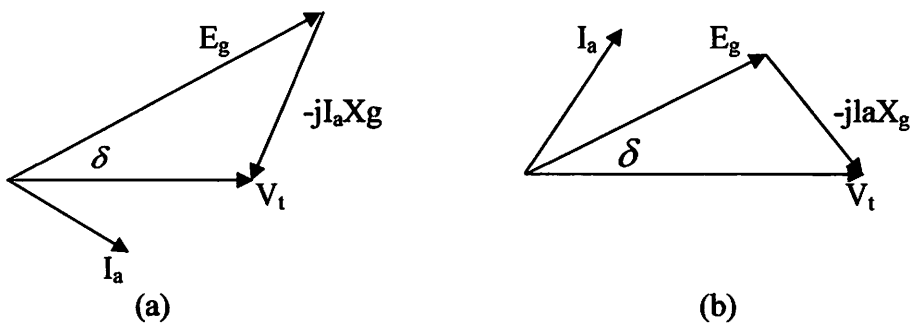
Pengaturan eksitasi generator mempunyai fungsi utama mengatur tegangan pada sisi terima didalam suatu harga yang telah ditetapkan dengan mengirimkan sejumlah daya reaktif. Tegangan terminal generator dapat berubah sesuai dengan perubahan eksitasi generator.

Jika suatu generator dihubungkan kesuatu sistem tenaga yang sangat besar, maka tegangan terminal generator V_t relatif konstan meskipun ada perubahan eksitasi generator. Simpul tempat generator itu dihubungkan disebut simpul tak

terhingga (*infinite bus*). Jika masukan daya aktif ke sistem $P = |V_t| |I_a| \cos \theta$ konstan dan dengan mengubah – ubah eksitasi untuk mengubah $|E_g|$ yang tinggi dan yang rendah, diagram fasornya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Sudut δ dinamakan sudut daya dari generator, eksitasi yang normal didefinisikan sebagai berikut :

$$|E_g| \cos \delta = V_t \dots\dots\dots(2.7)$$



Gambar 2.5 ^[2]
Eksitasi Generator

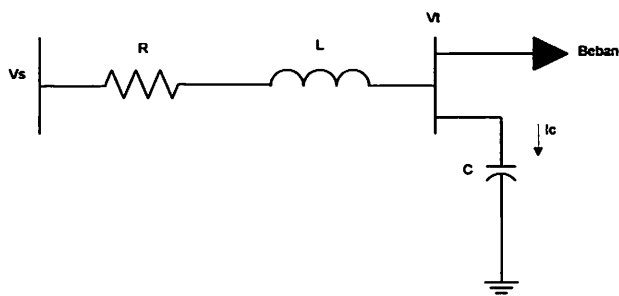
Untuk keadaan pada gambar 2-5 (a) generator terlalu diperkuat (*over ekcited*) dan mencatu arus tertinggal *lagging* ke sistem. Gambar 2-5 (b) adalah generator yang kurang diperkuat (*under ekcited*) yang mencatu arus mendahului (*leading*) ke sistem. Generator ini menyerap daya reaktif dari sistem.

2.8.2. Pengaturan Dengan Peralatan Kompensasi Daya Reaktif^[3]

Rendahnya faktor daya beban mengakibatkan naiknya kebutuhan daya reaktif dan arus saluran. Karena itu diperlukan peralatan yang dapat mengkompensasi kebutuhan daya reaktif ini, baik *lagging* maupun *leading*. Kapasitor shunt digunakan untuk sirkit faktor daya *lagging* sedang reaktor shunt untuk sirkit *leading*.

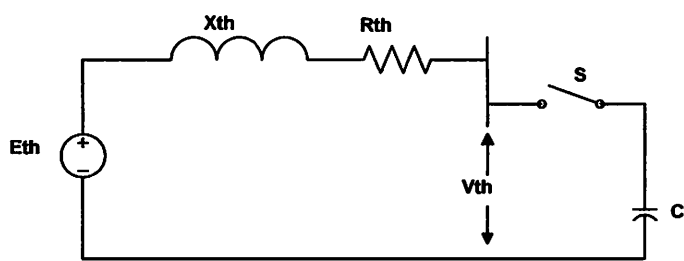
2.8.2.1. Kapasitor Shunt^[3]

Pada dasarnya kapasitor suatu alat untuk mencatu daya reaktif pada titik pemasanganya. Dengan pemasangan kapasitor secara paralel pada sisi terima seperti pada gambar 2-6, rugi – rugi tegangan dan rugi – rugi lain pada saluran berkurang dan tegangan pada titik tersebut akan naik. Kapasitor – kapasitor shunt dapat dihubungkan secara tetap, tetapi sebagai pengatur tegangan dapat juga dihubungkan dan diputuskan dari sistem melalui saklar sesuai dengan perubahan – perubahan permintaan tegangan dan daya reaktif.



Gambar 2.6^[2]
Kapasitor Pada Simpul Beban

Jika pada suatu simpul tertentu dipasang kapasitor, kenaikan tegangan pada simpul dapat ditentukan dengan dalil thevenin.

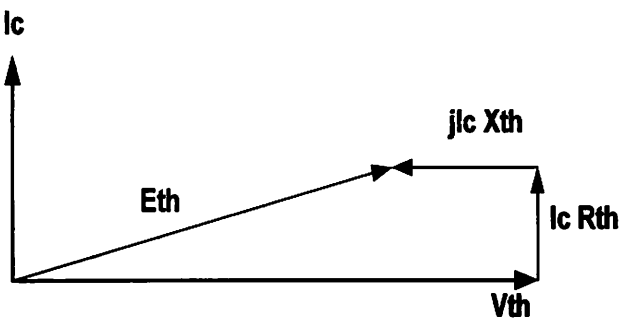


Gambar 2.7^[2]
Rangkaian Ekiвален Pemasangan Kapasitor Dalam Bentuk Thevenin

Pada kapasitor belum terhubung (saklar terbuka), $V_t = E_{th}$. Jika saklar S ditutup maka akan mengalir arus kapasitif sebesar :

$$I_c = \frac{E_{th}}{Z_{th} - jX_c} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dagram phasornya diperlihatkan pada gambar 2 – 8, dimana terlihat bahwa kenaikan V_t yang disebabkan oleh penambahan kapasitor hampir sama dengan $j|I_c|X_{th}$.



Gambar 2.8^[2]
Diagram Kapasitor Sebelum dihubungkan Dengan saklar tertutup

Untuk menentukan rating VAR dari kapasitor yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan memperhitungkan daya reaktif beban.

2.8.2.2. Reaktor Shunt^[3]

Pada saluran transmisi panjang pegaruh kapasitansi pada saluran dapat menimbulkan arus pengisian (*line charging*) yang cukup besar. Bila ada pengaturan gejala ini sangat menguntungkan karena saat beban puncak kebutuhan daya reaktif cukup besar, sehingga kebutuhan daya reaktif ini dapat dipenuhi oleh saluran transmisi itu sendiri.

Sebaliknya pada saat beban ringan arus pengisian ini dapat menyebabkan kelebihan daya reaktif pada sistem yang menyebabkan kenaikan tegangan pada saluran transmisi. Untuk menyerap kelebihan daya reaktif kapasitif pada sistem

ini dapat digunakan reaktor shunt yang berupa suatu kumparan dan dipasang paralel dengan sistem.

Untuk tujuan mengatur aliran daya reaktif, pada umumnya reaktor ini dikombinasikan dengan kapasitor sehingga kombinasi ini mempunyai kemampuan untuk membangkitkan atau menyerap daya reaktif dari sistem. Dari persamaan saluran transmisi panjang diperoleh :

$$V_s = V_r \cosh \gamma l + I_r Z_c \sinh \gamma l \dots\dots\dots(2.9)$$

Pada beban nol, harga I_r sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Dengan demikian persamaan diatas menjadi :

$$V_s = V_{r0} \cosh \gamma l \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

V_{r0} = tegangan sisi terima pada sisi nol

$$\gamma l = (\alpha + j\beta)l$$

Karena arus mengalir pada saluran sangat kecil, maka rugi – rugi daya I^2R dapat diabaikan ($\alpha = 0$), sehingga :

$$V_s = V_{r0} \cosh \beta l \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1}{f\sqrt{LC}}$$

λ = Panjang gelombang

v = Cepat rambat gelombang

f = Frekuensi gelombang tegangan

Jadi :

$$V_s = V_m \cosh (2\pi f \sqrt{LC} l) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dari persamaan diatas dapat dijelaskan bahwa jika supseptansi kapasitif saluran dikompensasi dengan reaktor shunt, maka harga $\text{Cosh} (2\lambda f \sqrt{LC}) l$ akan naik. Dengan demikian kenaikan tegangan disisi terima dapat dikurangi.

BAB III

PERANCANGAN PROGRAM SIMULASI

Dalam penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, tegangan yang konstan merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi. Oleh karena itu masalah pengaturan tegangan merupakan masalah operasi sistem tenaga listrik yang perlu mendapatkan penanganan tersendiri. Pengaturan tegangan erat kaitannya dengan pengaturan daya reaktif dalam sistem.

Sistem tenaga listrik terdiri dari banyak gardu induk maupun pusat listrik. Dalam setiap gardu induk maupun pusat tenaga listrik terdapat simpul (bus). Tegangan dari simpul gardu induk dan tegangan dari simpul di pusat listrik bersama – sama membentuk profil tegangan sistem. Pengaturan tegangan dipengaruhi oleh :

- a. Arus penguat generator.
- b. Daya reaktif beban.
- c. Daya reaktif yang terdapat dalam sistem (selain generator), misalnya dari kondensator dan reaktor.
- d. Posisi tap trafo.

Mengatur tegangan pada suatu titik (simpul) dalam sistem akan lebih mudah apabila di titik tersebut ada sumber daya reaktif yang bisa diatur, hal ini juga merupakan hal yang berbeda dengan pengaturan frekuensi, karena frekuensi dapat diatur dengan mengatur sumber daya nyata dimana saja dalam sistem. Pada skripsi ini hanya dibatasi pada kontrol tegangan dan daya reaktif menggunakan metode *Heuristyc Modeling – Approximate reasoning* pada saluran transmisi.

3.1. Analisa aliran Daya^[2]

Analisa aliran daya perlu dilakukan dalam melayani kebutuhan beban dan pengoperasian sistem tenaga listrik, agar sistem tenaga listrik tersebut dapat dioperasikan baik memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomis. Didalam analisa daya dilakukan perhitungan tegangan, arus, daya dan daya reaktif yang terdapat dalam berbagai titik pada suatu jaringan tenaga listrik pada keadaan pengoperasian normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan terjadi dimasa yang akan datang. Analisa aliran daya sangat penting dalam perencanaan perkembangan suatu sistem untuk masa yang akan datang.

Di dalam analisa aliran daya terdapat tiga jenis variabel yaitu :

1. Variabel bebas yang diatur, misalnya $|V|$ dan δ pada bus beban atau δ dan Q pada bus generator,
2. Variabel tidak bebas (yang mengatur) misalnya P dan $|V|$ pada bus generator.
3. Variabel yang tidak dapat diatur (parameter tetap), misalnya kebutuhan konsumen.

3.1.1. Persamaan Aliran daya Dengan Metode Newton – Rhapsom^[2]

Dalam menyelesaikan persamaan aliran daya metode yang umum digunakan adalah Newton – Rhapsom karena metode ini mempunyai waktu hitung yang lebih cepat dalam mencapai konvergensi atau membutuhkan jumlah iterasi yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan metode lain. Penyelesaian aliran daya dengan menggunakan metode *Newton – Rhapsom* dibentuk berdasarkan matriks admitsnsi simpul (Y_{bus}) yang mana admitansi simpul dibuat dengan prosedur yang langsung dan sederhana.

3.1. Analisis Aliran Daya^[1]

Analisis aliran daya perlu dilakukan dalam mempelajari kebutuhan beban dan pengoperasian sistem tenaga listrik agar sistem tenaga listrik tersebut dapat dioperasikan baik memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomis. Kegiatan analisis daya dilakukan bertujuan mengetahui kemampuan sistem daya dan daya reaktif yang terdapat dalam berbagai titik pada suatu jaringan tenaga listrik pada keadaan pengoperasian normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan terjadi dimasa yang akan datang. Analisis aliran daya sangat penting dalam perencanaan perkembangan suatu sistem untuk masa yang akan datang.

Di dalam analisis aliran daya terdapat tiga jenis variabel yaitu :

1. Variabel bebas yang diukur misalnya P dan Q pada bus beban dan Q dan θ

pada bus generator.

2. Variabel tidak bebas (yang dianggap) misalnya P dan θ pada bus generator.

3. Variabel yang tidak dapat diukur (parameter tetap) misalnya kebutuhan

konsumen.

3.1.1. Peramaan Aliran daya Dengan Metode Newton – Raphson^[2]

Dalam menyelesaikan permasalahan persamaan aliran daya metode yang umum digunakan adalah Metode Newton – Raphson karena metode ini merupakan teknik yang yang lebih cepat dalam mencapai konvergensi atau mendapatkan jumlah iterasi yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan metode lain. Pengoperasian aliran daya dengan menggunakan metode Newton – Raphson dibantu pelaksanaan manikula simulasi aliran daya (Y_{bus}) yang mana membantu simulasi aliran daya proses yang langsung dan sederhana.

Dengan membalikkan matrik impedansi rel Y_{bus} dan menamakan matriks yang dihasilkan matrik impedansi rel Z_{bus} . Menurut definisi :

$$Z_{bus} = Y_{bus}^{-1} \dots\dots\dots (3.1)$$

Untuk dapat memahami pentingnya bermacam – macam impedansi pada matriks tersebut secara fisik, kita akan membandingkan dengan admitansi simpul. Hal ini dapat kita lakukan dengan melihat persamaan pada suatu simpul tertentu.

$$I = Y_{bus} V \dots\dots\dots (3.2)$$

Dari simpul 2 dari tiga simpul yang berdiri bebas, kita mempunyai

$$I_2 = Y_{21}V_1 + Y_{22} V_2 + Y_{23} V_3 \dots\dots\dots (3.3)$$

Admitansi sendiri pada simpul 2 adalah

$$Y_{22} = \frac{I_2}{V_2} \Big|_{V_1=V_3=0} \dots\dots\dots (3.4)$$

Secara sistematis persamaan aliran daya metode Newton – Rhapson dapat menggunakan koordinat rectanguler, koordinat polar atau bentuk hibrid (gabungan antara bentuk kompleks dengan bentuk polar). Dalam pembahasan ini digunakan bentuk polar.

Hubungan antara simpul I_p dan tegangan simpul V_q pada suatu jaringan dengan n simpul dapat ditulis :

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_q \dots\dots\dots (3.5)$$

Injeksi daya pada simpul p adalah :

$$S_p = P_p + jQ_p = V_p I_p^* \dots\dots\dots (3.6)$$

$$= V_p \sum_{q=1}^n Y_{pq}^* V_q^* \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan mendefinisikan matrik impedansi rel Y_{rel} dan matrik matriks

yang didefinisikan matrik impedansi rel X_{rel} Menurut definisi :

$$X_{rel} = Y_{rel}^{-1} \quad (3.1)$$

Untuk dapat memahami pentingnya pemecahan -- matrik impedansi pada

matriks tersebut secara fisik, kita akan membandingkan dengan skema simbol.

Hal ini dapat kita lakukan dengan melihat persamaan pada skema simbol tersebut.

$$I = Y_{rel} V \quad (3.2)$$

Dari simbol 2 dan tiga simbol yang berarti kita mempunyai

$$I = Y_1 V_1 + Y_2 V_2 + Y_3 V_3 \quad (3.3)$$

Adapun simbol pada simbol 2 adalah

$$Y_2 = \frac{1}{Z_2} \quad (3.4)$$

Secara sistematis persamaan aliran daya metode Newton -- Raphson dapat

menggunakan koordinat rectangular. Koordinat polar atau bentuk polar (tegangan

antara bentuk kompleks dengan bentuk polar. Dalam pembahasan ini digunakan

bentuk polar.

Hubungan antara simbol I dan tegangan simbol V pada skema simbol

dengan n simbol dapat ditulis :

$$I = \sum_{k=1}^n Y_{ik} V_k \quad (3.5)$$

Infeksi daya pada simbol p adalah :

$$S_p = P_p + jQ_p = V_p I_p^* \quad (3.6)$$

$$= V_p \sum_{k=1}^n Y_{ik} V_k^* \quad (3.7)$$

Penyaleasaan aliran daya Newton – Rhapson menggunakan persamaan bentuk polar adalah :

$$V_p = |V_p| e^{j\delta_p}$$

$$V_p^* = |V_p| e^{-j\delta_p} \quad Q_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q V_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq})$$

$$Y_{pq}^* = |Y_{pq}| e^{-j\delta_{pq}}$$

Maka persamaan injeksi daya pada simpul P dapat ditulis :

$$P_p + jQ_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| e^{(j\delta_p - \delta_q - \theta_{pq})} \dots\dots\dots (3.8)$$

Selanjutnya daya nyata dan daya reaktif dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q V_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq}) \dots\dots\dots (3.9)$$

$$Q_p = \sum_{q=1}^n |V_p V_q V_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq}) \dots\dots\dots (3.10)$$

Persamaan diatas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serempak (simultan yang tidak linear) untuk setiap sistem tenaga listrik. Untuk magnitude tegangan $|V|$ dan sudut phasa (δ) disetiap simpul dapat diselesaikan dengan persamaan aliran daya (3.9) dan (3.10) yang dilinearkan dengan metode Newton – Rhapson seperti persamaan dibawah ini :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.11)$$

Penyelesaian sistem daya Newton – Raphson menggunakan persamaan bentuk berikut adalah :

$$P_a = |P_a| e^{j\theta_a}$$

$$P_a = |P_a| e^{j\theta_a} = \sum_{i=1}^n |P_a| |V_i| \cos(\theta_a - \theta_i) = \sum_{i=1}^n |P_a| |V_i| \cos(\theta_a - \theta_i)$$

$$Q_a = |Q_a| e^{j\theta_a}$$

Maka persamaan injeksi daya busbar i dapat ditulis :

$$P_a + jQ_a = \sum_{i=1}^n |P_a| |V_i| \cos(\theta_a - \theta_i) + j \sum_{i=1}^n |P_a| |V_i| \sin(\theta_a - \theta_i) \quad (2.8)$$

Sebaliknya daya nyata dan daya reaktif dapat juga dinyatakan sebagai berikut :

$$P_a = \sum_{i=1}^n |P_a| |V_i| \cos(\theta_a - \theta_i) \quad (2.9)$$

$$Q_a = \sum_{i=1}^n |P_a| |V_i| \sin(\theta_a - \theta_i) \quad (2.10)$$

Persamaan diatas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serempak (simultaneous yang tidak linier) untuk setiap sistem tenaga listrik. Untuk menyelesaikan [2] dan sudut busbar (2) diselesaikan dengan metode Newton – Raphson seperti persamaan dibawah ini :

$$\begin{bmatrix} \Delta V \\ \Delta \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V \\ M \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Dimana:

ΔP = Selisih injeksi daya aktif dengan penjumlahan aliran daya aktif tiap transmisi yang menghubungkan simpul dengan $|V|$ yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k.

ΔQ = Selisih injeksi daya reaktif dengan penjumlahan aliran daya reaktif tiap transmisi yang menghubungkan simpul dengan $|V|$ yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k.

$\Delta \delta$ = Vektor koreksi sudut tegangan.

$\Delta |V|$ = Vektor koreksi magnitude tegangan.

H, L, M, N adalah elemen – elemen off-diagonal dan dari sub-matriks Jacobian yang dibentuk dengan mendiferensialkan persamaan – persamaan (3.9) dan (3.10),

dimana :

$$H_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} ; \quad N_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial |V_q|} ; \quad M_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} ; \quad L_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|}$$

Rumus dari elemen matriks Jacobian adalah :

Untuk H adalah :

$$\frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} = |V_p V_q V_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial \delta_p} = - \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq})$$

Untuk N adalah

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_q|} = |V_p V_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

Dimana:

ΔV = Selisih injeksi daya aktif dengan penjumlahan aliran daya aktif tiap

transmisi yang menghubungkan simpul dengan i yang didapat dari

perhitungan iterasi ke-k.

ΔQ = Selisih injeksi daya reaktif dengan penjumlahan aliran daya reaktif tiap

transmisi yang menghubungkan simpul dengan i yang didapat dari

perhitungan iterasi ke-k.

$\Delta \delta$ = Vektor koreksi sudut tegangan.

$|\Delta V|$ = Vektor koreksi magnitude tegangan.

H.1.41.4 adalah elemen - elemen off-diagonal dan dan sub-matriks Jacobi

yang dibentuk dengan mendiferensialkan persamaan (3.9) dan (3.10).

Dimana :

$$H_{pq} = \frac{\partial^2 P}{\partial \delta_p \partial \delta_q} \quad ; \quad N_{pq} = \frac{\partial^2 P}{\partial \delta_p \partial V_q} \quad ; \quad L_{pq} = \frac{\partial^2 P}{\partial V_p \partial V_q}$$

Rumus dari elemen matriks Jacobi adalah :

Matrik H adalah :

$$H_{pq} = \left[\frac{\partial^2 P}{\partial \delta_p \partial \delta_q} \right] = \left[\frac{\partial^2}{\partial \delta_p \partial \delta_q} \left(\sum_{k=1}^n P_k \right) \right]$$

$$H_{pq} = \frac{\partial^2 P}{\partial \delta_p \partial \delta_q} = \frac{\partial^2}{\partial \delta_p \partial \delta_q} \left(\sum_{k=1}^n P_k \right)$$

Matrik N adalah

$$N_{pq} = \left[\frac{\partial^2 P}{\partial \delta_p \partial V_q} \right] = \left[\frac{\partial^2}{\partial \delta_p \partial V_q} \left(\sum_{k=1}^n P_k \right) \right]$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_p|} = 2|V_p V_{pq}| \cos \theta_{pp} + \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq})$$

Untuk M adalah :

$$\frac{\partial Q_p}{\partial \delta_q} = |V_p V_q V_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial Q_p}{\partial \delta_p} = -\sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq})$$

Untuk L adalah

$$\frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|} = |V_p Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq}) \quad q \neq p$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_p|} = 2|V_p V_{pq}| \cos \theta_{pp} + \sum_{q=1}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q - \theta_{pq})$$

Untuk selisih daya, maka pertama ditentukan harga awal dari tegangan simpul dan sudut fasanya. Kemudian daya aktif dan daya reaktif dihitung dengan menggunakan persamaan (3.9) dan (3.10). Selisih daya antara daya yang telah ditentukan dengan daya hasil perhitungan ini merupakan perubahan daya yang terjadi pada simpul.

$$\Delta P = -P_G + P_L - P_P \dots\dots\dots (3.12)$$

$$\Delta Q = -Q_G + Q_L - Q_P \dots\dots\dots (3.13)$$

Magnitude tegangan dan sudut fasa yang diasumsikan ($|V_p|$ dan δ_p) serta selisih daya yang dihitung (ΔP_p dan ΔQ_p) digunakan untuk memperoleh elemen elemen matriks Jacobian. Persamaan (3.11) digunakan untuk menghitung vektor koreksi magnitude tegangan ($\Delta |V|$) dan sudut fasa tegangan ($\Delta \delta$) yang baru.

$$\frac{5Q}{6} \left[\frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) + \frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) \right]$$

Untuk M adalah :

$$\frac{5Q}{6} \left[\frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) + \frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) \right]$$

$$\frac{5Q}{6} \left[\frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) + \frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) \right]$$

Untuk L adalah :

$$\frac{5Q}{6} \left[\frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) + \frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) \right]$$

$$\frac{5Q}{6} \left[\frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) + \frac{1}{2} \left(\sum_{m=1}^n \left| \frac{1}{V_m} V_m \right| \cos(\theta_m - \theta_m) - \theta_m \right) \right]$$

Untuk selisih daya maka pertama ditentukan bagian awal dari regangan simpul dan sudut torsi. Kemudian daya aktif dan daya reaktif dihitung dengan menggunakan persamaan (3.9) dan (3.10). Selisih daya antara daya yang telah ditentukan dengan daya dari persamaan ini merupakan perubahan daya yang terjadi pada simpul.

$$\Delta P = -P^s + P^r + P^t \tag{3.12}$$

$$\Delta Q = -Q^s + Q^r + Q^t \tag{3.13}$$

Magnitudo regangan dan sudut fase yang dimasukkan (V^s dan θ^s) serta selisih daya yang dihitung (ΔP dan ΔQ) digunakan untuk memperoleh elemen matriks Jacobian. Persamaan (3.11) digunakan untuk menghitung vektor koreksi magnitudo regangan (ΔV) dan sudut fase regangan ($\Delta \theta$) yang baru.

$$|V|^{k+1} = |V|^k + \Delta|V|^k$$

$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta\delta^k$$

Proses perhitungan akan berulang sampai selisih daya aktif (ΔP) dan daya reaktif (ΔQ) antara yang dijadwalkan dan yang dihitung untuk semua simpul mendekati nilai toleransi atau proses perhitungan iterasi mencapai konvergen.

3.1.2. Klasifikasi Bus

Tujuan analisa daya pada sistem tenaga listrik adalah untuk menghitung besar magnitude tegangan $|V|$ dan sudut fasa tegangan δ pada semua bus, sehingga dengan diketahuinya parameter – parameter tersebut akan dapat dihitung besar daya yang mengalir pada saluran transmisi beserta rugi – ruginya.

Pada setiap bus pada jaringan terdapat parameter – parameter sebagai berikut :

- Injeksi netto daya nyata, dinyatakan dengan P satuannya Megawatt (MW).
- Injeksi netto daya reaktif, dinyatakan dengan Q satuannya Mega Volt Ampere (MVAR).
- Besar magnitude tegangan mempunyai simbol $|V|$ dengan satuan kiloVolt (kV).
- Sudut fasa tegangan mempunyai simbol δ dengan satuan radian.

Dengan analisa aliran daya, pada setiap bus perlu diketahui dua parameter dari keseluruhan empat parameter yang diperhitungkan. Dengan melihat kedua parameter yang diketahui, setiap bus diklasifikasikan menjadi 3 yaitu :

$$\begin{aligned} \|\mathbf{r}_k\|^{2-1} &= \|\mathbf{r}_k\|^2 + \Delta\mathbf{r}_k \\ \mathbf{r}_k^{2-1} &= \mathbf{r}_k^2 + \Delta\mathbf{r}_k^2 \end{aligned}$$

Proses perhitungan akan berulang sampai selisih daya aktif (ΔP) dan daya reaktif (ΔQ) antara yang diobservasi dan yang dihitung untuk semua simbol mendekati nilai toleransi atau proses perhitungan telah mencapai konvergensi.

3.1.2. Klasifikasi Bus

Tujuan analisis daya pada sistem tenaga listrik adalah untuk menghitung besaran magnitude tegangan [1] dan sudut fase tegangan θ pada semua bus sehingga dengan diketahuinya parameter-parameter tersebut akan dapat dihitung besaran daya yang mengalir pada saluran transmisi beserta nilai $\cos \phi$ juga.

Pada setiap bus perlu diketahui beberapa parameter-parameter sebagai berikut :

- Efisiensi netto daya nyata dihitung dengan P satuan Mega Watt (MW) .
- Efisiensi netto daya reaktif dihitung dengan Q satuan $\text{Mega Volt Ampere (MVAR)}$.
- Besar magnitude tegangan mempunyai simbol $|V|$ dengan satuan Kilo Volt (KV) .
- Sudut fase tegangan mempunyai simbol θ dengan satuan radian.

Dengan analisis aliran daya pada setiap bus perlu diketahui dua parameter dari bus tersebut yaitu parameter yang dipertimbangkan. Dengan memilih kedua parameter yang diketahui, setiap bus diklasifikasikan menjadi 3 yaitu :

1. Bus Beban (load bus)

Daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) diketahui dimana pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk beban, sementara $|V|$ dan δ berubah – ubah sesuai kebutuhan.

2. Bus Generator

Bus ini hanya terdapat daya pembangkitan dimana tegangan diatur menggunakan regulator tegangan dan P diatur dengan Governor. Sehingga untuk bus ini, P dan tegangan diketahui. Sementara Q (daya reaktif) dan sudut fasa dicari. Harga daya reaktif Q mempunyai nilai – nilai yang bervariasi tetapi masih dalam batas – batas tertentu. Dalam perhitungan iterasinya, bila nilai – nilai Q kembali memenuhi batas – batas yang ditentukan maka bus tersebut diubah kembali menjadi bus generator.

3. Bus Slack

Pada sistem tenaga listrik jumlah daya yang dibangkitkan harus sama dengan jumlah daya permintaan ditambah kerugian pada saluran transmisi. Jika kerugian transmisi belum dapat ditentukan sebelumnya, maka jumlah daya pembangkit belum dapat ditentukan. Oleh karena itu digunakan metode dimana salah satu bus generator dipakai untuk memenuhi tiap daya tambahan sesuai dengan kebutuhan diluar parameter yang ditentukan untuk bus – bus generator lainnya guna mengimbangi beban sistem ditambah kerugian saluran transmisi. Hal ini diberikan karena kerugian daya pada saluran transmisi baru bisa ditentukan setelah proses perhitungan pada bus – bus selesai dilakukan. Pada bus slack ini tegangan dan sudut fasa sudah ditentukan besarnya, sementara daya aktif P dan daya reaktif Q dihitung. Sedangkan sudut fasa tegangan

1. Bus Beban (load bus)

Gaya aktif (P) dan daya reaktif (Q) diketahui dimana pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk beban sementara $\frac{1}{2}$ dan $\frac{3}{2}$ berubah - ubah sesuai kebutuhan.

2. Bus Generator

Bus ini hanya terdapat daya produksikan dimana tegangan dimana menggunakan regulator tegangan dan P dimana dengan generator. Sehingga untuk bus ini P dan tegangan diketahui. Sementara Q (daya reaktif) dan suatu bisa dicari. Harga daya reaktif (Q) mempunyai nilai - nilai yang bervariasi tetapi masih dalam batas - batas tertentu. Dalam perhitungan ditetapkan bila nilai - nilai Q kembali memencuri batas - batas yang ditentukan maka bus tersebut diubah kembali menjadi bus generator.

3. Bus Slack

Pada sistem tenaga listrik jumlah daya yang dibutuhkan harus sama dengan jumlah daya pemisahan dimana kerugian pada sistem transmisi. Jika kerugian transmisi belum dapat ditentukan sebelumnya, maka jumlah daya pembangkiti belum dapat ditentukan. Oleh karena itu digunakan metode dimana salah satu bus generator dipakai untuk memenuhi tiap daya kebutuhan sesuai dengan kebutuhan aliran parameter yang ditentukan untuk bus - bus generator. Untuk guna mengimbangi beban sistem dimana kerugian saluran transmisi. Hal ini diberikan karena kerugian daya pada saluran transmisi bisa diselesaikan setelah proses perhitungan pada bus - bus selesai dilakukan. Pada bus slack ini tegangan dan sudut fase sudah ditentukan sebelumnya. Sementara daya aktif P dan daya reaktif (Q) diketahui. Sedangkan suatu bisa tegangan

berharga nol, karena pada bus ini phasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

3.2. Analisa Sensivitas^[6]

Pada perencanaan dan perancangan sistem tenaga listrik, penting untuk mengetahui pengaruh perubahan beberapa variabel sistem terhadap *performance* sistem. Apabila terjadi perubahan pada harga suatu variabel terhadap variabel yang lain, ketergantungan antara variabel – variabel tersebut dapat ditentukan dengan apa yang dinamakan analisa sensitivitas. Dengan analisa sensitivitas tersebut dapat diketahui variabel mana yang perubahanya paling berpengaruh pada perubahan variabel yang lain dan besarnya perubahan yang terjadi pada variabel yang berpengaruh tersebut.

Bila $Y = F(x_i)$ adalah suatu fungsi rangkain dan x menyatakan parameter fisis yang berhubungan dengan rangkaian itu, sensitivitas dari fungsi rangkaian Y terhadap perubahan x_i asalkan semua perubahan itu kecil secara matematis dapat ditulis sebagai :

$$S_{x_i} = \frac{\partial y}{\partial x_i} (3.14)$$

Untuk memperoleh S_{x_i} dilakukan analisa rangkaian dengan nilai nominal dari $x_1, x_2,.....x_n$ seperti yang diuraikan dibawah ini.

Dianggap bahwa kondisi operasi sistem dalam keadaan tetap (*Steady-State*). Untuk harga – harga nominal X_0, U_0 dan P_0 dalam keadaan ini dapat dinyatakan sebagai fungsi yang terdiri dari Variabel – Variabel yang diatur, variabel pengganggu, dan variabel pengatur persamaan ini dapat ditulis :

$$F(X_0, U_0, P_0) = 0 (3.15)$$

beberapa hal karena pada dua ini proses tegangan dan bus dipukul sebagai referensi

3.2. Analisis Sensitivitas¹⁰

Pada perancangan dan pemrograman sistem tenaga listrik, penting untuk mengetahui pengaruh perubahan beberapa variabel sistem terhadap P_{system} sistem. Apabila terjadi perubahan pada harga suatu variabel terhadap variabel yang lain, konsekuensinya antara variabel - variabel tersebut dapat ditentukan dengan apa yang dinamakan analisis sensitivitas. Dengan analisis sensitivitas tersebut dapat diketahui variabel mana yang berpengaruh paling berpengaruh pada perubahan variabel yang lain dan secara lebih jelasnya pada variabel yang berpengaruh tersebut.

Bila $Y = f(x)$ adalah suatu fungsi tunggal dan x merupakan parameter fisik yang berhubungan dengan tanggapan dan sensitivitas dari fungsi tunggal Y terhadap perubahan x adalah suatu bentuk turunan matematis dapat ditulis sebagai :

$$\frac{\partial Y}{\partial x} = \dots \dots \dots (3.14)$$

Untuk memperoleh $\frac{\partial Y}{\partial x}$ dilakukan analisis tangkapan dengan nilai nominal dari x x_0 yang diberikan adalah ini.

Tangkapan dapat didapat operasi sistem dalam keadaan tetap ($\Delta x = 0$) atau tidak harga - harga nominal x_0 dan P_0 dalam keadaan ini dapat dinyatakan sebagai fungsi yang terdiri dari variabel - variabel yang diam.

variabel perancangan dan variabel parameter perancangan ini dapat ditulis :

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n, p_1, p_2, \dots, p_m) = 0 \dots \dots \dots (3.15)$$

Bila vektor variabel U dan variabel P mengalami perubahan sebesar ΔU dan ΔP dari harga nominalnya maka vektor variabel tak bebas akan berubah dari X_0 menjadi $X_0 + \Delta X$, agar sistem itu tetap dalam keadaan keseimbangan yang secara matematis memenuhi persamaan (3.15), dan dapat dinyatakan dengan :

$$F(X_0 + \Delta X, U_0 + \Delta U, P_0 + \Delta P) = 0 \dots\dots\dots (3.16)$$

$$= F(X_0, U_0, P_0) + F_X \Delta X + F_U \Delta U + F_P \Delta P \dots\dots\dots (3.17)$$

Mengingat sistem dalam keseimbangan sebelum perubahan – perubahan itu terjadi maka persamaan (3.17) menjadi :

$$F_X \Delta X + F_U \Delta U + F_P \Delta P = 0 \dots\dots\dots (3.18)$$

Dimana F_X, F_U, F_P adalah elemen – elemen matriks jacobian. Kemudian elemen – elemen tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_X = \frac{\partial F}{\partial X} \bigg|_{X_0, U_0, P_0} \dots\dots\dots (3.19)$$

$$F_U = \frac{\partial F}{\partial U} \bigg|_{X_0, U_0, P_0} \dots\dots\dots (3.19)$$

$$F_P = \frac{\partial F}{\partial P} \bigg|_{X_0, U_0, P_0} \dots\dots\dots (3.20)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial X_1} & \frac{\partial F_1}{\partial X_2} & \dots\dots\dots & \frac{\partial F_1}{\partial P_{2n}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial X_1} & \frac{\partial F_2}{\partial X_2} & \dots\dots\dots & \frac{\partial F_2}{\partial X_{2n}} \\ \frac{\partial F_{2n}}{\partial X_1} & \frac{\partial F_{2n}}{\partial X_2} & \dots\dots\dots & \frac{\partial F_{2n}}{\partial X_{2n}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_{2n} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial U_1} & \frac{\partial F_1}{\partial U_2} & \dots\dots\dots & \frac{\partial F_1}{\partial U_{2n}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial U_1} & \frac{\partial F_2}{\partial U_2} & \dots\dots\dots & \frac{\partial F_2}{\partial U_{2n}} \\ \frac{\partial F_{2n}}{\partial U_1} & \frac{\partial F_{2n}}{\partial U_2} & \dots\dots\dots & \frac{\partial F_{2n}}{\partial U_{2n}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta U_1 \\ \Delta U_2 \\ \Delta U_{2n} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial P_1} & \frac{\partial F_1}{\partial P_2} & \dots\dots\dots \\ \frac{\partial F_2}{\partial P_1} & \frac{\partial F_2}{\partial P_2} & \dots\dots\dots \\ \frac{\partial F_{2n}}{\partial P_1} & \frac{\partial F_{2n}}{\partial P_2} & \dots\dots\dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \Delta P_2 \\ \Delta P_{2n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.21)$$

Diketahui vektor variabel U dan variabel P mengalami perubahan sebesar ΔU dan ΔP dari harga nominalnya maka vektor variabel tak bebas akan berubah dari X_0 menjadi $X_0 + \Delta X$. agar sistem ini tetap dalam keadaan keseimbangan yang sama maka harus memenuhi persamaan (3.15) dan dapat dinyatakan dengan :

$$F(X_0 + \Delta X, U_0 + \Delta U, P_0 + \Delta P) = 0 \quad (3.16)$$

$$= F(X_0, U_0, P_0) + F_X \Delta X + F_U \Delta U + F_P \Delta P \quad (3.17)$$

Mengingat sistem dalam keseimbangan sebelum perubahan - perubahan ini terjadi maka persamaan (3.17) menjadi :

$$F_X \Delta X + F_U \Delta U + F_P \Delta P = 0 \quad (3.18)$$

Dimana F_X, F_U, F_P adalah elemen - elemen matriks Jacobian. Kemudian elemen - elemen tersebut dapat dituliskan dengan persamaan berikut :

$$F_X = \frac{\partial F}{\partial X} \quad F_U = \frac{\partial F}{\partial U} \quad F_P = \frac{\partial F}{\partial P} \quad (3.19)$$

$$F_X = \frac{\partial F}{\partial X} \quad F_U = \frac{\partial F}{\partial U} \quad F_P = \frac{\partial F}{\partial P} \quad (3.20)$$

$$F_X = \frac{\partial F}{\partial X} \quad F_U = \frac{\partial F}{\partial U} \quad F_P = \frac{\partial F}{\partial P} \quad (3.21)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial X_1} & \frac{\partial F}{\partial X_2} & \frac{\partial F}{\partial X_3} \\ \frac{\partial F}{\partial X_4} & \frac{\partial F}{\partial X_5} & \frac{\partial F}{\partial X_6} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial U_1} & \frac{\partial F}{\partial U_2} & \frac{\partial F}{\partial U_3} \\ \frac{\partial F}{\partial U_4} & \frac{\partial F}{\partial U_5} & \frac{\partial F}{\partial U_6} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta U_1 \\ \Delta U_2 \\ \Delta U_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial P_1} & \frac{\partial F}{\partial P_2} & \frac{\partial F}{\partial P_3} \\ \frac{\partial F}{\partial P_4} & \frac{\partial F}{\partial P_5} & \frac{\partial F}{\partial P_6} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \end{bmatrix} = 0 \quad (3.22)$$

Secara singkat dapat ditulis:

$[F_x] [X] + [F_U] [U] + [F_P] [\Delta P] = 0$; Dimana: $[F_x]$, $[F_L]$, $[F_P]$ adalah matriks jacobian. Dan $[X]$, $[U]$, $[P]$ adalah vektor *increment* dari variabel yang diatur X, variabel pengatur P dan variabel Pengganggu U.

Agar variabel yang diatur merupakan hasil pengaturan dinyatakan secara eksplisit, untuk itu perlu dirubah sebagai berikut:

$$\Delta X = -F_x^{-1} \cdot F_U \Delta U - F_x^{-1} \cdot F_P \Delta P \dots\dots\dots (3.23)$$

Selanjutnya :

$$S_U = -F_x^{-1} \cdot F_U \dots\dots\dots (3.24)$$

$$S_P = -F_x^{-1} \cdot F_P \dots\dots\dots (3.25)$$

Maka sensitifitas dari variabel tak bebas terhadap perubahan variabel kontrol ΔU dan perubahan parameter tetap ΔP dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$\Delta X = S_U \Delta U + S_P \Delta P \dots\dots\dots (3.26)$$

Apabila hanya terjadi perubahan nilai pada variabel kontrol maka $\Delta P=0$, dengan demikian hanya perlu menurunkan persamaan mismatch daya terhadap variabel-variabel kontrol.

Persamaan sensitivitas untuk keadaan ini adalah:

$$\Delta X = S_U \Delta U \dots\dots\dots (3.27)$$

3.3. Teori Dasar Pengaturan Tegangan dan Daya Reaktif Dengan Menggunakan Metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*.^[1]

Pada metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning* ini menyajikan suatu pendekatan yang fleksibel terhadap kontrol tegangan dan daya reaktif yang terkoordinasi dalam rangka untuk meningkatkan keamanan tegangan dari suatu sistem tenaga listrik. Strategi kontrol ini dinyatakan dengan aturan –

Secara singkat dapat ditulis:

$$[W] [X] + [V] [V] + [W] [V] = 0 \text{ dimana } [W], [V], [V] \text{ adalah matriks}$$

kebalikan. Dan $[V], [V]$ adalah vektor persamaan dan variabel yang dicari X .

variabel program P dan variabel keanggotaan E .

Agar variabel yang dicari merupakan hasil pengisian dinyatakan secara

eksplisit maka ini perlu ditambah sebagai berikut:

$$\Delta X = -E^T, E^T \Delta P = E^T \Delta Z \Delta P \dots \dots \dots (3.23)$$

Sehingga:

$$\Delta P = -E^T, E^T \Delta P \dots \dots \dots (3.24)$$

$$\Delta P = -E^T, E^T \Delta P \dots \dots \dots (3.25)$$

Maka terlihat dari variabel ini bebas terhadap perubahan variabel kontrol ΔP

dan perubahan parameter tetap ΔP dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\Delta X = \Delta P \Delta P + \Delta Z \Delta P \dots \dots \dots (3.26)$$

Apabila hasil dari terdapat perubahan nilai pada variabel kontrol maka $\Delta P=0$ dengan

definisi ini juga menunjukkan persamaan tersebut dapat terdapat variabel-

variabel kontrol.

Persamaan sensitivitas untuk kontrol ini adalah:

$$\Delta X = \Delta P \Delta P \dots \dots \dots (3.27)$$

3.3. Teori Dasar Pengaturan Tegangan dan Daya Reaktif Tenaga

Menggunakan Metode Newton-Raphson -- Approximate Keseluruhan¹⁰⁾

Pada metode Newton-Raphson -- Approximate Keseluruhan ini

menghasilkan suatu pendekatan yang fleksibel terhadap kontrol tegangan dan daya

reaktif yang terkoordinasi dalam rangka meningkatkan keamanan tegangan

dan suatu sistem tenaga listrik. Strategi kontrol ini dinyatakan dengan rumus -

aturan yang sederhana, yang mengukur keadaan system dengan kondisi – kondisi pengoperasian tertentu, dan menggunakan persamaan – persamaan linear untuk memperoleh model – model kontrol yang efektif yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan kontrol tegangan dan daya reaktif pada system tenaga listrik.

Dalam metode ini kontrol tegangan dan daya reaktif dinyatakan dengan aturan IF-THEN, dimana dasar pemikirannya dinyatakan dengan variabel linguistik, yang mengukur kedekatan dari suatu input yang diberikan dengan kondisi tertentu yang akan dipenuhi, sebagai tingkat keanggotaan dalam tetapan pada metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*.

3.4. Perumusan Kontrol Tegangan – Daya Reaktif Dengan Metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*

3.4.1. Kontrol Tegangan Sistem

Dalam metode ini telah disusun beberapa pengetahuan dasar untuk kontrol daya reaktif – tegangan sebagai berikut. Bus 1 hingga L dinamakan sebagai bus beban dalam suatu sistem bus N dengan slack pada bus ke-N.

a). Apabila tegangan bus beban mengganggu batas-batas operasional, kita akan mengatur pengontrol tegangan. Pada tegangan bus beban, penyimpangan tegangan dikontrol dalam penyimpangan -5% hingga +5% dari tegangan nominal sebagai berikut :

$$V_i^{min} \leq V_i \leq V_i^{max}, I = 1,2,...,L..... (3.28)$$

dimana V_i^{min} dan V_i^{max} adalah batas-batas terendah dan tertinggi dari tegangan bus ke I dengan kata lain, kita akan menghilangkan penyimpangan tegangan D_i

ukuran yang sederhana yang mengukur keadaan sistem dengan kondisi - kondisi
 pengoperasian tertentu dan menggunakan persamaan - persamaan linear untuk
 memperoleh model - model kontrol yang efektif yang diharapkan dapat
 menyelesaikan permasalahan kontrol tegangan dan daya reaktif pada sistem
 tenaga listrik.

Dalam metode ini kontrol tegangan dan daya reaktif dilakukan dengan
 menggunakan H-THM dimana dasar pemikirannya didasarkan dengan variabel
 linguistik yang mengukur ketekanan dari suatu input yang diberikan dengan
 kondisi tertentu yang akan diperoleh sebagai tingkat ketegangan dalam sistem
 pada metode Mamdani Fuzzy - Approximate Reasoning.

3.4. Perancangan Kontrol Tegangan - Daya Reaktif Dengan Metode Mamdani

Metode - Approximate Reasoning

3.4.1. Kontrol Tegangan Sistem

Dalam metode ini telah dikenal beberapa permasalahan dasar untuk kontrol
 daya reaktif - tegangan sebagai berikut. Pada 1 hingga 4 diberikan sebagai bus
 beban dalam suatu sistem bus N dengan slack bus ke-N.

a. Apabila tegangan bus beban menggunakan batas-batas operasional, kita akan
 mengatur pengontrol tegangan. Pada tegangan bus beban penyimpangan
 tegangan dikontrol dalam penyimpangan - 2% hingga - 0% dari tegangan
 nominal sebagai berikut :

$$V_i^{min} \leq V_i \leq V_i^{max} \quad (3.28)$$

dimana V_i^{min} dan V_i^{max} adalah batas-batas bawah dan tertinggi dari tegangan
 bus ke i dengan cara ini kita akan menghasilkan penyimpangan tegangan 0

dengan kontrol tegangan yang sesuai berikut ini:

$$D_i = \begin{cases} V_i - V_i^{\max} & (V_i^{\max} < V_i) \\ 0 & (V_i^{\min} \leq V_i \leq V_i^{\max}) \\ V_i - V_i^{\min} & (V_i < V_i^{\min}) \end{cases}$$

$i = 1, 2, \dots, L$ (3.29)

b). Pengaruh dari kontrol tegangan dapat diantisipasi dari sensitivitas yang diperoleh dengan solusi aliran daya. Misalnya, pengaruh tegangan bus ke i berdasarkan kontrol pada bus ke j pada waktu ke k dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$X_i = V_i^{(k+1)} - V_i^{(k)} \\ = S_{ij} U_j, \quad i=1, 2, \dots, L, \quad j=1, 2, \dots, N-1 \quad \text{..... (3.30)}$$

Dimana

X_i = perubahan tegangan pada bus ke i

S_{ij} = koefisien sensitivitas

U_j = tingkat kontrol

Penyesuaian kontrol dalam persamaan (3.30) terdiri dari injeksi daya reaktif pada bus-bus beban, dan kontrol tegangan pada bus generator yang dirumuskan :

$$U_j = \begin{cases} Q_j^{(k+1)} - Q_j^{(k)}, & j = 1, 2, \dots, L \\ V_j^{(k+1)} - V_j^{(k)}, & j = L + 1, \dots, N - 1 \end{cases} \quad \text{..... (3.31)}$$

Sistem diasumsikan memiliki daya yang konstan, perubahan beban yang disebabkan oleh penyimpangan tegangan dan keterlambatan kontrol antara waktu yang berturut-turut juga diabaikan.

dengan kontrol tegangan yang sesuai berikut ini:

$$D_i = \begin{cases} V_i - V_i^{min} & (V_i - V_i^{min} < V_i) \\ 0 & (V_i^{min} \leq V_i \leq V_i^{max}) \\ V_i - V_i^{max} & (V_i > V_i^{max}) \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3.29)$$

b). Pengaruh dari kontrol tegangan dapat dianalisis dari sensitivitas yang diperoleh dengan solusi aliran daya. Misalnya, pengaruh tegangan bus ke i berdasarkan kontrol pada bus ke j pada waktu ke k dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$X_i = V_i^{(k+1)} - V_i^{(k)} \quad (3.30)$$

Dimana
 X_i = perubahan tegangan pada bus ke i
 S_{ij} = koefisien sensitivitas
 U_j = tingkat kontrol

Penggunaan kontrol dalam persamaan (3.30) terdiri dari injeksi daya reaktif pada bus-bus beban dan kontrol tegangan pada bus generator yang dirumuskan :

$$U_j = \begin{cases} Q_j^{(k+1)} - Q_j^{(k)} & j = 1, 2, \dots, L \\ V_j^{(k+1)} - V_j^{(k)} & j = L+1, \dots, N-1 \end{cases} \quad (3.31)$$

Sistem diasumsikan memiliki daya yang konstan. Perubahan beban yang disebabkan oleh perkembangan tegangan dan ketertambahan kontrol antara waktu yang berturut-turut juga diasumsikan.

- c). Kita harus mengamati batasan-batasan operasional pada pengontrol tegangan, sehingga kita dapat mengatur batas-batas kontrol daya reaktif yang diinjeksi dengan pengontrol tegangan seperti di bawah ini :

$$dQ_j^{\min} \leq U_j \leq dQ_j^{\max}, j = 1, 2, \dots, N-1 \dots\dots\dots (3.32)$$

dimana $dQ_j^{\min}$ dan $dQ_j^{\max}$ secara berturut-turut adalah laju maksimum dan keterlambatan injeksi daya reaktif pada bus ke i. Pada batas-batas operasional bus generator dari tegangan bus, secara khusus sebesar 5% ditentukan sebagai tambahan untuk batas-batas generator daya reaktif.

$$dV_j^{\min} \leq U_j \leq dV_j^{\max}, j = L+1, \dots, N-1 \dots\dots\dots (3.33)$$

dimana $dV_j^{\min}$ dan $dV_j^{\max}$ adalah batas-batas terendah dan tertinggi dari penyesuaian tegangan generator bus ke j.

3.4.2. Variabel-variabel Linguistik

Kita menyusun pengetahuan kontrol daya reaktif dan tegangan yang digunakan dalam sistem ini ke dalam bentuk aturan berikut ini:

R: IF tegangan dari bus beban mengganggu batas operasional
 AND sebuah pengontrol tersedia untuk kontrol tegangan yang efektif
 dengan menyesuaikan outputnya,
 AND terdapat batas penyesuaian output yang cukup untuk mengganti
 pelanggaran tegangan
 THEN menyesuaikan output pengontrol

Kuantitas-kuantitas berikut ini dicakup pada aturan di atas dan kita mengamatinya sebagai variabel-variabel linguistik yang dinyatakan dengan tetapan-tetapan sebagai berikut :

c) Kita harus mengambungkan batasan-batasan operasional pada pengontrol tegangan sehingga kita dapat mengatur batas-batas kontrol daya reaktif yang diinjeksi dengan pengontrol tegangan seperti di bawah ini :

$$Q_i^{min} \leq Q_i \leq Q_i^{max} \quad i = 1, 2, \dots, N-1 \quad (3.22)$$

dimana Q_i^{min} dan Q_i^{max} secara berturut-turut adalah nilai maksimum dan maksimum injeksi daya reaktif pada bus ke i pada batas-batas operasional bus generator dan tegangan bus secara khusus sebesar 5% ditentukan sebagai batasan untuk batas-batas generator daya reaktif.

$$Q_i^{min} \leq Q_i \leq Q_i^{max} \quad i = 1, 2, \dots, N-1 \quad (3.23)$$

dimana Q_i^{min} dan Q_i^{max} adalah batas-batas maksimum dan minimum bus pembebanan tegangan generator bus ke i .

3.4.2. Variabel-variabel Linguistik

Kita mempunyai pengetahuan kontrol daya reaktif dan tegangan yang

digambarkan dalam sistem ini ke dalam bentuk aturan berikut ini:

R1: IF tegangan bus bus beban melebihi batas operasional

AND sebuah pengontrol tersedia untuk kontrol tegangan yang efektif

then harus menaikkan outputnya

AND terdapat bus pembebanan output yang cukup untuk mengurangi

tegangan tegangan

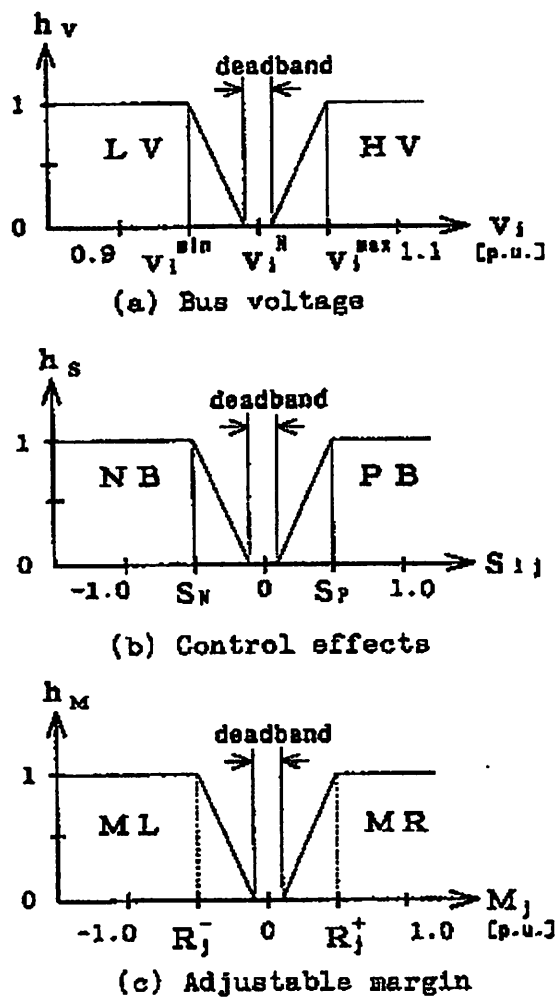
THEN menyesuaikan output pengontrol

Kualitas-kualitas berikut ini didukung pada aturan di atas dan kita

mengambutnya sebagai variabel-variabel linguistik yang digunakan dengan

terapan-terapan sebagai berikut :

3.4.2.1. Kondisi-Kondisi Tegangan Bus



Gambar 3.1^[1]
Variabel-variabel linguistik kontrol
daya reaktif dan tegangan

Tegangan-tegangan bus beban di luar *deadband* di sekitar tegangan nominal V_i^N adalah mendekati atau melampaui batas operasional teratas/terendah. Gambar 3-1(a) menunjukkan konsep semacam ini dalam dua variabel linguistik: “tegangan rendah (LV)” dan “tegangan tinggi” (HV).

Untuk mengukur penyimpangan tegangan pada bus kita dapat membedakan dalam dua jenis tegangan yaitu :

Wiederholungen wurden durch die gleiche Person durchgeführt.

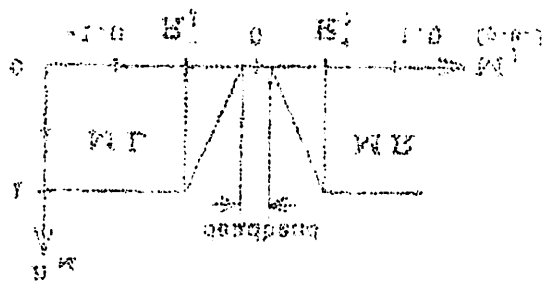
[illegible]

Շարքի 3-1(ո) սահմանվելու հոսից հետոստան ուղիղ գիծ հանքով լրացվելու
նորման ΔL ցզերի սահմանվելու հետ նշանակում բաց օբյեկտում բացակայությունը

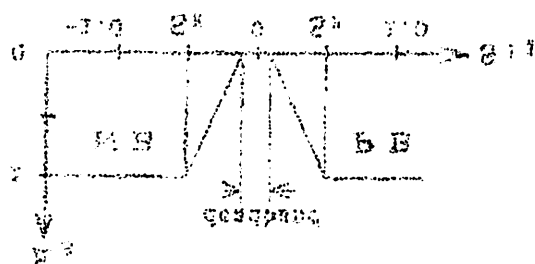
၂. နေရာအားလုံးတွင် အသုံးပြုမှုများပြားလာသည့် အခန်းကဏ္ဍများမှာ အောက်ဖော်ပြပါအတိုင်း ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ပါသည်။

1968-1969
 1970-1971
 1972-1973

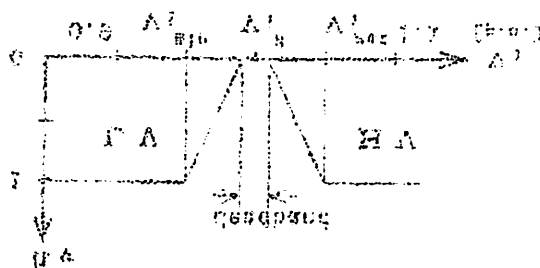
(c) ~~pg 10049000~~ ~~2011/12~~



(P) COPY TO: 210000



(c) THE ACTS



3451 KONGAI-KONGAI 165m 19m 13m

1. Tegangan Rendah (*low voltage*)

$$h_{LVi} = \begin{cases} 1 & (V_i \leq V_i^{\min}) \\ \frac{V_{LDi} - V_i}{V_{LDi} - V_i^{\min}} & (V_i^{\min} < V_i < V_{LDi}) \\ 0 & (V_{LDi} \leq V_i) \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, L; \dots\dots\dots (3.34)$$

Dimana: V_i = tegangan pada bus ke-i.

$V_i^{\min}$ = batas operasi terendah dari tegangan bus ke-i.

V_N = tegangan nominal bus.

V_D = tegangan deadband.

$V_{LDi} = V_i^N - V_D$, $i = 1, 2, \dots, L$

2. Tegangan Tinggi (*high voltage*)

$$h_{HVi} = \begin{cases} 0 & (V_i \leq V_{HDi}) \\ \frac{V_i - V_{HDi}}{V_i^{\max} - V_{HDi}} & (V_{HDi} < V_i < V_i^{\max}) \\ 1 & (V_i^{\max} \leq V_i) \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, L; \dots\dots\dots (3.35)$$

Dimana : $V_i^{\max}$ = batas operasi tertinggi dari tegangan bus ke-i.

$V_{HDi} = V_i^N + V_D$, $i = 1, 2, \dots, L$

3.4.3.2. Pengaruh Kontrol

Pengaruh kontrol untuk mengembalikan tegangan menuju nilai normal dapat diukur dengan menggunakan sensitifitas seperti pada persamaan(3.30). Pengaruh kontrol tidak diperoleh ketika sensitivitasnya terlalu kecil, tetapi diperoleh pada sensitivitas yang tinggi, yang dapat dibagi menjadi dua yaitu, tinggi pada sisi positif (PB) atau tinggi pada sisi negatif (NB) di sepanjang *deadband*. Kondisi ini dtunjukkan pada Gambar 3-1(b).

1. Tegangan Rendah (low voltage)

$$h_{low} = \begin{cases} 1 & (1) \geq 1^{min} \\ \frac{V_{low} - V_1}{V_{low} - 1^{min}} & (1^{min} < 1 < 1^{max}) \\ 0 & (1^{max} \geq 1) \end{cases}$$

(3.34) $V = 1.2 \dots 1.1$;

Dimana: V_1 = tegangan bus ke-1

V_{low} = batas operasi rendah dari tegangan bus ke-1

V_1 = tegangan nominal bus

V_D = tegangan rendah

$V_{low} = V_1 - V_D$; $i = 1.2 \dots 1$

2. Tegangan Tinggi (high voltage)

$$h_{high} = \begin{cases} 0 & (1) \geq 1^{max} \\ \frac{1 - 1^{min}}{1^{max} - 1^{min}} & (1^{min} < 1 < 1^{max}) \\ 1 & (1 \geq 1^{max}) \end{cases}$$

(3.35) $V = 1.1 \dots 1$;

Dimana: V_{high} = batas operasi tinggi dari tegangan bus ke-1

$V_{high} = V_1 + V_D$; $i = 1.2 \dots 1$

3.4.3.2. Pengaruh Kontrol

Pengaruh kontrol untuk mengembalikan tegangan menuju nilai normal dapat diukur dengan menggunakan sensitivitas seperti pada persamaan (3.30). Pengaruh kontrol tidak diperoleh ketika sensitivitasnya adalah kecil, tetapi diperoleh pada sensitivitas yang tinggi yang dapat dibagi menjadi dua yaitu tinggi pada sisi positif (HP) dan tinggi pada sisi negatif (NL) di sepanjang garis transmisi ini ditunjukkan pada Gambar 3-11b).

1. Koofisien Tinggi Pada Sisi negative (*negative and big sensitivity*)

$$h_{Nij} = \begin{cases} 1 & (S_{ij} \leq S_N) \\ \frac{S_{ij} + S_D}{S_N + S_D} & (S_N < S_{ij} < -S_D) \\ 0 & (-S_D \leq S_{ij}) \end{cases}$$

$i = 1,2,\dots,L; \dots\dots\dots (3.36)$

Dimana : S_N = batas terendah koofisien sensitivitas pada sisi negatif

S_{ij} = koofisien sensitivitas pada bus ke-i dan bus j.

S_D = koofisien sensitivitas deadband

2. Koofisien Tinggi Pada Sisi positif (*positive and big sensitivity*)

$$h_{Pij} = \begin{cases} 0 & (S_{ij} \leq S_D) \\ \frac{S_{ij} - S_D}{S_P - S_D} & (S_D < S_{ij} < S_P) \\ 1 & (S_P \leq S_{ij}) \end{cases}$$

$i = 1,2,\dots,L; \dots\dots\dots (3.37)$

Dimana : S_P = batas tertinggi koofisien sensitivitas pada sisi positif

S_D = koofisien sensitivitas deadband

3.4.2.3. Penyesuaian Batas Pengontrol

Ketika sensitivitasnya tinggi, pengaruh kontrol menjadi rendah apabila penyesuaian batas pengontrol pada output memiliki nilai yang kecil. Kondisi untuk batas kontrol ditunjukkan pada Gambar 3-1(c).

1. Batas Penyesuaian Output Kontrol tegangan Pada Sisi Rendah (*low margin*)

$$h_{MLj} = \begin{cases} 1 & (M_{Lj} \leq R_j) \\ \frac{M_{Lj} + U_D}{R_j + U_D} & (R_j < M_{Lj} < -U_j) \\ 0 & (R_j \leq M_{Lj}) \end{cases}$$

$j = 1,2,\dots,L; \dots\dots\dots (3.38)$

1. Koefisien Tinggi Pada Sisi negatif (negative and big sensitivity)

$$h_{\text{max}} = \left. \begin{matrix} 1 \\ \frac{Z_u + Z_l}{Z_u + Z_l} \\ 0 \end{matrix} \right\} \begin{matrix} (Z_u \geq Z_l) \\ (Z_u < Z_l < -Z_l) \\ (-Z_l \geq Z_u) \end{matrix}$$

$$\lambda = 1,2, \dots, 11 \dots (3.26)$$

Dimana : Z_u = batas terendah koefisien sensitivitas pada sisi negatif

Z_l = koefisien sensitivitas pada sisi negatif

Z_u = koefisien sensitivitas terendah

2. Koefisien Tinggi Pada Sisi positif (positive and big sensitivity)

$$h_{\text{max}} = \left. \begin{matrix} 0 \\ \frac{Z_u - Z_l}{Z_u - Z_l} \\ 1 \end{matrix} \right\} \begin{matrix} (Z_u \geq Z_l) \\ (Z_u < Z_l < Z_l) \\ (Z_u \geq Z_l) \end{matrix}$$

$$\lambda = 1,2, \dots, 11 \dots (3.27)$$

Dimana : Z_u = batas tertinggi koefisien sensitivitas pada sisi positif

Z_l = koefisien sensitivitas terendah

3.4.3.3. Penyesuaian Batas Pengontrol

Ketika sensitivitasnya tinggi, program kontrol menjadi mudah apabila penyesuaian batas pengontrol pada output memiliki nilai yang kecil. Kondisi untuk batas kontrol dirumuskan pada Gambar 3-1(c).

1. Batas Penyesuaian Output Kontrol dengan Pada Sisi Rendah (low margin)

$$h_{\text{min}} = \left. \begin{matrix} 1 \\ \frac{M_u + M_l}{R_l + U_u} \\ 0 \end{matrix} \right\} \begin{matrix} (M_u \geq R_l) \\ (R_l < M_u < -M_l) \\ (R_l \geq M_u) \end{matrix}$$

$$\lambda = 1,2, \dots, 11 \dots (3.28)$$

Dimana M_{Lj} adalah batas penyesuaian output pada arah yang lebih rendah, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$M_{Lj} = \begin{cases} Q_j^{\min} - Q_j, & j = 1,2,\dots,L \\ V_j^{\min} - V_j, & j = L + 1,\dots,N - 1 \end{cases} \dots\dots\dots (3.39)$$

Dan R_j adalah batas penyesuaian yang diinginkan, yang dirumuskan :

$$R_j = \frac{V_i^N - V_i(k)}{S_{ij}} \\ i = 1,2,\dots,L; j = L + 1,\dots,N - 1; \dots\dots\dots (3.40)$$

2. Batas Penyesuaian Output Kontrol tegangan Pada Sisi Tinggi (*raise margin*)

$$h_{MRj} = \begin{cases} 0 & (M_{Rj} \leq U_D) \\ \frac{M_{Rj} - U_D}{R_j - U_D} & (U_D < M_j < R_j) \\ 1 & (R_j \leq M_{rj}) \end{cases} \\ j = 1,2,\dots,N - 1; \dots\dots\dots (3.41)$$

Dimana M_{Rj} adalah batas penyesuaian output pada arah yang lebih tinggi, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$M_{Rj} = \begin{cases} Q_j^{\max} - Q_j, & j = 1,2,\dots,L \\ V_j^{\max} - V_j, & j = L + 1,\dots,N - 1 \end{cases} \dots\dots\dots (3.42)$$

3.4.3. Kontrol Tegangan Berdasarkan Atas Metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*

Dengan menggunakan variabel-variabel linguistik di atas, kita kembali menuliskan aturan dasar R ke dalam aturan-aturan pada metode *Heuristyc modeling – Approximate Reasoning* berikut ini :

արժեքից – փնտռումն առանցիկ բերելու մի :

Գնումներն արվում գնում K և փոխադրումներն արվում արժեք M արժեքից :

Բացի արժեքներն արժեք-արժեքի արժեքից զի արժեքն արժեքի փնտռումն առանցիկ :

3.4.2. Կոմիտե Դրոշմի արժեքներն արժեք արժեք արժեքից :

$$M^u = \begin{cases} K_{\text{max}} - K^u & \lambda = \lambda + 1 \dots \lambda - 1 \\ \bar{K}_{\text{max}} - \bar{K}^u & \lambda = \lambda \end{cases} \quad (3.43)$$

գնումներն արժեքի բերելու :

Բացի M^u արժեքի բաց արժեքներն արժեք արժեք արժեքից արժեք արժեքից :

$$\lambda = \lambda \dots \lambda - 1 \quad (3.44)$$

$$M^u = \begin{cases} 1 & (K^u \leq K^u) \\ \frac{K^u - K^u}{K^u - K^u} & (K^u < K^u < K^u) \\ \frac{M^u - K^u}{M^u - K^u} & (M^u < K^u) \\ 0 & \end{cases}$$

3. Բաց արժեքներն արժեք արժեքից արժեք արժեքից արժեք արժեքից :

$$\lambda = \lambda \dots \lambda - 1 \quad (3.45)$$

$$K^u = \frac{K^u}{K^u - K^u} (\lambda)$$

Բաց K^u արժեքի բաց արժեքներն արժեք արժեքից արժեք արժեքից :

$$M^u = \begin{cases} K_{\text{max}} - K^u & \lambda = \lambda + 1 \dots \lambda - 1 \\ \bar{K}_{\text{max}} - \bar{K}^u & \lambda = \lambda \end{cases} \quad (3.46)$$

գնումներն արժեքի բերելու :

Բացի M^u արժեքի բաց արժեքներն արժեք արժեք արժեքից արժեք արժեքից :

R1 : IF $V_i = LV$
 AND $S_{ij} = PB$
 AND $M_j = MR$
 THEN $U_{Rj} = CF_{ij} \cdot U_j^{\max}$

R2 : IF $V_i = HV$
 AND $S_{ij} = NB$
 AND $M_j = ML$
 THEN $U_{Lj} = CF_{ij} \cdot U_j^{\min}$

R3 : IF $V_i = LV$
 AND $S_{ij} = NB$
 AND $M_j = ML$
 THEN $U_{Lj} = CF_{ij} \cdot U_j^{\min}$

R4 : IF $V_i = HV$
 AND $S_{ij} = NB$
 AND $M_j = ML$
 THEN $U_{Rj} = CF_{ij} \cdot U_j^{\min}$

dimana :

- V_i = tegangan pada bus ke-i.
- S_{ij} = koefisien sensitivitas pada bus ke-i dan bus j.
- M_j = batas penyesuaian kontrol tegangan pada bus ke-j.
- U_{Rj} dan U_{Lj} = peningkatan/penurunan output dari pengontrol tegangan pada bus ke-j.
- LV dan HV = tegangan rendah (*low voltage*) dan tegangan tinggi (*high voltage*).

$R1 : IF \quad V_i = LV$
 $AND \quad S_i^* = PB$
 $AND \quad M_i^* = MH$
 $THEN \quad G1^* = CE^* \cdot U^{100}$
 $R2 : IF \quad V_i = HV$
 $AND \quad S_i^* = NB$
 $AND \quad M_i^* = ML$
 $THEN \quad G1^* = CE^* \cdot U^{100}$
 $R3 : IF \quad V_i = LV$
 $AND \quad S_i^* = NB$
 $AND \quad M_i^* = ML$
 $THEN \quad G1^* = CE^* \cdot U^{100}$
 $R4 : IF \quad V_i = HV$
 $AND \quad S_i^* = NB$
 $AND \quad M_i^* = ML$
 $THEN \quad G1^* = CE^* \cdot U^{100}$

dimana :

- * V_i = tegangan bus ke- i .
- * S_i^* = koefisien sensitivitas bus ke- i dari bus j .
- * M_i^* = batas penyediaan kontrol tegangan bus ke- i .
- * $G1^*$ dan U^* = koefisien/parameter output dari pengontrol tegangan bus ke- i .
- * LV dan HV = tegangan rendah (low voltage) dan tegangan tinggi (high voltage).

- MR dan ML = batas penyesuaian output kontrol tegangan pada sisi tinggi dan rendah (*raise margin* dan *low margin*).
- CF_{ij} = faktor kontribusi dari peningkatan dan penurunan penyesuaian output dari pengontrol tegangan.
- WL_{ij} dan WR_{ij} = penyesuaian kontrol yang dieksekusi pada bus ke-j untuk menurunkan dan menaikkan tegangan bus ke-i.
- $U_j^{\min}$ dan $U_j^{\max}$ = tingkat kontrol tegangan minimum/maksimum pada bus ke-j.
- PB dan NB = koefisien sensitivitas tinggi pada sisi positif atau tinggi pada sisi negatif (*positif and big sensitivity* dan *negative and big sensitivity*).

Sehingga penyesuaian kontrol daya reaktif / tegangan U_j dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^L W_{Rij} U_{Rj} + \sum_{i=1}^L W_{Lij} U_{Lj}}{\sum_{i=1}^L W_{Rij} + \sum_{i=1}^L W_{Lij}}$$

$j = 1, 2, \dots, N-1; \dots \dots \dots (3.43)$

3.4.4. Algoritma Kontrol Daya Reaktif dan Tegangan Dengan Metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning*.

Algoritma untuk pengaturan / pengontrolan daya reaktif dan tegangan untuk suatu kondisi tegangan disusun seperti di bawah ini :

Tahap 1 : Memasukkan data sistem beban yang terdiri dari tegangan (V), sudut fasa tegangan (δ), daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan data impedansi saluran.

свойства

Если решение (x, y) удовлетворяет (2.1), то оно также удовлетворяет (2.2). Действительно, если (x, y) удовлетворяет (2.1), то (x, y) удовлетворяет (2.2) и наоборот.

Решение (2.1) называется **решением задачи** (2.1). Если решение (2.1) удовлетворяет (2.2), то оно называется **решением задачи** (2.2).

3.3.4. Алгоритм решения задачи (2.1) и (2.2) с помощью метода

$$T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\} \quad (3.3.4)$$

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i^{(1)} + \sum_{i=1}^n T_i^{(2)}}{\sum_{i=1}^n T_i^{(1)} + \sum_{i=1}^n T_i^{(2)}}$$

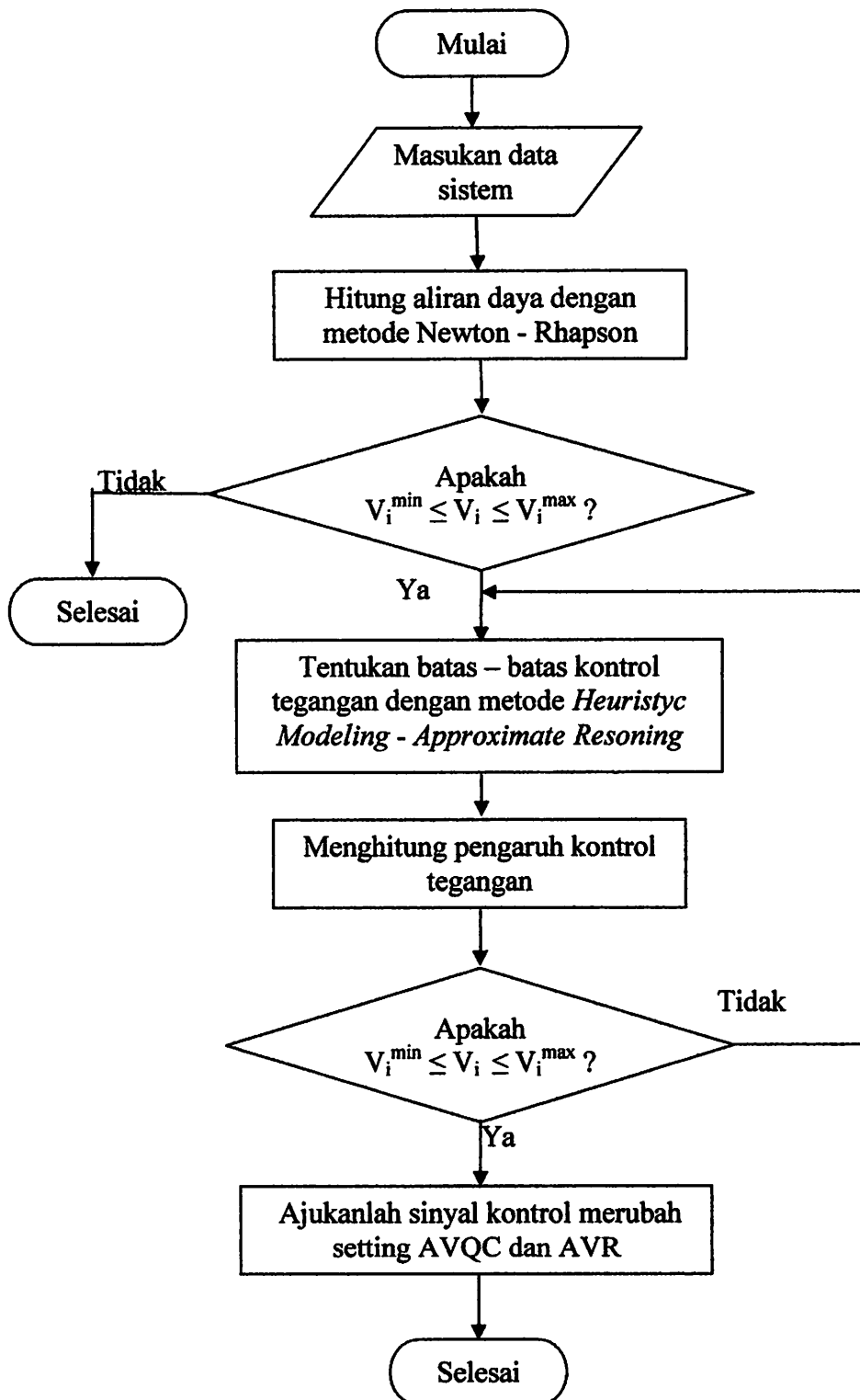
применяется следующий алгоритм:

1. Выбирается начальное значение T_1 и T_2 (например, $T_1 = 1$, $T_2 = 1$).
2. Если $T_1 = T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
3. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
4. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
5. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
6. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
7. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
8. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
9. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .
10. Если $T_1 \neq T_2$, то алгоритм останавливается и выдает результат T .

- Tahap 2 : Menghitung persamaan aliran daya dengan metode Newton - Rhapson untuk memperoleh faktor sensitivitas dari pengganti kerugian tegangan.
- Tahap 3 : Apabila tegangan bus beban mengganggu / melebihi batas operasionalnya, maka melangkahlah ke tahap 4. Apabila tidak maka berhenti / selesai.
- Tahap 4 : menentukan batas - batas kontrol tegangan yang dibutuhkan dengan metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*.
- Tahap 5 : Menghitung pengaruh kontrol tegangan sehingga tindakan kontrol akan menjadi tepat.
- Tahap 6 : apabila semua tegangan kembali normal, maka ajukanlah sinyal kontrol untuk merubah setting AVQC dan atau AVR. Kalau tidak, kembalilah ke tahap 4.
- Tahap 7 : Selesai

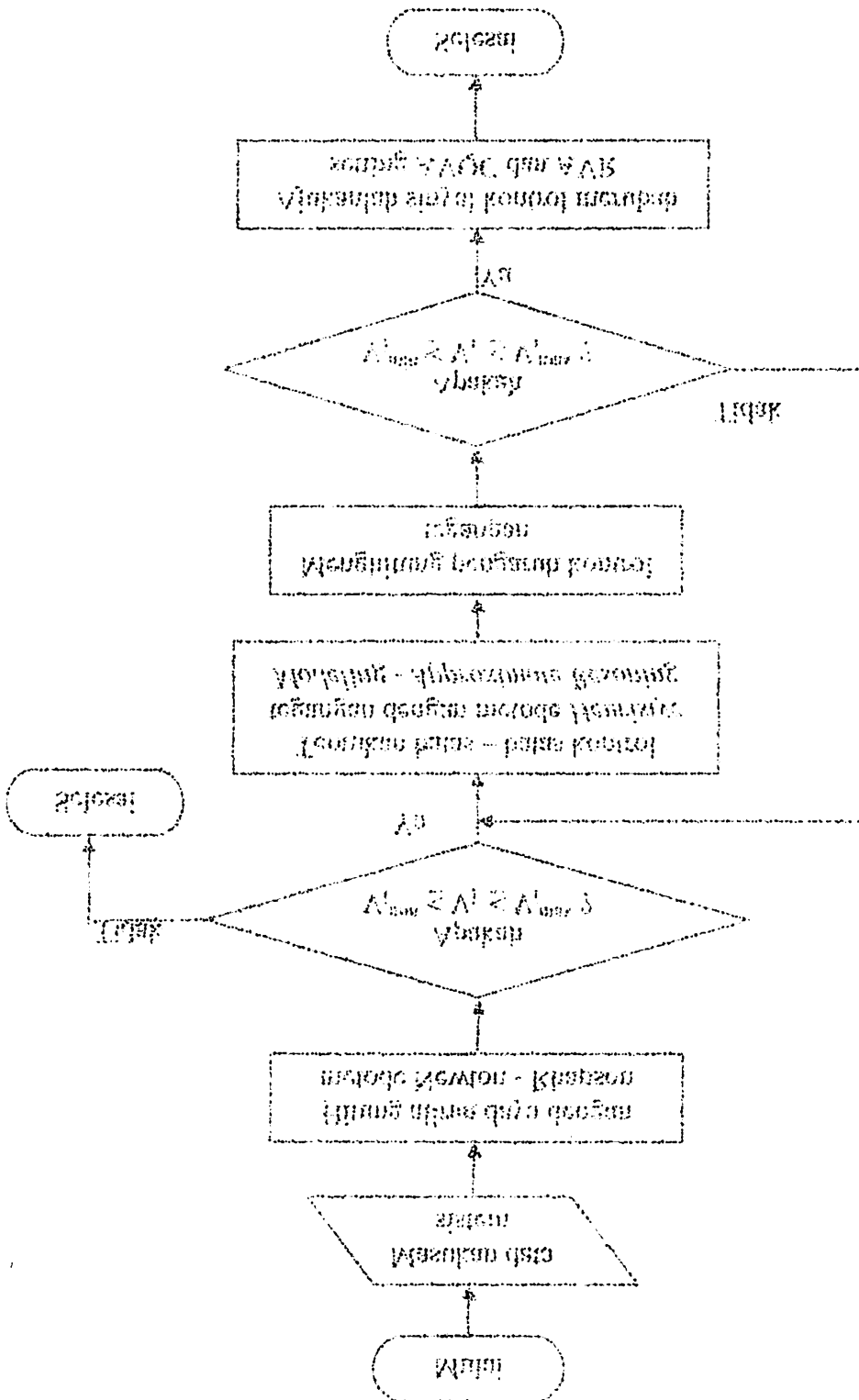
- Tahap 1 : Mengetahui parameter sistem daya dengan metode Newton - Raphson untuk mengetahui faktor sensitivitas dari perubahan tegangan bus.
- Tahap 2 : Apabila tegangan bus belum konvergen & melebihi batas operasi sistem maka melanjutkan ke tahap 4. Apabila tidak maka berlanjut ke solusi.
- Tahap 3 : menentukan bus - bus kontrol tegangan yang dibutuhkan dengan metode Newton Raphson. Apabila konvergen maka melanjutkan ke tahap 4. Apabila tidak maka melanjutkan ke solusi.
- Tahap 4 : Mengetahui parameter kontrol tegangan sehingga tindakan kontrol akan menjadi kecil.
- Tahap 5 : apabila semua tegangan kontrol normal maka akan dilanjutkan ke tahap 6.
- Tahap 6 : kontrol untuk mencari setting AVR dan bus AVR. Kalau tidak konvergen ke tahap 4.
- Tahap 7 : Solusi.

3.4.5. Flow chart program



Gambar 3.2
Flowchart Program

ԱՐԽԱՐԱԿԱ ԲՐՈՑԻՆԱՆ
ՇԵՄԱՆ 3.2



3.4.2. Քյոն. գրքի իրադրություն

BAB IV

SIMULASI DAN ANALISA

4.1. Program Komputer Kontrol Daya Reaktif Dan Tegangan dengan menggunakan metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* :

Dalam penyelesaian masalah kontrol tegangan dan daya reaktif ini maka diperlukan bantuan program komputer dalam perhitungan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat.

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 yang diaplikasikan pada komputer.

4.1.1. Algoritma Program

Algoritma aliran daya dengan metode *Newton Rapshon* adalah sebagai berikut :

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 ϵ

BAB IV

SIMULASI DAN ANALISA

4.1. Program Komputer Kontrol Daya Reaktif dan Tegangan dengan menggunakan metode Newton-Raphson – approximate Resolving :

1. Untuk penyelesaian masalah kontrol tegangan dan daya reaktif ini maka dipertimbangkan bantuan program komputer dalam perhitungan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat.

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman Fortran 90 yang diaplikasikan pada komputer.

4.1.1. Algoritma Program

Algoritma akan daya dengan metode Newton Raphson adalah sebagai berikut :

1. Berak masuk ke dalam bus (Y bus)
2. Menetapkan harga awal tegangan dan sudut fase untuk semua bus kecuali bus slack $V^0(0)$ dan $\delta(0)$

3. Menentukan nomor bus slack

4. Menentukan injeksi daya aktif dan reaktif pada setiap bus dengan persamaan

5. Menentukan bus slack

6. Menentukan selisih daya yang dihasilkan dengan injeksi daya bus dan perhitungan

7. Menentukan perubahan maksimum pada daya aktif dan daya reaktif

8. Menentukan perubahan selisih daya untuk semua bus tidak reaktif dan

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.

Algoritma program untuk menentukan faktor sensitivitas adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan inputan data beban yang meliputi tegangan (V), sudut fasa tegangan (δ), daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan data impedansi saluran.
2. Lakukan proses *load flow Newton Raphson*.
3. Hitung faktor sensitivitas
4. Berhenti.

8. Jika "ya" (yang benar) adalah jawaban dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "tidak" adalah jawaban yang salah. Sebaliknya, jika "tidak" adalah jawaban yang benar, maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

9. Jawaban yang benar adalah "tidak".

10. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

11. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

12. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

13. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

14. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

15. Tidak ada jawaban yang benar.

16. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

17. Jawaban yang benar adalah "tidak".

18. Mengingat bahwa "tidak" adalah jawaban yang benar dari pertanyaan "Apakah kamu seorang mahasiswa?" maka jawaban "ya" adalah jawaban yang salah.

19. Tidak ada jawaban yang benar.

Algoritma program kontrol daya reaktif dan Tegangan dengan menggunakan metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* :

- Tahap 1 : Memasukkan data sistem beban yang terdiri dari tegangan (V), sudut fasa tegangan (δ), daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan data impedansi saluran.
- Tahap 2 : Menghitung persamaan aliran daya dengan metode Newton - Rhapson untuk memperoleh faktor sensitivitas dari pengganti kerugian tegangan.
- Tahap 3 : Apabila tegangan bus beban mengganggu / melebihi batas operasionalnya, maka melangkahlah ke tahap 4. Apabila tidak maka berhenti / selesai.
- Tahap 4 : menentukan batas - batas kontrol tegangan yang dibutuhkan dengan metode *Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning*.
- Tahap 5 : Menghitung pengaruh kontrol tegangan sehingga tindakan kontrol akan menjadi tepat.
- Tahap 6 : Apabila semua tegangan kembali normal, maka ajukanlah sinyal kontrol untuk merubah setting AVQC dan atau AVR. Kalau tidak, kembalilah ke tahap 4.
- Tahap 7 : Selesai

Algoritma program kontrol akan memilih dan mengambil dengan menggunakan

metode Warshall (Warshall - algorithm) sebagai berikut :

Tahap 1 : Menentukan data sistem dalam yang terdiri dari jaringan (A) dan

dan jaringan (B) dan memilih (C) dan memilih (D) dan memilih (E) dan memilih (F)

independensi sistem

Tahap 2 : Menentukan jaringan sistem yang terdiri dari jaringan (A) dan

dan jaringan (B) dan memilih (C) dan memilih (D) dan memilih (E) dan memilih (F)

ketentuan jaringan

Tahap 3 : Menentukan jaringan sistem yang terdiri dari jaringan (A) dan

dan jaringan (B) dan memilih (C) dan memilih (D) dan memilih (E) dan memilih (F)

ketentuan jaringan

Tahap 4 : Menentukan jaringan sistem yang terdiri dari jaringan (A) dan

metode Warshall (Warshall - algorithm) sebagai berikut :

Tahap 5 : Menentukan jaringan sistem yang terdiri dari jaringan (A) dan

ketentuan jaringan

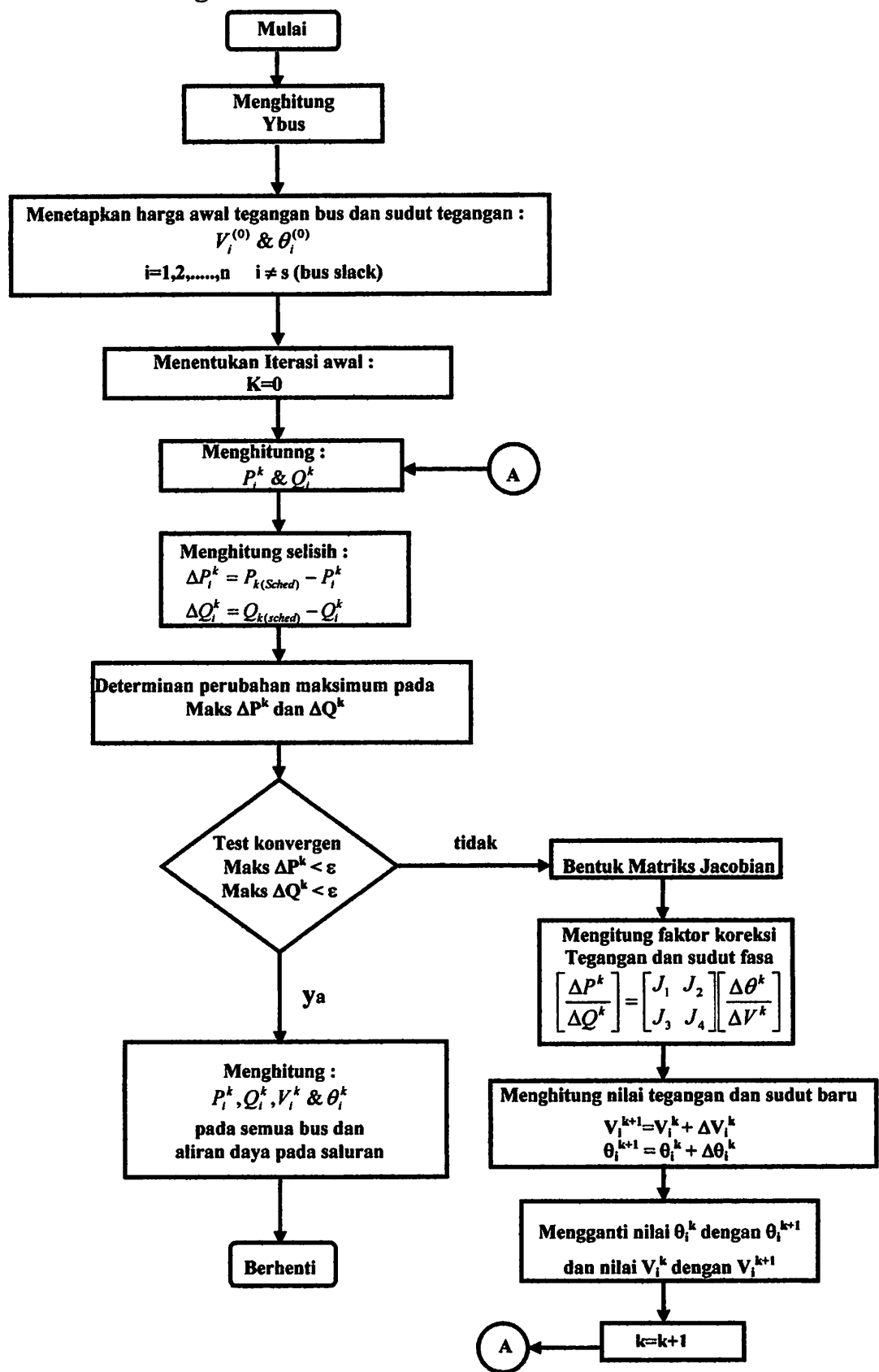
Tahap 6 : Menentukan jaringan sistem yang terdiri dari jaringan (A) dan

ketentuan jaringan (B) dan memilih (C) dan memilih (D) dan memilih (E) dan memilih (F)

ketentuan jaringan

Tahap 7 : Menentukan

4.1.2. Flow Chart Program



Gambar 4.1^[2] Flowchart Perhitungan Aliran Daya Metode Newton Rapshon

Figure 1.1.1. Flow Chart of the Program

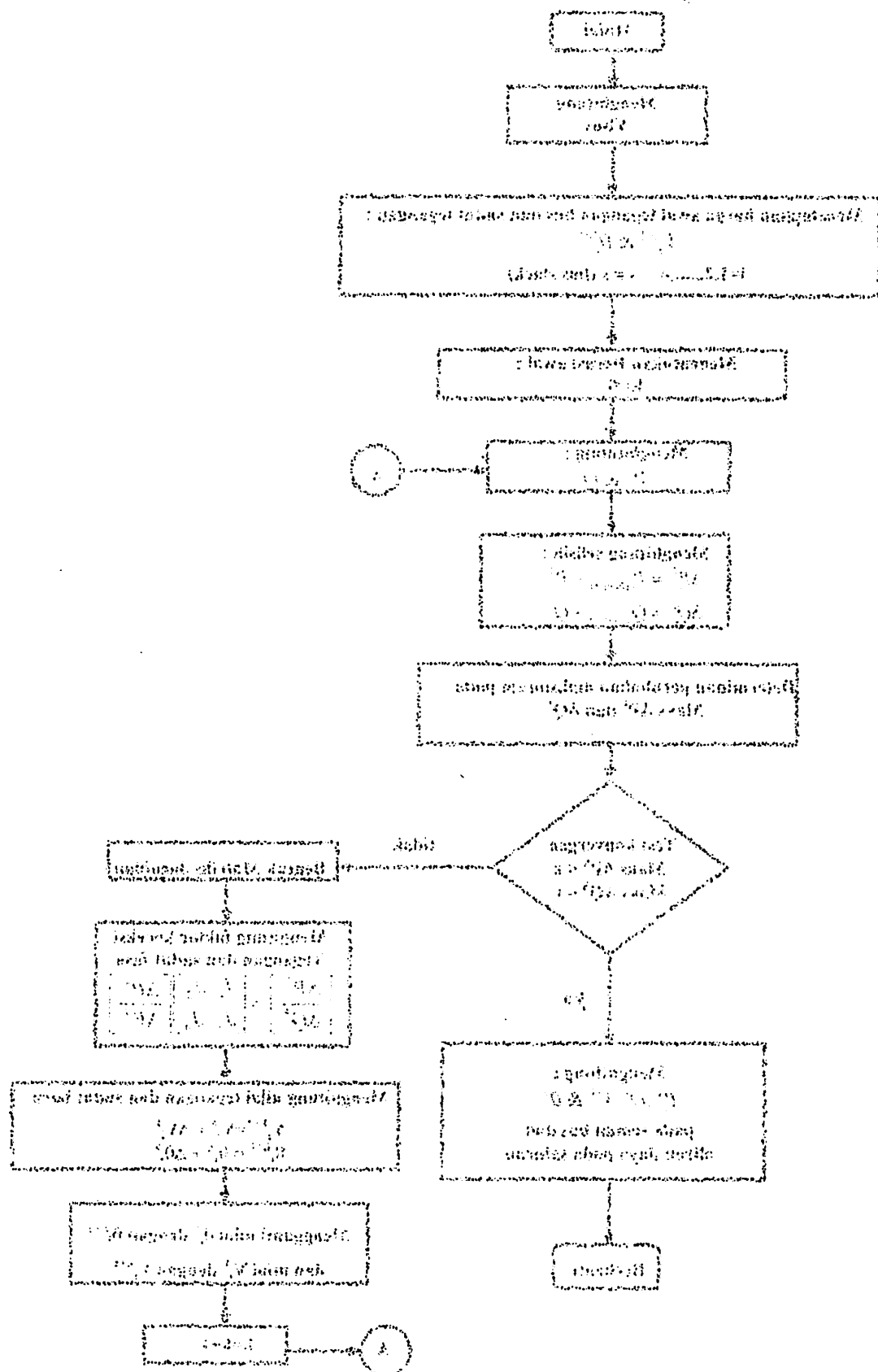
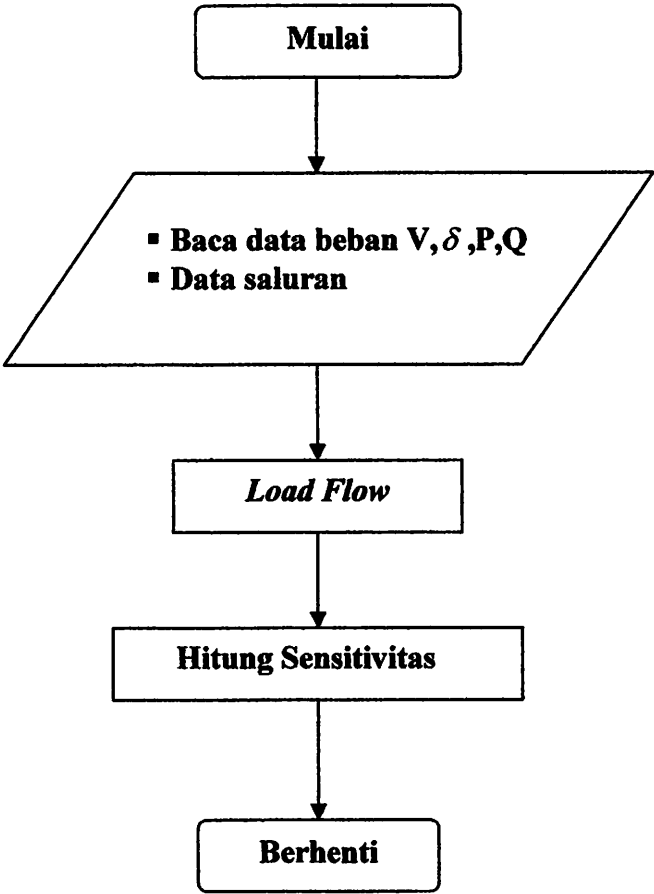
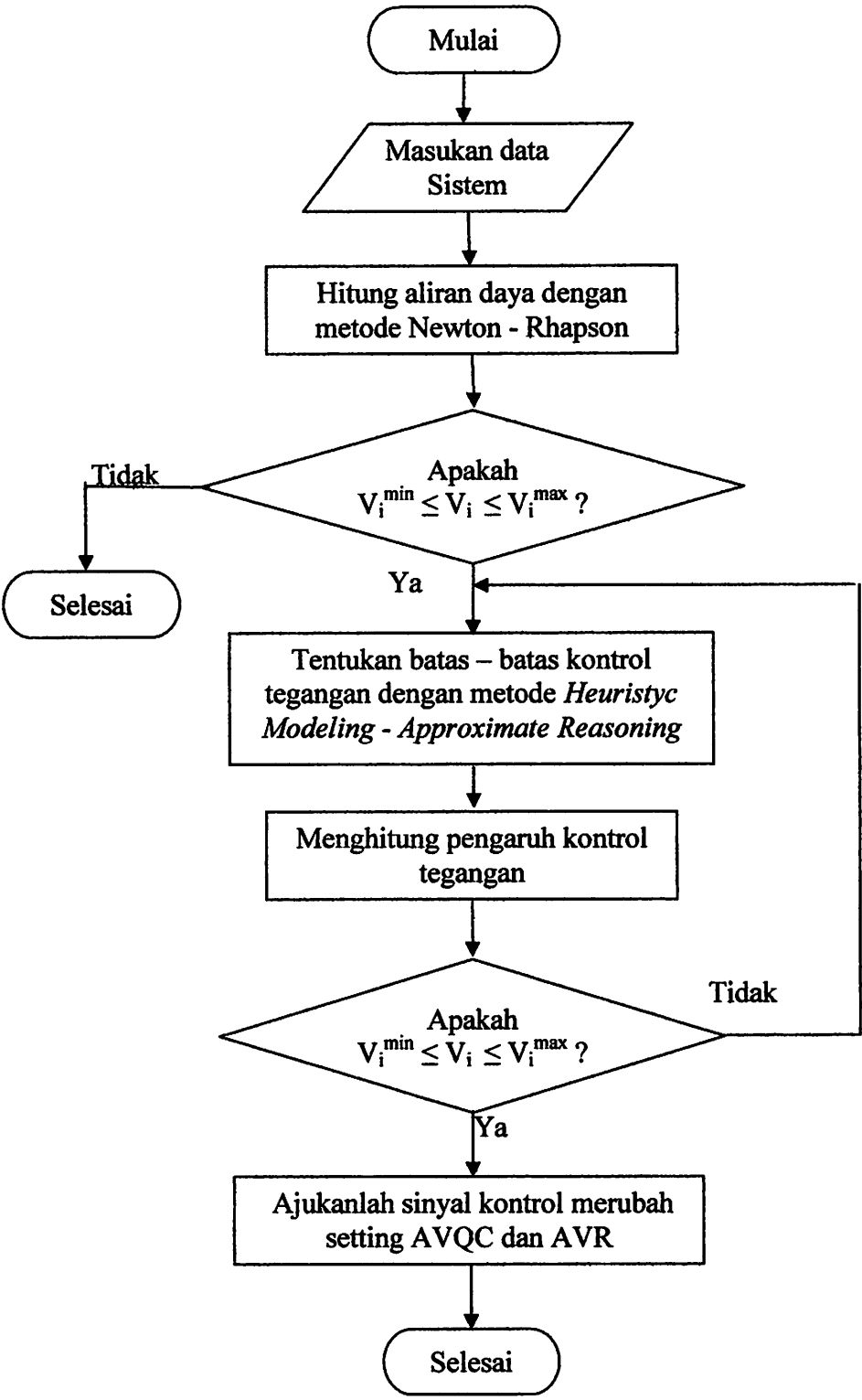


Figure 1.1.1. Flow Chart of the Program



Gambar 4.2
Flowchart Perhitungan Faktor Sensitivitas



Gambar 4.3^[1]
Flowchart Perhitungan Kontrol Tegangan /Daya Reaktif Dengan Metode Heuristyc Modeling – Approximate Reasoning

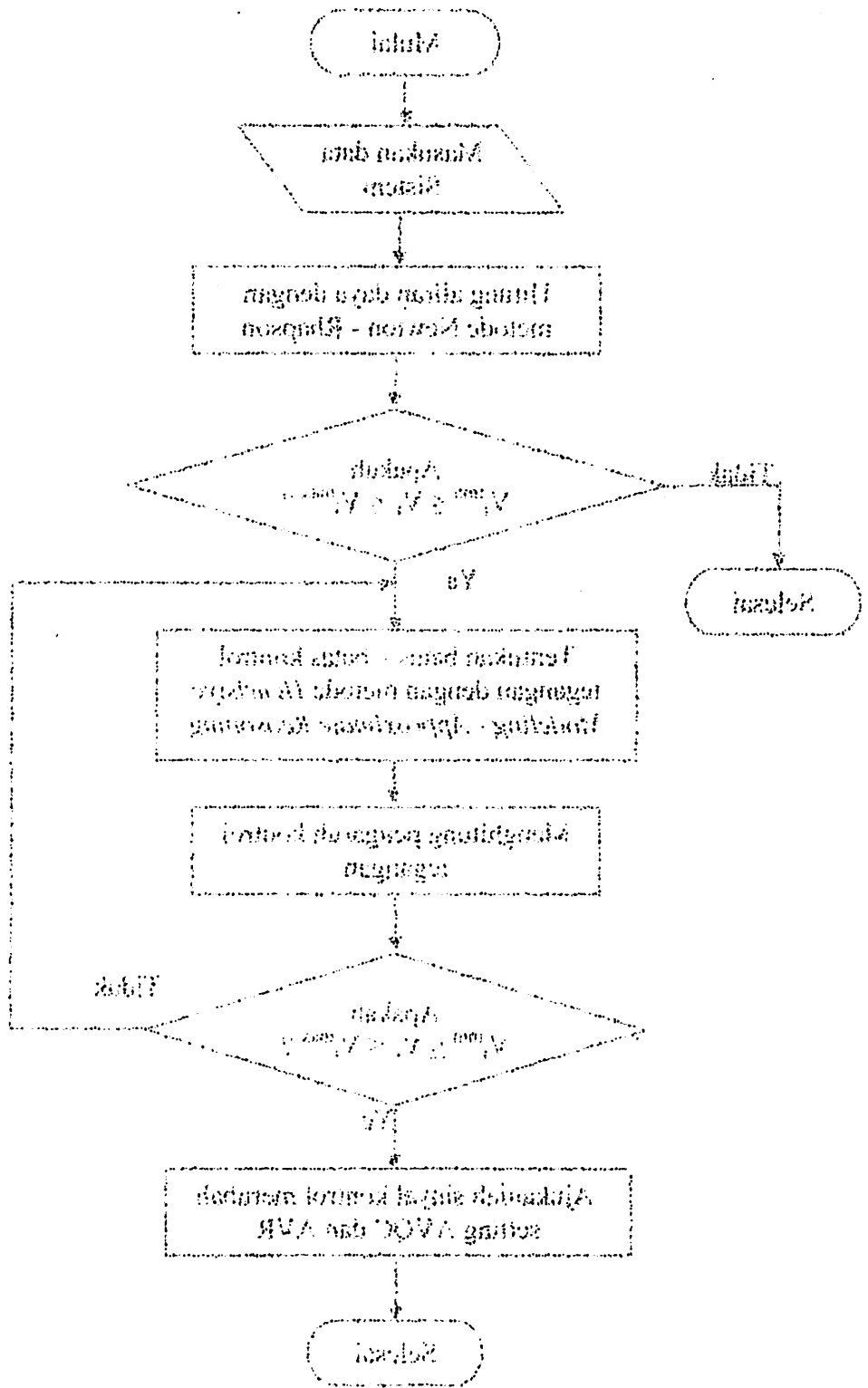
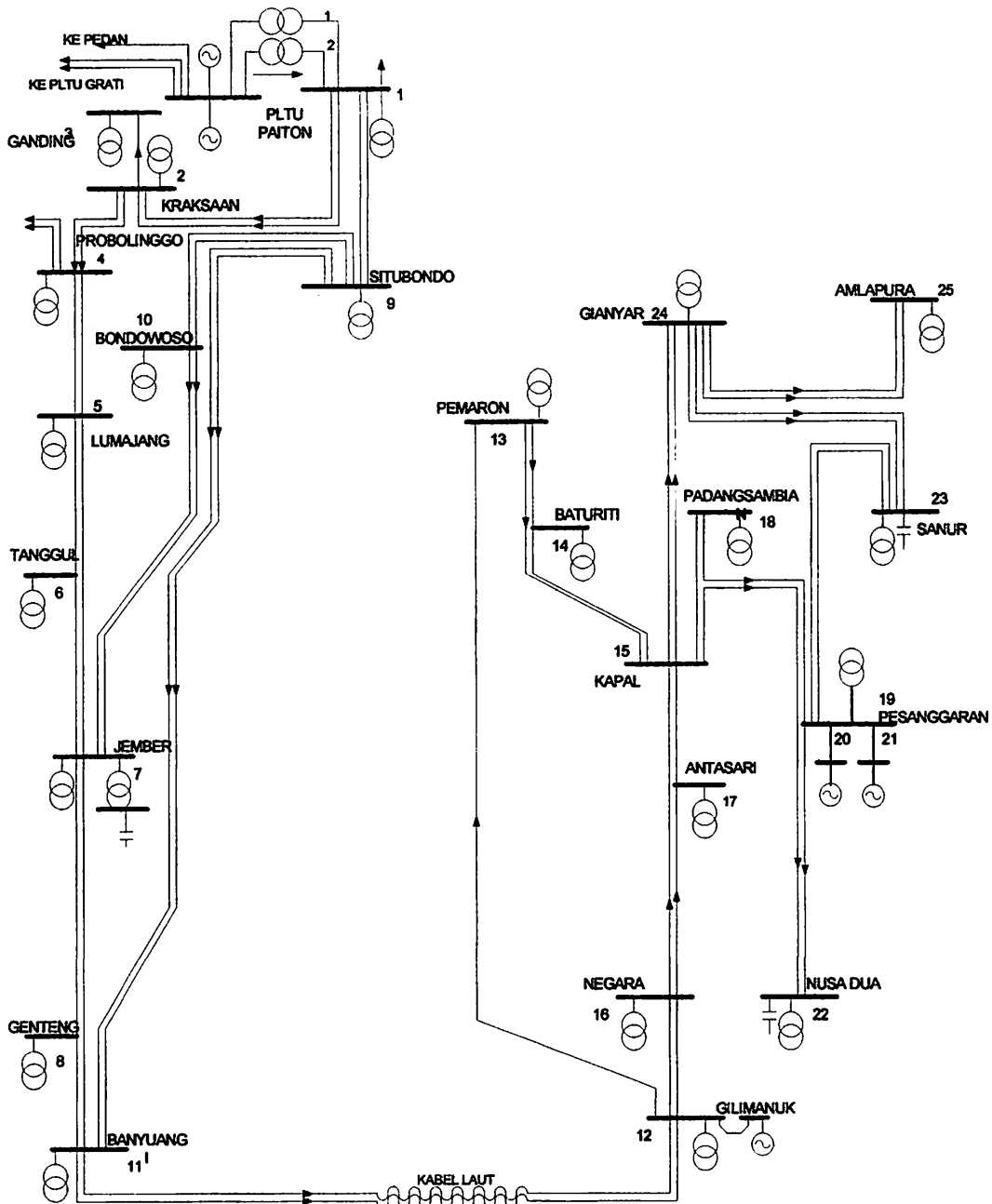


Diagram 4.3.10

Algoritma kontrol tenaga listrik berdasarkan pengalaman ahli sistem tenaga listrik

4.2. Diagram Segaris Dan Penomoran Bus Jaringan Sistem Tenaga Listrik

Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali

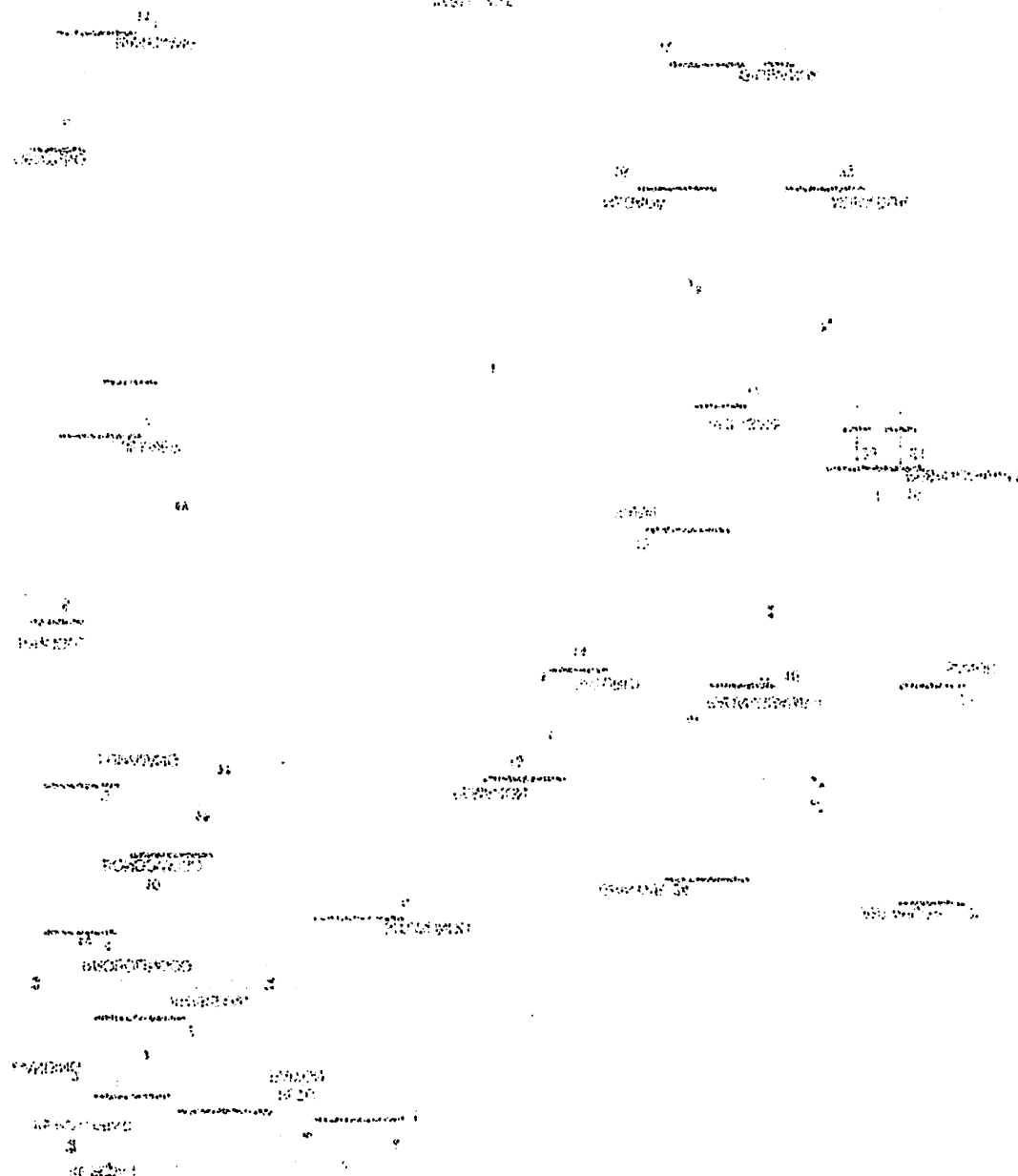


Sumber : PT. PLN (persero) P3B Jawa-Bali

Gambar 4.4^[5]
Diagram Segaris Jaringan Sistem Tenaga Listrik
Sub Sistem 150 kV Paiton-Bali

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԴԱՆԱԿԱՆ ԻՐԱՆԻ ՀԱՅԿԱՆ ՔՆՆՈՒՄ ԿԱՐԳԻՆԵՐ ԶԻՅԱՏՈՒ ԼՈՒՅՑԻ ՄԱՍԻՆ ԵՐԱՐՈՒՄ ԿԱՐԳԻՆԵՐ

ՀԱՅԿԱՆ ՔՆՆՈՒՄ ԿԱՐԳԻՆԵՐ ԶԻՅԱՏՈՒ ԼՈՒՅՑԻ ՄԱՍԻՆ



ՀԱՅԿԱՆ ՔՆՆՈՒՄ ԿԱՐԳԻՆԵՐ ԶԻՅԱՏՈՒ ԼՈՒՅՑԻ ՄԱՍԻՆ

ՀԱՅԿԱՆ ՔՆՆՈՒՄ ԿԱՐԳԻՆԵՐ ԶԻՅԱՏՈՒ ԼՈՒՅՑԻ ՄԱՍԻՆ

Tabel 4.1^[5]
 Penomoran Bus 150 kV Sub Sistem Paiton dan 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	NUSA DUA
23	SANUR
24	GIANYAR
25	AMPLAPURA

Table 4.1
 Distribution of 120 EV Sub Station Load Data

No. EVs	Station Name
1	STATION
2	KARAKA
3	STATION
4	PROBING
5	STATION
6	STATION
7	STATION
8	STATION
9	STATION
10	STATION
11	STATION
12	STATION
13	STATION
14	STATION
15	STATION
16	STATION
17	STATION
18	STATION
19	STATION
20	STATION
21	STATION
22	STATION
23	STATION
24	STATION
25	STATION

4.3. Data Pembangkitan dan Pembebanan 150 kV Sub Sistem Paiton dan

Bali

Tabel 4.2^[5]
 Data Pembangkitan dan Pembebanan
 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali
 Tanggal 30 Maret 2005, Pukul : 19:30 WIB

No	Nama Bus	Tegangan (pu)	Pgenerator (MW)	Qgenerator (MVAR)	Pload (MW)	Qload (MVAR)	Tipe
1	PAITON	1,033	-	-	39,3	7,9	1
2	KRAKSAN	1	-	-	14	6	3
3	GENDING	1	-	-	18	8,5	3
4	PROBOLINGGO	1	-	-	36,1	16,5	3
5	LUMAJANG	1	-	-	39	16,6	3
6	TANGGUL	1	-	-	22,5	9,7	3
7	JEMBER	1	-	50	62,2	30	3
8	GENTENG	1	-	-	41	21,3	3
9	SITUBONDO	1	-	-	23	5,9	3
10	BONDOWOSO	1	-	-	17,2	7	3
11	BANYUWANGI	1	-	-	37,8	18,7	3
12	GILIMANUK	0,99	99,9	-	5,4	2,7	2
13	NEGARA	1	-	-	11,9	4,4	3
14	ANTASARI	1	-	-	6,2	2,9	3
15	KAPAL	1	-	-	63,2	22,8	3
16	BATURITI	1	-	-	4,1	0,8	3
17	PEMARON	1	-	-	23,6	4,3	3
18	PDG SAMBIAN	1	-	-	16,4	7	3
19	PESANGGARAN	1	-	-	73,3	28,9	3
20	PLTD PSGRAN	0,95	32,2	-	-	-	2
21	PLTG PSGRAN	0,95	67,3	-	-	-	2
22	NUSADUA	1	-	25,0	45,5	13,6	3
23	SANUR	1	-	25,0	50,3	13,5	3
24	GIANYAR	1	-	-	35,4	7,9	3
25	AMLAPURA	1	-	-	14,2	3,3	3

Ket: 1 : bus slack
 2 : bus generator
 3 : bus beban

1.3. Die Veränderung des Inventars 1997 ist bestimmt worden aus:

1997

1997

Die Veränderung des Inventars
1997 ist bestimmt worden aus:
Tabelle 1.3.1.1. 1997

1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100

1997

1997

1997

4.4. Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali

Tabel 4.3^[5]
Data Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan 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

Table 1.1. List of constants and units used in the calculations.

Table 1.2.

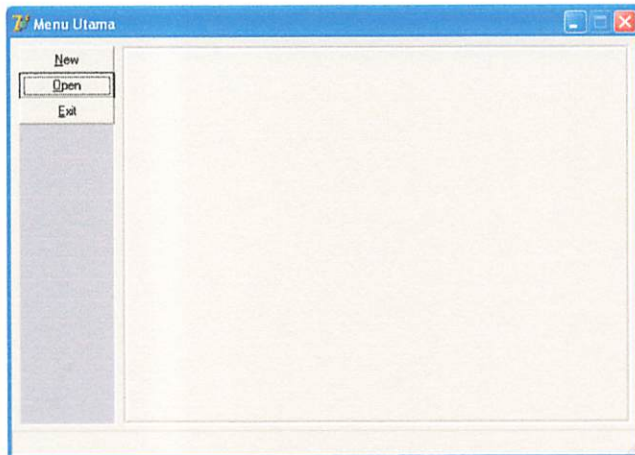
Table 1.3. List of constants and units used in the calculations.

(m) β	(m) α	(m) β	constant	unit	ref.
0.000	0.000	0.000	1		1
0.000	0.000	0.000	1		2
0.000	0.000	0.000	1		3
0.000	0.000	0.000	1		4
0.000	0.000	0.000	1		5
0.000	0.000	0.000	1		6
0.000	0.000	0.000	1		7
0.000	0.000	0.000	1		8
0.000	0.000	0.000	1		9
0.000	0.000	0.000	1		10
0.000	0.000	0.000	1		11
0.000	0.000	0.000	1		12
0.000	0.000	0.000	1		13
0.000	0.000	0.000	1		14
0.000	0.000	0.000	1		15
0.000	0.000	0.000	1		16
0.000	0.000	0.000	1		17
0.000	0.000	0.000	1		18
0.000	0.000	0.000	1		19
0.000	0.000	0.000	1		20
0.000	0.000	0.000	1		21
0.000	0.000	0.000	1		22
0.000	0.000	0.000	1		23
0.000	0.000	0.000	1		24
0.000	0.000	0.000	1		25
0.000	0.000	0.000	1		26
0.000	0.000	0.000	1		27
0.000	0.000	0.000	1		28
0.000	0.000	0.000	1		29
0.000	0.000	0.000	1		30
0.000	0.000	0.000	1		31
0.000	0.000	0.000	1		32
0.000	0.000	0.000	1		33
0.000	0.000	0.000	1		34
0.000	0.000	0.000	1		35
0.000	0.000	0.000	1		36
0.000	0.000	0.000	1		37
0.000	0.000	0.000	1		38
0.000	0.000	0.000	1		39
0.000	0.000	0.000	1		40
0.000	0.000	0.000	1		41
0.000	0.000	0.000	1		42
0.000	0.000	0.000	1		43
0.000	0.000	0.000	1		44
0.000	0.000	0.000	1		45
0.000	0.000	0.000	1		46
0.000	0.000	0.000	1		47
0.000	0.000	0.000	1		48
0.000	0.000	0.000	1		49
0.000	0.000	0.000	1		50

4.5. Prosedur Pelaksanaan Program Perhitungan

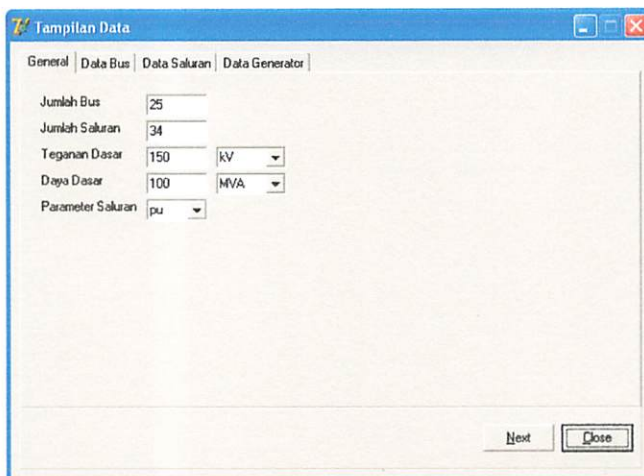
Prosedur menjalankan program perhitungan dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Tampilan utama dari program.



Gambar 4.5
Tampilan Utama Program

2. Tekan tombol *General* untuk membuka data yang sudah tersimpan.



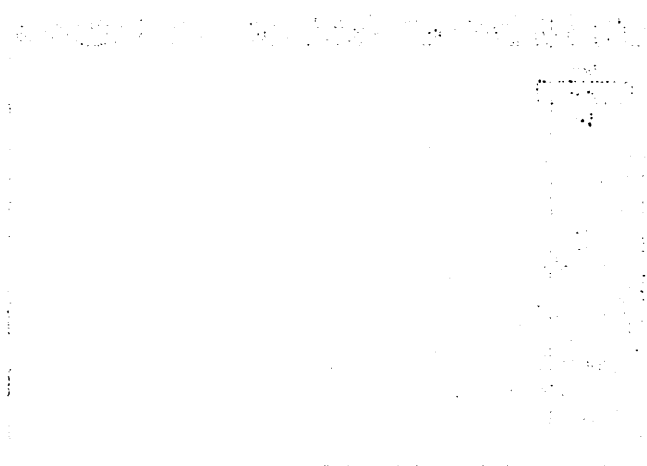
Gambar 4.6
Tampilan Masukan Data

2.3.2. Pengaruh Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi dengan menggunakan metode

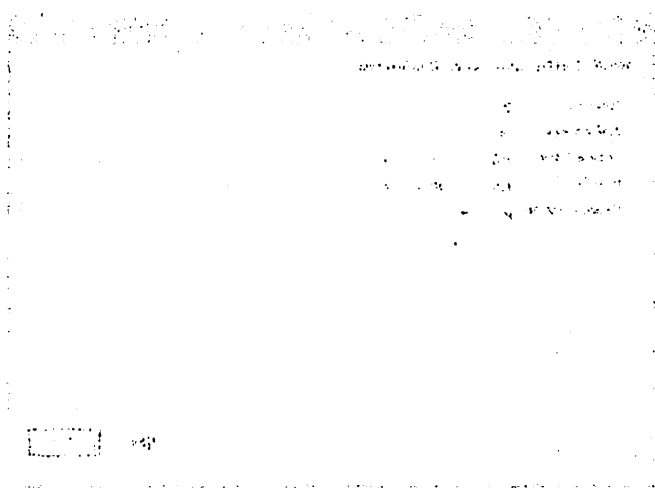
komparasi (tabel 2.3.1) dapat dilihat sebagai berikut :

2.3.2.1. Pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi



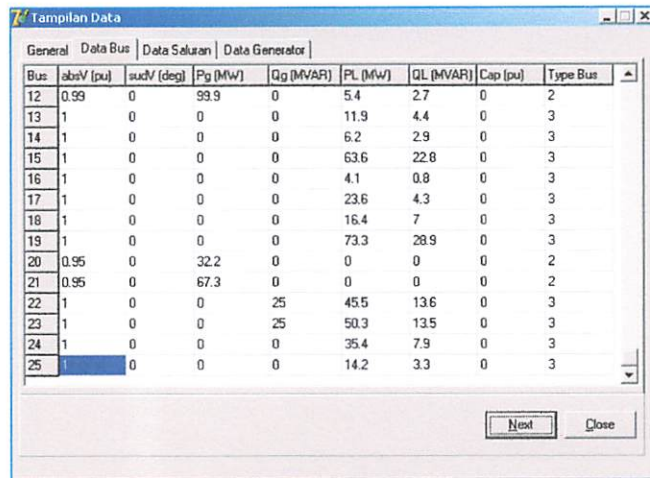
2.3.2.2. Pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi

2.3.2.3. Pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi



2.3.2.4. Pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi

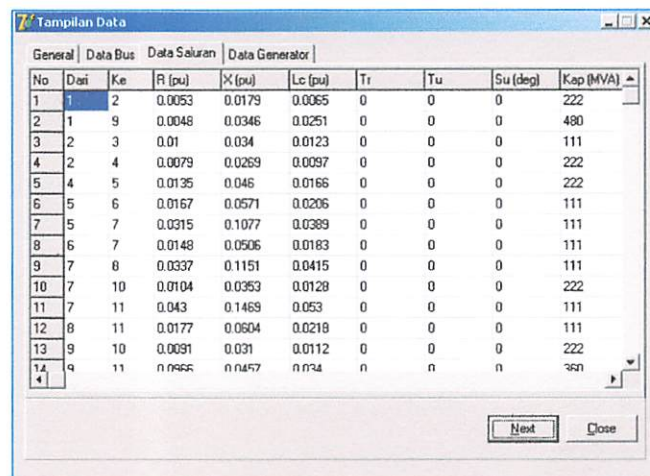
3. Kemudian tekan tombol data bus



Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Cap (pu)	Type Bus
12	0.99	0	99.9	0	5.4	2.7	0	2
13	1	0	0	0	11.9	4.4	0	3
14	1	0	0	0	6.2	2.9	0	3
15	1	0	0	0	63.6	22.8	0	3
16	1	0	0	0	4.1	0.8	0	3
17	1	0	0	0	23.6	4.3	0	3
18	1	0	0	0	16.4	7	0	3
19	1	0	0	0	73.3	28.9	0	3
20	0.95	0	32.2	0	0	0	0	2
21	0.95	0	67.3	0	0	0	0	2
22	1	0	0	25	45.5	13.6	0	3
23	1	0	0	25	50.3	13.5	0	3
24	1	0	0	0	35.4	7.9	0	3
25	1	0	0	0	14.2	3.3	0	3

Gambar 4.7
Tampilan Data Bus

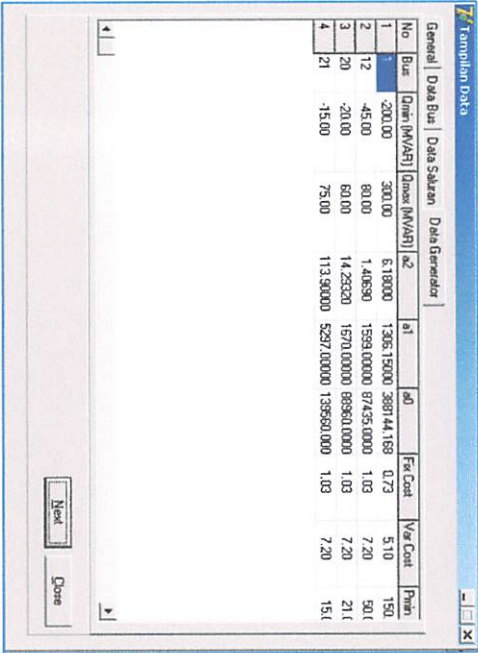
4. Kemudian tekan tombol data saluran



No	Dari	Ke	R (pu)	X (pu)	Lc (pu)	Tr	Tu	Su (deg)	Kap (MVA)
1	1	2	0.0053	0.0179	0.0065	0	0	0	222
2	1	9	0.0048	0.0346	0.0251	0	0	0	480
3	2	3	0.01	0.034	0.0123	0	0	0	111
4	2	4	0.0079	0.0269	0.0097	0	0	0	222
5	4	5	0.0135	0.046	0.0166	0	0	0	222
6	5	6	0.0167	0.0571	0.0206	0	0	0	111
7	5	7	0.0315	0.1077	0.0389	0	0	0	111
8	6	7	0.0148	0.0506	0.0183	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	0.0177	0.0504	0.0218	0	0	0	111
13	9	10	0.0091	0.031	0.0112	0	0	0	222
14	9	11	0.0955	0.0457	0.074	0	0	0	350

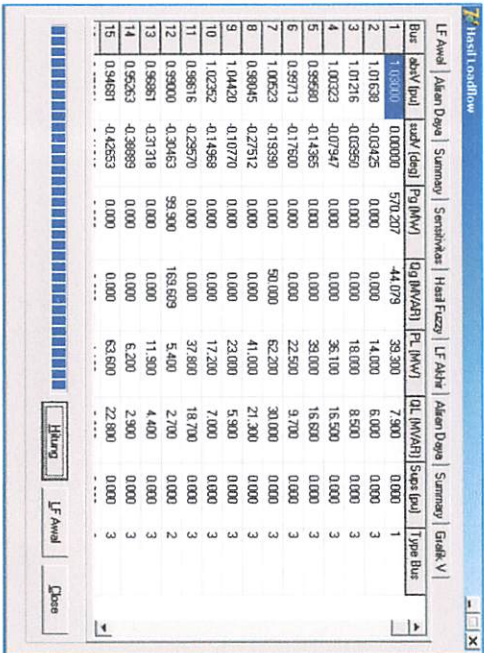
Gambar 4.8
Tampilan Data Saluran

5. Kemudian tekan data generator



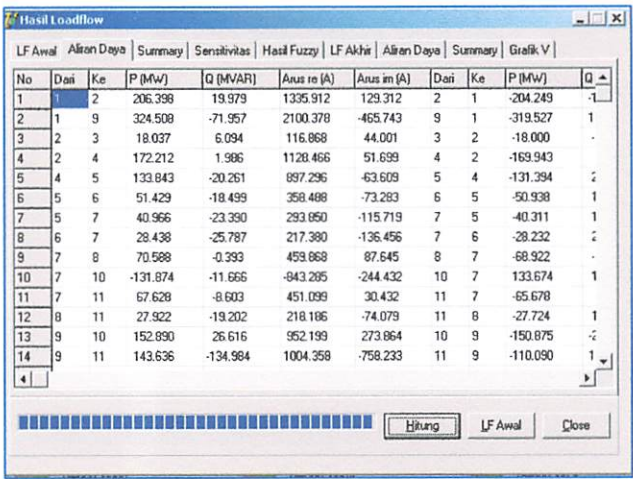
Gambar 4.9
Tampilan Data Generator

6. Tekan *load flow* awal bus untuk melihat hasil perhitungan *Load Flow* pada kondisi awal (sebelum optimasi).



Gambar 4.10
Tampilan Hasil *Load Flow* Pada Kondisi Awal (Sebelum Optimasi)

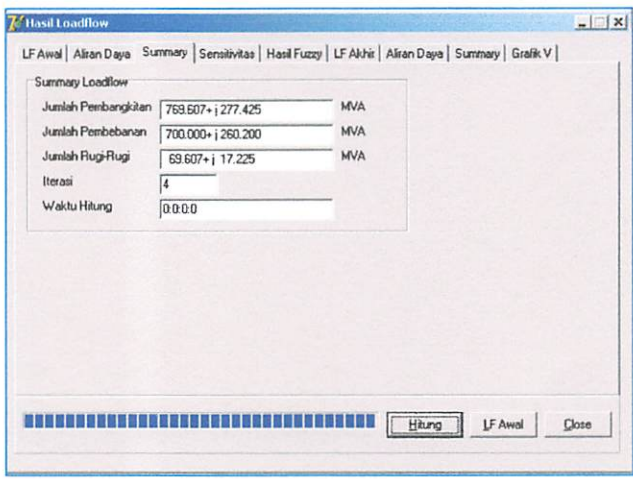
7. Tekan aliran daya saluran untuk melihat kondisi aliran daya pada kondisi awal (sebelum optimasi).



No	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)	Arus re (A)	Arus im (A)	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)
1	1	2	206.398	19.979	1335.912	129.312	2	1	-204.249	-19.979
2	1	9	324.508	-71.957	2100.378	-465.743	9	1	-319.527	71.957
3	2	3	18.037	6.094	116.868	44.001	3	2	-18.000	-6.094
4	2	4	172.212	1.906	1128.466	51.699	4	2	-169.943	-1.906
5	4	5	133.843	-20.261	897.296	-63.609	5	4	-131.394	20.261
6	5	6	51.429	-18.499	358.488	-73.283	6	5	-50.938	18.499
7	5	7	40.966	-23.390	293.050	-115.719	7	5	-40.311	23.390
8	6	7	28.438	-25.787	217.390	-136.456	7	6	-28.232	25.787
9	7	8	70.588	-0.393	459.868	87.545	8	7	-68.922	0.393
10	7	10	-131.874	-11.666	-943.295	-244.432	10	7	133.674	11.666
11	7	11	67.628	-8.603	451.099	30.432	11	7	-65.678	8.603
12	8	11	27.922	-19.202	218.186	-74.079	11	8	-27.724	19.202
13	9	10	152.890	26.616	952.199	273.864	10	9	-150.875	-26.616
14	9	11	143.636	-134.984	1004.358	-758.233	11	9	-110.090	134.984

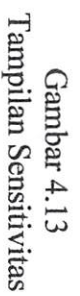
Gambar 4.11
Tampilan Hasil Aliran Daya Pada Kondisi Awal (Sebelum Optimasi)

8. Tekan tombol *summary*, untuk mengetahui jumlah pembangkitan dan jumlah pembebanan serta rugi – rugi sebelum optimasi



Summary Loadflow	
Jumlah Pembangkitan	769.507+ j 277.425 MVA
Jumlah Pembebanan	700.000+ j 260.200 MVA
Jumlah Rugi-Rugi	69.607+ j 17.225 MVA
Iterasi	4
Waktu Hitung	00.00

Gambar 4.12
Tampilan *summary load flow* sebelum optimasi

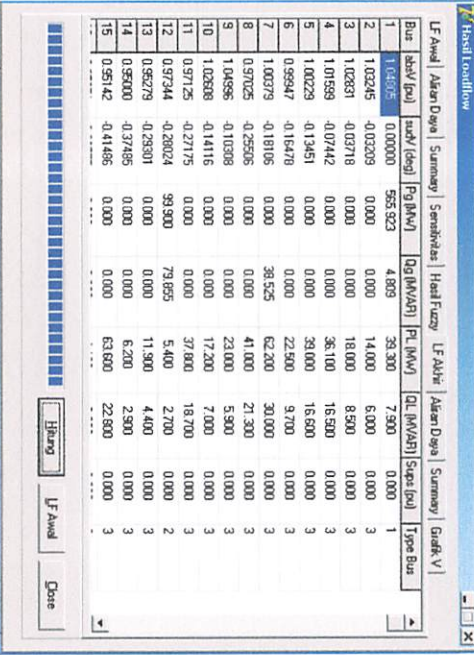


- | Heat Selling Program | | | |
|----------------------|-----|---------|-------|
| No | Bur | Vgen | Ocap |
| 1 | 1 | 1.04835 | 0.00 |
| 2 | 7 | 0.00000 | 38.53 |
| 3 | 12 | 0.97344 | 0.00 |
| 4 | 20 | 0.95265 | 0.00 |
| 5 | 21 | 0.95155 | 0.00 |
| 6 | 22 | 0.00000 | 20.31 |
| 7 | 23 | 0.00000 | 22.86 |

Repackaging Losses			
Sedahan Optimal	ES 60T	MW	
Serudu Optimal	65.323	MW	
Sekih Optimal	4.284	MW	

Tampilan program *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning*

11. Kemudian tekan tombol *load flow* akhir untuk melihat kondisi *load flow* pada kondisi akhir (setelah optimasi).

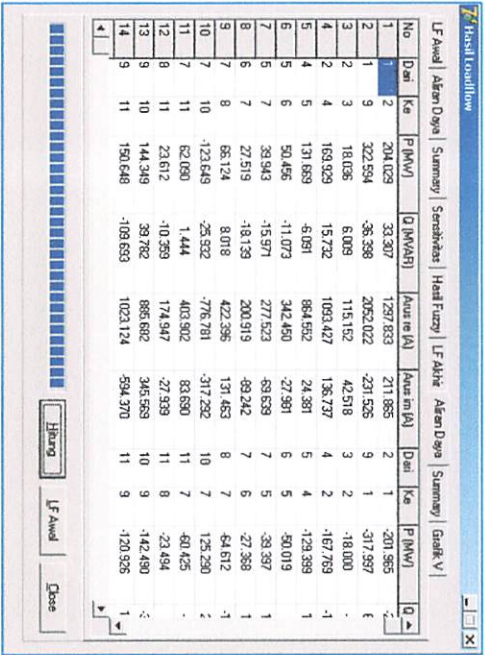


Bus	Subst./[p.u]	load/[kg]	Pg [MW]	Qg [MVAR]	PL [MW]	QL [MVAR]	Supas [p.u]	Type Bus
1	1.04325	0.0000	555.923	4.809	39.300	7.900	0.000	1
2	1.03245	-0.03209	0.000	0.000	14.000	6.000	0.000	3
3	1.02831	-0.03718	0.000	0.000	18.000	8.500	0.000	3
4	1.01569	-0.07442	0.000	0.000	36.100	16.500	0.000	3
5	1.00229	-0.13451	0.000	0.000	39.000	16.600	0.000	3
6	0.99247	-0.16478	0.000	0.000	22.500	9.700	0.000	3
7	1.00379	-0.18106	0.000	38.525	62.200	30.000	0.000	3
8	0.97025	-0.25505	0.000	0.000	41.000	21.300	0.000	3
9	1.04966	-0.10308	0.000	0.000	23.000	5.900	0.000	3
10	1.02608	-0.14116	0.000	0.000	17.200	7.000	0.000	3
11	0.97125	-0.27175	0.000	0.000	37.800	18.700	0.000	3
12	0.97344	-0.28024	99.900	79.695	5.400	2.700	0.000	2
13	0.96279	-0.29301	0.000	0.000	11.900	4.400	0.000	3
14	0.95000	-0.37485	0.000	0.000	6.200	2.900	0.000	3
15	0.95142	-0.41486	0.000	0.000	63.600	22.800	0.000	3

Gambar 4.15

Tampilan hasil *Load Flow* pada kondisi akhir (Setelah Optimasi)

12. Kemudian tekan tombol aliran daya, untuk melihat aliran daya (setelah optimasi)

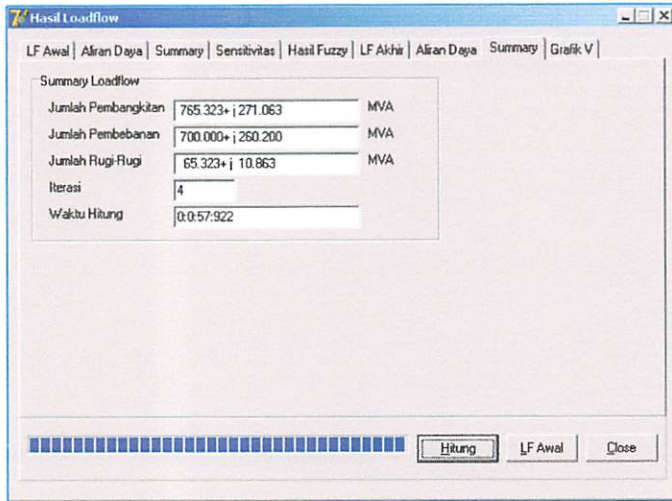


No	Daui	Ke	P [MW]	Q [MVAR]	Hasil Fuzzy	UF Akhir	Aksen Daya	Summary	Grafik V
1	1	2	204.029	33.307	1.297.833	271.885	2	1	-201.565
2	1	9	322.594	-36.398	2052.022	-231.526	9	1	-317.997
3	2	3	18.036	6.009	115.152	42.518	3	2	-18.000
4	2	4	163.929	15.732	1093.427	136.737	4	2	-167.769
5	4	5	131.899	6.091	884.552	24.391	5	4	-129.399
6	5	6	50.456	-11.073	342.450	-27.391	6	5	-50.019
7	6	7	39.943	-15.971	277.523	-69.639	7	5	-39.397
8	7	8	27.519	-18.139	200.919	-69.242	7	6	-27.389
9	7	8	66.124	8.018	422.396	131.463	8	7	-64.612
10	7	10	-123.649	-25.932	-776.781	-317.292	10	7	125.290
11	7	11	62.060	1.444	403.902	83.690	11	7	-60.425
12	8	11	23.612	-10.369	174.947	-27.939	11	8	-23.494
13	9	10	144.349	39.782	886.682	345.569	10	9	-142.490
14	9	11	150.648	-108.693	1023.124	-594.370	11	9	-120.526

Gambar 4.16

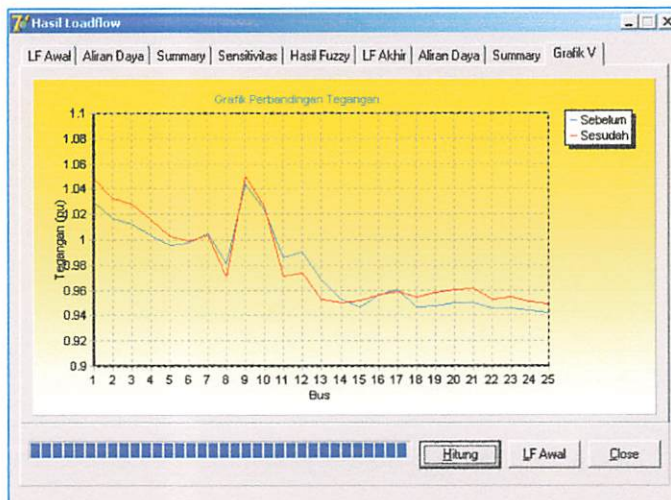
Tampilan aliran daya pada kondisi akhir (Setelah Optimasi)

13. Kemudian tekan tombol *summary*, untuk melihat jumlah pembangkitan dan jumlah pembebanan serta rugi - rugi setelah optimasi



Gambar 4.17
Tampilan *Summary Load Flow* setelah optimasi

14. Kemudian tekan *grafik*, untuk mengetahui grafik tegangan sebelum dan sesudah optimasi



Grafik 4.1
Grafik perbandingan tegangan sebelum dan sesudah optimasi

4.6. Hasil dan Analisis Hasil Perhitungan Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* Pada Saluran Transmisi 150 kV Sub Sistem Paiton dan Bali

4.6.1. Hasil Perhitungan Sebelum Optimasi

Tabel 4.4
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Sebelum Optimasi

No. Bus	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Pembangkitan		Pembebanan	
			Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1.03000	0.00000	570.207	-44.079	39.300	7.900
2	1.01638	-0.03425	0.000	0.000	14.000	6.000
3	1.01216	-0.03950	0.000	0.000	18.000	8.500
4	1.00323	-0.07947	0.000	0.000	36.100	16.500
5	0.99580	-0.27512	0.000	0.000	39.000	16.600
6	0.99713	-0.17600	0.000	0.000	22.500	9.700
7	1.00523	-0.19390	0.000	50.000	62.200	30.000
8	0.98045	-0.27512	0.000	0.000	41.000	21.300
9	1.04420	-0.10770	0.000	0.000	23.000	5.900
10	1.02352	-0.14968	0.000	0.000	17.200	7.000
11	0.98616	-0.29570	0.000	0.000	37.800	18.700
12	0.99000	-0.30463	99.900	169.609	5.400	2.700
13	0.96861	-0.31318	0.000	0.000	11.900	4.400
14	0.95263	-0.38889	0.000	0.000	6.200	2.900
15	0.94681	-0.42653	0.000	0.000	63.600	22.800
16	0.95601	-0.41212	0.000	0.000	4.100	0.800
17	0.96088	-0.40232	0.000	0.000	23.600	4.300
18	0.94631	-0.43591	0.000	0.000	16.400	7.000
19	0.94765	-0.43783	0.000	0.000	73.300	28.900
20	0.95000	-0.43705	32.200	36.017	0.000	0.000
21	0.95000	-0.43399	67.300	15.877	0.000	0.000
22	0.94557	-0.44440	0.000	25.000	0.000	13.600
23	0.94584	-0.44094	0.000	25.000	50.300	13.500
24	0.94425	-0.43812	0.000	0.000	35.400	7.900
25	0.94195	-0.44261	0.000	0.000	14.200	3.300

about government's involvement - particularly, government's efforts to encourage

Page 1 of 1

[illegible][illegible]

Product Information		Customer Information		Location	Department	Unit
Product ID	Product Name	Customer ID	Customer Name	Region	Category	Quantity
PROD-001	Widget A	CUST-001	John Doe	North	Electronics	10
PROD-002	Widget B	CUST-002	Jane Smith	South	Electronics	5
PROD-003	Widget C	CUST-003	Bob Johnson	West	Electronics	15
PROD-004	Widget D	CUST-004	Alice Brown	East	Electronics	8
PROD-005	Widget E	CUST-005	Charlie Davis	North	Electronics	12
PROD-006	Widget F	CUST-006	Diana Prince	South	Electronics	7
PROD-007	Widget G	CUST-007	Edward Nigma	West	Electronics	9
PROD-008	Widget H	CUST-008	Fiona Gale	East	Electronics	6
PROD-009	Widget I	CUST-009	George Clooney	North	Electronics	11
PROD-010	Widget J	CUST-010	Helen Hunt	South	Electronics	4
PROD-011	Widget K	CUST-011	Jack Bauer	West	Electronics	13
PROD-012	Widget L	CUST-012	Karen Sisco	East	Electronics	10
PROD-013	Widget M	CUST-013	Liam Neeson	North	Electronics	7
PROD-014	Widget N	CUST-014	Mia Farrow	South	Electronics	14
PROD-015	Widget O	CUST-015	Nick Carraway	West	Electronics	9
PROD-016	Widget P	CUST-016	Olivia Pope	East	Electronics	6
PROD-017	Widget Q	CUST-017	Peter Parker	North	Electronics	11
PROD-018	Widget R	CUST-018	Quinn Fabray	South	Electronics	5
PROD-019	Widget S	CUST-019	Rachel Green	West	Electronics	12
PROD-020	Widget T	CUST-020	Steve Rogers	East	Electronics	8
PROD-021	Widget U	CUST-021	Tina Turner	North	Electronics	13
PROD-022	Widget V	CUST-022	Uma Thurman	South	Electronics	7
PROD-023	Widget W	CUST-023	Vince Zoski	West	Electronics	10
PROD-024	Widget X	CUST-024	Wendell Williams	East	Electronics	6
PROD-025	Widget Y	CUST-025	Xavier Woods	North	Electronics	14
PROD-026	Widget Z	CUST-026	Yara Grey	South	Electronics	9
PROD-027	Widget AA	CUST-027	Zoe Lister-Jones	West	Electronics	11
PROD-028	Widget AB	CUST-028	Adam Scott	East	Electronics	5
PROD-029	Widget AC	CUST-029	Anna Kendrick	North	Electronics	12
PROD-030	Widget AD	CUST-030	Ben Stiller	South	Electronics	8
PROD-031	Widget AE	CUST-031	Cameron Diaz	West	Electronics	13
PROD-032	Widget AF	CUST-032	Dustin Diamond	East	Electronics	7
PROD-033	Widget AG	CUST-033	Ethan Hunt	North	Electronics	14
PROD-034	Widget AH	CUST-034	Faye Dunaway	South	Electronics	9
PROD-035	Widget AI	CUST-035	Gary Cooper	West	Electronics	11
PROD-036	Widget AJ	CUST-036	Halle Berry	East	Electronics	6
PROD-037	Widget AK	CUST-037	Idris Elba	North	Electronics	12
PROD-038	Widget AL	CUST-038	Jessie Walter	South	Electronics	5
PROD-039	Widget AM	CUST-039	Keanu Reeves	West	Electronics	13
PROD-040	Widget AN	CUST-040	Lana Del Rey	East	Electronics	8
PROD-041	Widget AO	CUST-041	Mark Wahlberg	North	Electronics	14
PROD-042	Widget AP	CUST-042	Natalie Portman	South	Electronics	9
PROD-043	Widget AQ	CUST-043	Orlando Bloom	West	Electronics	11
PROD-044	Widget AR	CUST-044	Peter Dinklage	East	Electronics	7
PROD-045	Widget AS	CUST-045	Quentin Tarantino	North	Electronics	12
PROD-046	Widget AT	CUST-046	Rachel Watson	South	Electronics	6
PROD-047	Widget AU	CUST-047	Samuel L. Jackson	West	Electronics	13
PROD-048	Widget AV	CUST-048	Tina Turner	East	Electronics	8
PROD-049	Widget AW	CUST-049	Uma Thurman	North	Electronics	14
PROD-050	Widget AX	CUST-050	Vince Zoski	South	Electronics	9
PROD-051	Widget AY	CUST-051	Wendell Williams	West	Electronics	11
PROD-052	Widget AZ	CUST-052	Xavier Woods	East	Electronics	7
PROD-053	Widget BA	CUST-053	Yara Grey	North	Electronics	12
PROD-054	Widget BB	CUST-054	Zoe Lister-Jones	South	Electronics	6
PROD-055	Widget BC	CUST-055	Adam Scott	West	Electronics	13
PROD-056	Widget BD	CUST-056	Anna Kendrick	East	Electronics	8
PROD-057	Widget BE	CUST-057	Ben Stiller	North	Electronics	14
PROD-058	Widget BF	CUST-058	Cameron Diaz	South	Electronics	9
PROD-059	Widget BG	CUST-059	Dustin Diamond	West	Electronics	7
PROD-060	Widget BH	CUST-060	Ethan Hunt	East	Electronics	12
PROD-061	Widget BI	CUST-061	Faye Dunaway	North	Electronics	6
PROD-062	Widget BJ	CUST-062	Gary Cooper	South	Electronics	13
PROD-063	Widget BK	CUST-063	Halle Berry	West	Electronics	8
PROD-064	Widget BL	CUST-064	Idris Elba	East	Electronics	14
PROD-065	Widget BM	CUST-065	Jessie Walter	North	Electronics	9
PROD-066	Widget BN	CUST-066	Keanu Reeves	South	Electronics	11
PROD-067	Widget BO	CUST-067	Lana Del Rey	West	Electronics	7
PROD-068	Widget BP	CUST-068	Mark Wahlberg	East	Electronics	12
PROD-069	Widget BQ	CUST-069	Natalie Portman	North	Electronics	6
PROD-070	Widget BR	CUST-070	Orlando Bloom	South	Electronics	13
PROD-071	Widget BS	CUST-071	Peter Dinklage	West	Electronics	8
PROD-072	Widget BT	CUST-072	Quentin Tarantino	East	Electronics	14
PROD-073	Widget BU	CUST-073	Rachel Watson	North	Electronics	9
PROD-074	Widget BV	CUST-074	Samuel L. Jackson	South	Electronics	11
PROD-075	Widget BV	CUST-075	Tina Turner	West	Electronics	7

Tabel 4.5
Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Optimasi

Saluran		Daya		Saluran		Daya	
Dari	Ke	P (MW)	Q (Mvar)	Dari	Ke	P (MW)	Q (Mvar)
1	2	206.398	19.979	2	1	-204.249	-14.080
1	9	324.508	-71.957	9	1	-319.527	102.468
2	3	18.037	6.094	3	2	-18.000	-8.500
2	4	172.212	1.986	4	2	-169.943	3.761
4	5	133.843	-20.261	5	4	-131.394	25.290
5	6	51.429	-18.499	6	5	-50.938	16.087
5	7	40.966	-23.390	7	5	-40.311	17.839
6	7	28.438	-25.787	7	6	-28.232	22.822
7	8	70.588	-0.393	8	7	-68.922	-2.098
7	10	-131.874	-11.666	10	7	133.674	15.144
7	11	67.628	-8.603	11	7	-65.678	4.758
8	11	27.922	-19.202	11	8	-27.724	15.660
9	10	152.890	26.616	10	9	-150.875	-22.144
9	11	143.636	-134.984	11	9	-110.090	143.840
11	12	165.692	-182.958	12	11	-164.689	185.151
12	13	187.481	-16.940	13	12	-183.291	15.789
12	17	71.709	-1.301	17	12	-69.610	-1.342
13	14	86.792	-9.493	14	13	-84.611	10.503
13	15	84.599	-10.696	15	13	-81.437	11.806
14	15	78.411	-13.403	15	14	-77.426	13.529
15	16	-19.886	-4.205	16	15	20.048	0.169
15	17	-21.452	-4.378	17	15	21.738	-1.794
15	18	25.237	-8.033	18	15	-25.157	6.259
15	19	29.040	-13.485	19	15	-28.923	11.814
15	22	23.371	-11.607	22	15	-23.161	8.518
15	24	58.954	-6.426	24	15	-58.723	5.965
16	17	-24.148	-0.969	17	16	24.272	-1.164
18	19	8.757	-13.259	19	18	-8.745	12.433
19	20	-32.148	-35.903	20	19	32.200	36.017
19	21	-67.194	-15.580	21	19	67.300	15.877
19	22	22.412	-4.248	22	19	-22.339	2.882
19	23	41.298	2.585	23	19	-41.227	-2.900
23	24	-9.073	14.400	24	23	9.099	-15.278
24	25	14.224	1.413	25	24	-14.200	-3.300

A.4. Table

Table A.4. Summary of the results of the analysis of the data from the experiment.

Input		Output		Error		Mean	
Input 1	Input 2	Output 1	Output 2	Error 1	Error 2	Mean 1	Mean 2
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002
0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003
0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0004	0.0004
0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0005	0.0005
0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0006	0.0006
0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.0007	0.0007
0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.0008	0.0008
0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0009	0.0009
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.0010	0.0010
0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0000	0.0000	0.0011	0.0011
0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0000	0.0000	0.0012	0.0012
0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0000	0.0000	0.0013	0.0013
0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0000	0.0000	0.0014	0.0014
0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0000	0.0000	0.0015	0.0015
0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0000	0.0000	0.0016	0.0016
0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0000	0.0000	0.0017	0.0017
0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0000	0.0000	0.0018	0.0018
0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0000	0.0000	0.0019	0.0019
0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0000	0.0000	0.0020	0.0020
0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0000	0.0000	0.0021	0.0021
0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0000	0.0000	0.0022	0.0022
0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0000	0.0000	0.0023	0.0023
0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0000	0.0000	0.0024	0.0024
0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0000	0.0000	0.0025	0.0025
0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0000	0.0000	0.0026	0.0026
0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0000	0.0000	0.0027	0.0027
0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0000	0.0000	0.0028	0.0028
0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0000	0.0000	0.0029	0.0029
0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0000	0.0000	0.0030	0.0030
0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0000	0.0000	0.0031	0.0031
0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0000	0.0000	0.0032	0.0032
0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0000	0.0000	0.0033	0.0033
0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0000	0.0000	0.0034	0.0034
0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0000	0.0000	0.0035	0.0035
0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0000	0.0000	0.0036	0.0036
0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037
0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0000	0.0000	0.0038	0.0038
0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0000	0.0000	0.0039	0.0039
0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0000	0.0000	0.0040	0.0040
0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0000	0.0000	0.0041	0.0041
0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0000	0.0000	0.0042	0.0042
0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0000	0.0000	0.0043	0.0043
0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0000	0.0000	0.0044	0.0044
0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0000	0.0000	0.0045	0.0045
0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0000	0.0000	0.0046	0.0046
0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0000	0.0000	0.0047	0.0047
0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0000	0.0000	0.0048	0.0048
0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0000	0.0000	0.0049	0.0049
0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050

Tabel 4.6
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Sebelum Optimasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi		Waktu Komputasi
Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	
769.607	277.425	700.000	260.000	69.607	17.225	0:0:0:15

4.6.2. Hasil Perhitungan Setelah Optimasi

Tabel 4.7
Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan Dan
Pembebanan Setelah Optimasi

No. Bus	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Pembangkitan		Pembebanan	
			Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1.04805	0.00000	565.923	4.809	39.300	7.900
2	1.03245	-0.03209	0.000	0.000	14.000	6.000
3	1.02831	-0.03718	0.000	0.000	18.000	8.500
4	1.01599	-0.07442	0.000	0.000	36.100	16.500
5	1.00229	-0.13451	0.000	0.000	39.000	16.600
6	0.99947	-0.16478	0.000	0.000	22.500	9.700
7	1.00379	-0.18106	0.000	38.525	62.200	30.000
8	0.97025	-0.25506	0.000	0.000	41.000	21.300
9	1.04996	-0.10308	0.000	0.000	23.000	5.900
10	1.02608	-0.14116	0.000	0.000	17.200	7.000
11	0.97125	-0.27175	0.000	0.000	37.800	18.700
12	0.97344	-0.28024	99.900	79.855	5.400	2.700
13	0.95279	-0.29301	0.000	0.000	11.900	4.400
14	0.95000	-0.37485	0.000	0.000	6.200	2.900
15	0.95142	-0.41486	0.000	0.000	63.600	22.800
16	0.95651	-0.39775	0.000	0.000	4.100	0.800
17	0.95920	-0.38646	0.000	0.000	23.600	4.300
18	0.95462	-0.42569	0.000	0.000	16.400	7.000
19	0.95755	-0.42823	0.000	0.000	73.300	28.900
20	0.96096	-0.42799	32.200	59.920	0.000	0.000
21	0.96155	-0.42511	0.000	44.781	0.000	0.000
22	0.95305	-0.43358	0.000	20.313	45.500	13.600
23	0.95466	-0.43074	0.000	22.859	50.300	13.500
24	0.95111	-0.42702	0.000	0.000	35.400	7.900
25	0.95883	-0.43144	0.000	0.000	14.200	3.300

Decomposition of the total variance

NAME (Last, First)	BIRTH DATA		MARRIAGE DATA		DEATH DATA	
	DATE (MM/DD)	TIME (HH)	DATE (MM/DD)	TIME (HH)	DATE (MM/DD)	TIME (HH)
John Doe	1980-01-01	12:00 PM	1985-06-15	09:00 AM	2020-03-10	05:30 PM

1. *Chlorophyll*
 2. *Chlorophyll*
 3. *Chlorophyll*
 4. *Chlorophyll*
 5. *Chlorophyll*
 6. *Chlorophyll*
 7. *Chlorophyll*
 8. *Chlorophyll*
 9. *Chlorophyll*
 10. *Chlorophyll*
 11. *Chlorophyll*
 12. *Chlorophyll*
 13. *Chlorophyll*
 14. *Chlorophyll*
 15. *Chlorophyll*
 16. *Chlorophyll*
 17. *Chlorophyll*
 18. *Chlorophyll*
 19. *Chlorophyll*
 20. *Chlorophyll*
 21. *Chlorophyll*
 22. *Chlorophyll*
 23. *Chlorophyll*
 24. *Chlorophyll*
 25. *Chlorophyll*
 26. *Chlorophyll*
 27. *Chlorophyll*
 28. *Chlorophyll*
 29. *Chlorophyll*
 30. *Chlorophyll*
 31. *Chlorophyll*
 32. *Chlorophyll*
 33. *Chlorophyll*
 34. *Chlorophyll*
 35. *Chlorophyll*
 36. *Chlorophyll*
 37. *Chlorophyll*
 38. *Chlorophyll*
 39. *Chlorophyll*
 40. *Chlorophyll*
 41. *Chlorophyll*
 42. *Chlorophyll*
 43. *Chlorophyll*
 44. *Chlorophyll*
 45. *Chlorophyll*
 46. *Chlorophyll*
 47. *Chlorophyll*
 48. *Chlorophyll*
 49. *Chlorophyll*
 50. *Chlorophyll*
 51. *Chlorophyll*
 52. *Chlorophyll*
 53. *Chlorophyll*
 54. *Chlorophyll*
 55. *Chlorophyll*
 56. *Chlorophyll*
 57. *Chlorophyll*
 58. *Chlorophyll*
 59. *Chlorophyll*
 60. *Chlorophyll*
 61. *Chlorophyll*
 62. *Chlorophyll*
 63. *Chlorophyll*
 64. *Chlorophyll*
 65. *Chlorophyll*
 66. *Chlorophyll*
 67. *Chlorophyll*
 68. *Chlorophyll*
 69. *Chlorophyll*
 70. *Chlorophyll*
 71. *Chlorophyll*
 72. *Chlorophyll*
 73. *Chlorophyll*
 74. *Chlorophyll*
 75. *Chlorophyll*
 76. *Chlorophyll*
 77. *Chlorophyll*
 78. *Chlorophyll*
 79. *Chlorophyll*
 80. *Chlorophyll*
 81. *Chlorophyll*
 82. *Chlorophyll*
 83. *Chlorophyll*
 84. *Chlorophyll*
 85. *Chlorophyll*
 86. *Chlorophyll*
 87. *Chlorophyll*
 88. *Chlorophyll*
 89. *Chlorophyll*
 90. *Chlorophyll*
 91. *Chlorophyll*
 92. *Chlorophyll*
 93. *Chlorophyll*
 94. *Chlorophyll*
 95. *Chlorophyll*
 96. *Chlorophyll*
 97. *Chlorophyll*
 98. *Chlorophyll*
 99. *Chlorophyll*
 100. *Chlorophyll*

[illegible]

Tabel 4.8
Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Setelah Optimasi

Saluran		Daya		Saluran		Daya	
Dari	Ke	P (MW)	Q (Mvar)	Dari	Ke	P (MW)	Q (Mvar)
1	2	204.029	33.307	2	1	-201.965	-27.741
1	9	322.594	-36.398	9	1	-317.997	64.011
2	3	18.036	6.009	3	2	-18.000	-8.500
2	4	169.929	15.732	4	2	-167.769	-10.409
4	5	131.669	-6.091	5	4	-129.399	10.444
5	6	50.456	-11.073	6	5	-50.019	8.439
5	7	39.943	-15.971	7	5	-39.397	10.010
6	7	27.519	-18.139	7	6	-27.368	14.985
7	8	66.124	8.018	8	7	-64.612	-10.941
7	10	-123.649	-25.932	10	7	125.290	28.863
7	11	62.090	1.444	11	7	-60.425	-6.096
8	11	23.612	-10.359	11	8	-23.494	6.652
9	10	144.349	39.782	10	9	-142.490	-35.864
9	11	150.648	-109.693	11	9	-120.926	116.799
11	12	167.044	-136.055	12	11	-166.257	137.777
12	13	187.731	-48.242	13	12	-183.146	47.285
12	17	73.026	-12.380	17	12	-70.756	10.480
13	14	86.705	-25.252	14	13	-84.316	26.965
13	15	84.541	-26.433	15	13	-81.069	28.537
14	15	78.116	-29.865	15	14	-7.028	30.284
15	16	-20.441	1.712	16	15	20.615	-5.749
15	17	-21.992	1.583	17	15	22.304	-7.727
15	18	25.851	-19.800	18	15	-25.733	18.108
15	19	29.951	-30.270	19	15	-29.747	28.818
15	22	22.7444	-16.129	22	15	-22.510	13.041
15	24	58.384	-18.717	24	15	-58.140	18.279
16	17	-24.715	4.949	17	16	24.852	-7.053
18	19	9.333	-25.108	19	18	-9.299	24.330
19	20	-32.100	-59.700	20	19	32.200	59.920
19	21	-67.159	-44.385	21	19	67.300	44.781
19	22	23.069	4.944	22	19	-22.990	-6.328
19	23	41.936	17.092	23	19	-41.853	-17.392
23	24	-8.477	26.751	24	23	8.517	-27.562
24	25	14.224	1.383	25	24	-14.200	-3.300

Table 1

Investment and output of the agricultural sector, 1960-1970

Investment		Output		Investment		Output	
Year	Value	Year	Value	Year	Value	Year	Value
1960	100.0	1960	100.0	1960	100.0	1960	100.0
1961	105.0	1961	105.0	1961	105.0	1961	105.0
1962	110.0	1962	110.0	1962	110.0	1962	110.0
1963	115.0	1963	115.0	1963	115.0	1963	115.0
1964	120.0	1964	120.0	1964	120.0	1964	120.0
1965	125.0	1965	125.0	1965	125.0	1965	125.0
1966	130.0	1966	130.0	1966	130.0	1966	130.0
1967	135.0	1967	135.0	1967	135.0	1967	135.0
1968	140.0	1968	140.0	1968	140.0	1968	140.0
1969	145.0	1969	145.0	1969	145.0	1969	145.0
1970	150.0	1970	150.0	1970	150.0	1970	150.0
1971	155.0	1971	155.0	1971	155.0	1971	155.0
1972	160.0	1972	160.0	1972	160.0	1972	160.0
1973	165.0	1973	165.0	1973	165.0	1973	165.0
1974	170.0	1974	170.0	1974	170.0	1974	170.0
1975	175.0	1975	175.0	1975	175.0	1975	175.0
1976	180.0	1976	180.0	1976	180.0	1976	180.0
1977	185.0	1977	185.0	1977	185.0	1977	185.0
1978	190.0	1978	190.0	1978	190.0	1978	190.0
1979	195.0	1979	195.0	1979	195.0	1979	195.0
1980	200.0	1980	200.0	1980	200.0	1980	200.0
1981	205.0	1981	205.0	1981	205.0	1981	205.0
1982	210.0	1982	210.0	1982	210.0	1982	210.0
1983	215.0	1983	215.0	1983	215.0	1983	215.0
1984	220.0	1984	220.0	1984	220.0	1984	220.0
1985	225.0	1985	225.0	1985	225.0	1985	225.0
1986	230.0	1986	230.0	1986	230.0	1986	230.0
1987	235.0	1987	235.0	1987	235.0	1987	235.0
1988	240.0	1988	240.0	1988	240.0	1988	240.0
1989	245.0	1989	245.0	1989	245.0	1989	245.0
1990	250.0	1990	250.0	1990	250.0	1990	250.0
1991	255.0	1991	255.0	1991	255.0	1991	255.0
1992	260.0	1992	260.0	1992	260.0	1992	260.0
1993	265.0	1993	265.0	1993	265.0	1993	265.0
1994	270.0	1994	270.0	1994	270.0	1994	270.0
1995	275.0	1995	275.0	1995	275.0	1995	275.0
1996	280.0	1996	280.0	1996	280.0	1996	280.0
1997	285.0	1997	285.0	1997	285.0	1997	285.0
1998	290.0	1998	290.0	1998	290.0	1998	290.0
1999	295.0	1999	295.0	1999	295.0	1999	295.0
2000	300.0	2000	300.0	2000	300.0	2000	300.0

Tabel 4.9
Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran Setelah Optimasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi		Waktu Komputasi
Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	
765.323	271.063	700.000	260.200	65.323	10.863	0:0:58:328

4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Optimasi Daya Reaktif Menggunakan Metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning*

Dari semua hasil perhitungan diatas maka bisa dibuat tabel-tabel perbandingan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

4.7.1. Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

Berikut ini adalah tabel perbandingan tingkat tegangan dan sudut tegangan pada tiap bus :

Tabel 4.10
Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

No.	Sebelum Optimasi		Sesudah Optimasi	
	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)	Tegangan (pu)	Sudut Tegangan (deg)
1	1.03000	0.00000	1.04805	0.00000
2	1.01638	-0.03425	1.03245	-0.03209
3	1.01216	-0.03950	1.02831	-0.03718
4	1.00323	-0.07947	1.01599	-0.07442
5	0.99580	-0.27512	1.00229	-0.13451
6	0.99713	-0.17600	0.99947	-0.16478
7	1.00523	-0.19390	1.00379	-0.18106
8	0.98045	-0.27512	0.97025	-0.25506
9	1.04420	-0.10770	1.04996	-0.10308
10	1.02352	-0.14968	1.02608	-0.14116
11	0.98616	-0.29570	0.97125	-0.27175
12	0.99000	-0.30463	0.97344	-0.28024
13	0.96861	-0.31318	0.95279	-0.29301
14	0.95263	-0.38889	0.95000	-0.37485
15	0.94681	-0.42653	0.95142	-0.41486
16	0.95601	-0.41212	0.95651	-0.39775

17	0.96088	-0.40232	0.95920	-0.38646
18	0.94631	-0.43591	0.95462	-0.42569
19	0.94765	-0.43783	0.95755	-0.42823
20	0.95000	-0.43705	0.96096	-0.42799
21	0.95000	-0.43399	0.96155	-0.42511
22	0.94557	-0.44440	0.95305	-0.43358
23	0.94584	-0.44094	0.95466	-0.43074
24	0.94425	-0.43812	0.95111	-0.42702
25	0.94195	-0.44261	0.95883	-0.43144

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa tegangan pada tiap bus setelah dilakukan optimasi masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara -5% sampai +5% dari tegangan nominal. Sedangkan sudut tegangan setelah dioptimasi menjadi lebih baik.

4.7.2. Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif dan Reaktif Sebelum dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus

Berikut ini adalah tabel perbandingan pembangkitan daya aktif dan reaktif sebelum dan setelah optimasi pada tiap bus

Tabel 4.11
Perbandingan Pembangkitan Daya Aktif dan Reaktif Sebelum dan Setelah Optimasi Pada Tiap Bus

No.	Sebelum Optimasi		Sesudah Optimasi	
	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (MVar)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (MVar)
1	570.207	-44.174	565.923	4.809
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	50.000	0.000	38.525
8	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000

[illegible]

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

[illegible]

800-999-9999 • www.999.com

Subject: _____

DATE: 10/10/2008 10:00 AM

1. The following information is being provided to you for your information only. It is not intended to be used for any other purpose.

Copyright © 2005 by John Wiley & Sons, Inc.

[illegible]

1. Name of your contact person, position, company, city, state, zip, address

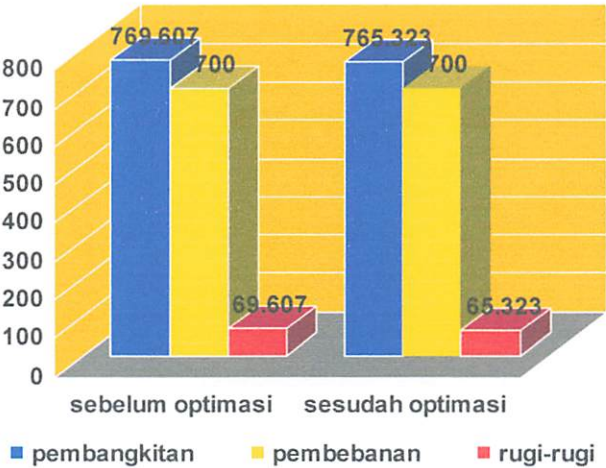
1	00000000	00000000	00000000	00000000
2	00000000	00000000	00000000	00000000
3	00000000	00000000	00000000	00000000
4	00000000	00000000	00000000	00000000
5	00000000	00000000	00000000	00000000
6	00000000	00000000	00000000	00000000
7	00000000	00000000	00000000	00000000
8	00000000	00000000	00000000	00000000
9	00000000	00000000	00000000	00000000
10	00000000	00000000	00000000	00000000

12	99.900	169.609	99.900	79.855
13	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000
20	32.200	36.017	32.200	59.920
21	67.700	15.877	0.000	44.781
22	0.000	25.000	0.000	20.313
23	0.000	25.000	0.000	22.859
24	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.000	0.000	0.000	0.000

4.7.3. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Daya Pada Saluran

Untuk rugi-rugi daya pada saluran sebelum dioptimasi adalah 69,607 MW dan 17,225 MVAR, sedangkan perhitungan rugi-rugi daya setelah optimasi adalah 65,323 MW dan 10,863 MVAR. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa rugi-rugi daya yang ada sebelum dan sesudah optimasi terjadi penurunan yaitu sebesar 4,284 MW dan 8.362 MVAR.

Grafik 4.2
Grafik Perbandingan Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-Rugi Total Sebelum dan Sesudah Optimasi



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa perhitungan kontrol daya reaktif dan tegangan dengan menggunakan metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi tegangan pada bus sebelum dan sesudah optimasi adalah sebagai berikut :

No Bus	Nama Bus	Tegangan Sebelum Optimasi (pu)	Tegangan Setelah Optimasi (pu)
15	KAPAL	0.94681	0.95142
18	PADANG SAMBIAN	0.94361	0.95462
19	PESANGGRAHAN	0.94765	0.95755
22	NUSA DUA	0.94557	0.95305
23	SANUR	0.94584	0.95466
24	GIANYAR	0.94425	0.95111
25	AMPLAPURA	0.94195	0.95883

Dari ketujuh bus diatas dapat dilihat bahwa sebelum optimasi terjadi pelanggaran batas bawah tegangan nominal sebesar -6%. Setelah dilakukan optimasi maka profil tegangan naik sehingga pelanggaran yang terjadi masih dalam batas – batas yang diijinkan yaitu -5% sampai +5% dari tegangan nominal, sedangkan untuk bus yang lain masih dalam batas batas yang diijinkan.

2. Berikut ini adalah tabel perbandingan tingkat daya yang dibangkitkan sebelum dan sesudah optimasi :

DAFTAR ISI KONTENSI DAN KATA

2.1. KONTENSI

Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan laporan adalah bagaimana menyajikan data yang telah dikumpulkan agar dapat memberikan gambaran yang jelas dan akurat tentang situasi yang dihadapi. Untuk itu, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu dalam penyusunan laporan yang baik dan benar.

berikut :

No	Nama	Tempat	Waktu
1	1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1.1
2	1.1.2	1.1.2.1	1.1.2.1.1
3	1.1.3	1.1.3.1	1.1.3.1.1
4	1.1.4	1.1.4.1	1.1.4.1.1
5	1.1.5	1.1.5.1	1.1.5.1.1
6	1.1.6	1.1.6.1	1.1.6.1.1
7	1.1.7	1.1.7.1	1.1.7.1.1
8	1.1.8	1.1.8.1	1.1.8.1.1
9	1.1.9	1.1.9.1	1.1.9.1.1
10	1.1.10	1.1.10.1	1.1.10.1.1

Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan laporan adalah bagaimana menyajikan data yang telah dikumpulkan agar dapat memberikan gambaran yang jelas dan akurat tentang situasi yang dihadapi. Untuk itu, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu dalam penyusunan laporan yang baik dan benar.

Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan laporan adalah bagaimana menyajikan data yang telah dikumpulkan agar dapat memberikan gambaran yang jelas dan akurat tentang situasi yang dihadapi. Untuk itu, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu dalam penyusunan laporan yang baik dan benar.

Nama Pembangkit	Sebelum Optimasi		Sesudah Optimasi	
	(MW)	(MVar)	(MW)	(MVar)
PLTU Paiton 1 & 2	570.207	-44.174	565.923	4.809
PLTG Gilimanuk	99.900	169.609	99.900	79.855
PLTD Pesanggrahan	32.200	36.017	32.200	59.920
PLTG Pesanggrahan	67.700	15.877	0.000	44.781

3. Untuk rugi-rugi daya pada saluran sebelum dioptimasi adalah 69,607 MW dan 17,225 MVAR, sedangkan perhitungan rugi-rugi daya setelah optimasi adalah 65,323 MW dan 10,863 MVAR. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa rugi-rugi daya yang ada sebelum dan sesudah optimasi terjadi penurunan yaitu sebesar 4,284 MW dan 8.362 MVAR.

5.2. Saran

Pengembangan kontrol tegangan dan daya reaktif menggunakan metode *Heuristic Modeling – Approximate Reasoning* harus terus dikembangkan sehingga diharapkan nantinya dapat memberikan kontribusi yang besar kepada PLN dalam hal ini sebagai penyedia energi listrik dan masyarakat sebagai konsumen.

um zu erfahren, wie es sich anfühlt, wenn man nicht mehr weiß, was man tun soll.

मानविक प्रभावित - आवासीय क्षेत्रात, पुणे जिल्हा प्रमाणित क्षेत्रात

Ինձ համար իմ կյանքը չի փոխվում, երբ ես ինձ համարում եմ:

25 297.53

2540001 4324 710 950 8303 14078

అట్టి-అట్టి స్త్రీలు బుద్ధి వల్ల చిరకాలం వారి జీవితపు చీకటిని వెలుగుతో ముడిచి వేసేవారు.

07-353 R10. You 10800 N. AVENUE (DOWNS) Beautifully groomed quiet neighborhood

[illegible]

3. Число и наименование лиц, имеющих право подписывать документы, выданные в соответствии с настоящим Положением, указывается в документе, подтверждающем регистрацию в Едином государственном реестре юридических лиц.

[illegible]

DAFTAR PUSTAKA

1. R. Yokoyama, T. Niimura, and Y. Nahanishi, "*A coordinate control of voltage and reaktif power by heuristic modeling and approximate reasoning*", IEEE Trans. On Power system, Vol. 8, No. 2, May 2001, pp 636 – 643.
2. William D. Stevenson, "*Analisis Sistem Tenaga Listrik*", Edisi keempat penerbit Erlangga, 1996.
3. Djiteng Marsudi. Ir, "*Operasi system Tenaga Listrik*", Balai Penerbit dan Humas ISTN, 1990.
4. Ir. I Made Wartana, "*Transmisi Daya Arus Bolak – Balik*", Diktat Kuliah ITN Malang.
5. PT. PLN (PERSERO) P3B Region Jawa Timur Dan Bali, "*Evaluasi Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Timur Dan Bali*", Maret 2005.
6. John Peschon, "*Sensitivity On Power System*", IEEE Trans. On Power App. And System, Vol, Pas – 87, No. 8 August 1968.

1. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992

2. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

3. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

4. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

5. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

6. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

7. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

8. Уведомление АОГ № 18 от 2 ноября 1992. Об этом же
уведомлении АОГ № 18 от 2 ноября 1992.

ДЛЯ ВНЕШНЕГО

LAMPIRAN



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Nama : TRI SETIYANTO
N.I.M : 00.12.142
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN
DAYA REAKTIF DENGAN METODE HEURISTYC
MODELING - APPROXIMATE REASONING PADA
SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB - SISTEM PAITON -
BALI**

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

Hari : Kamis

Tanggal : 6 Oktober 2005

Nilai : 75,85 (B⁺)



Ir. Mochtar Asroni, MSME

Panitia Ujian

Sekretaris

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Soemarwanto

Penguji II

Ir. M. Abdul Hamid, MT



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

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : TRI SETIYANTO
N.I.M : 00.12.142
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **ANALISA KOORDINASI KONTROL
TEGANGAN DAN DAYA REAKTIF
DENGAN METODE HEURISTYC
MODELING-APPROXIMATE REASONING
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB -
SISTEM PAITON - BALI**

Tanggal Mengajukan : 30 Mei 2005
Tanggal Menyelesaikan : 30 November 2005
Dosen Pembimbing : Ir. H. Choiri
Telah Dievaluasi dengan Nilai : 75,85 (B⁺)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. H. Choiri



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

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Kamis
Tanggal : 6 Oktober 2005

Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : TRI SETIYANTO
N.I.M : 00.12.142
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN
DAYA REAKTIF DENGAN METODE HEURISTYC
MODELING - APPROXIMATE REASONING PADA
SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB - SISTEM PAITON -
BALI**

Perbaikan meliputi:

No.	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Tambahkan teori hubungan kapasitor Bintang dan Delta dan terapkan dalam analisa	Ace
2.	Cantumkan sumber pada gambar, tabel, cuplikan, dan persamaan yang belum ada sumbernya	Ace

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. H. Choiri



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

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Kamis

Tanggal : 6 Oktober 2005

Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : TRI SETIYANTO

N.I.M : 00.12.142

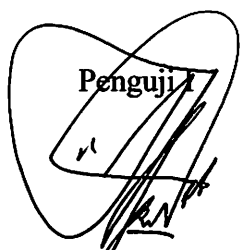
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : ENERGI LISTRIK

Judul Skripsi : **ANALISA KOORDINASI KONTROL TEGANGAN DAN
DAYA REAKTIF DENGAN METODE HEURISTYC
MODELING - APPROXIMATE REASONIG PADA
SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB - SISTEM PAITON -
BALI**

Perbaikan meliputi:

No.	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Tambahkan teori hubungan kapasitor Bintang dan Delta dan terapkan dalam analisa	
2.	Cantumkan sumber pada gambar, tabel, cuplikan, dan persamaan yang belum ada sumbernya	


Penguji I
Ir. Soemarwanto

Anggota Penguji

Penguji II

Ir. M. Abdul Hamid, MT



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : TH SETIYANTO	Nim : 00 12 192		
2	Waktu pengajuan	Tanggal : 3	Bulan : MEI	Tahun : 2005
Spesifikasi judul (berilah tanda silang)				
3	☒ a. Sistem Tenaga Elektrik ☐ b. Energi & Konversi Energi ☐ c. Tegangan Tinggi & Pengukuran ☐ d. Sistem Kendali Industri	☐ e. Elektronika & Komponen ☐ f. Elektronika Digital & Komputer ☐ g. Elektronika Komunikasi ☐ h. lainnya		
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT		Mengetahui, 3-5-2005 Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Lijapraptono, MT Nip. Y. 1039500274	
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	Analisa Koordinasi kontrol tegangan dan daya reaktif dengan pemodelan Heuristic dan pertimbangan pertimbangan pada saluran transmisi 150 kv Sub Parton - Bali		
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	Analisa Koordinasi kontrol tegangan dan Daya Reaktif dengan Metode Heuristic Modeling - Approximate Reasoning pada saluran transmisi 150 kv Sub-sistem Parton - Bali		
Catatan :				
7	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		Disetujui, 11 Mei , 2005. Dosen 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
*) dilingkari a, b, c, atau g. sesuai bidang keahlian



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

Lampiran : 1 (Satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak / Ibu Ir. Choiri
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tri Setiyanto
Nim : 00.12142
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) :

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

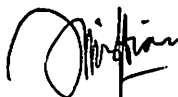
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Malang, Mei 2005

Hormat kami,



Tri Setiyanto
Nim : 00.12142

*) coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Tri Setiyanito

Nim : 00.12142

Semester : X

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / ~~tidak bersedia~~ *) Membimbing Skripsi dari

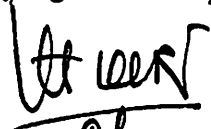
mahasiswa tersebut, dengan judul :

Analisa Koordinasi Kontrol tegangan dan daya reaktif
dengan metode Heuristic Modeling - Approximate Reasoning
pada saluran transmisi 150 kv sub-sistem Panton - Bali

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 23 - Mei - 2025

Kami yang Membuat pernyataan,


Chomir

NIP. 130703042.

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini

Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan

Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu



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

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

I (PERSERO) MALANG
NK NIAGA MALANG

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

Malang, 10 Juni 2005

Nomor : ITN-517/LSKP /2/'05
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

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

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

Nama : TRI SETIYANTO
Nim : 0012142
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

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

30 Mei 2005 s/d 30 Nov. 2005

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro.

Demikian atas perhatian serta kerjasana yang baik kami ucapkan terima
kasih



Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Tindakan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : TRI SETIYANTO
Nim : 0012142
Masa Bimbingan : 30 Mei 2005 s/d 30 Nopember 2005
Judul Skripsi : Analisa Koordinasi Kontrol Tegangan Dan Daya Reaktif Dengan Metode *Heuristyc Modeling - Approximate Reasoning* Pada Saluran Transmisi 150 KV Sub – Sistem Paiton - Bali

No	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	9/7 ⁰⁵	Konsultasi BAB. I (revisi rumusan masalah)	JH
2.	14/7 ⁰⁵	Konsultasi BAB. II	JH
3.	1/8 ⁰⁵	Konsultasi BAB. III (cek).	JH.
4.	8/8 ⁰⁵	Konsultasi BAB. III	JH
5.	2/9 ⁰⁵	Konsultasi BAB. IV	JH
6.	12/9 ⁰⁵	Konsultasi BAB. V	JH
7.		Ace.	
8.		Choiri	
9.			
10.			

Malang, 12-9-2005
Dosen Pembimbing

Ir. H. Choiri

Form.S-4b



PT PLN (PERSERO)

PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI

REGION JAWA TIMUR & BALI

an Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

appon : (031) 7882113, 7882114

ak Pos : 4119 SBS

Facsimile : (031) 7882578, 7881024

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

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

Nomor : 198 / 330/ RJTB/ 2005.
Surat Sdr. No. : ITN-1444/III.TA/2/2005.
Lampiran : 1 (satu) lampiran.
Perihal : Ijin Survey/ Permintaan Data.

23 AUG 2005

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Teknik.
Institut Teknologi Nasional Malang
Di
MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-1444/III.TA/2/2005 tanggal 19 Juli 2005 perihal : Survey/ Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

• TRI SETIYANTO

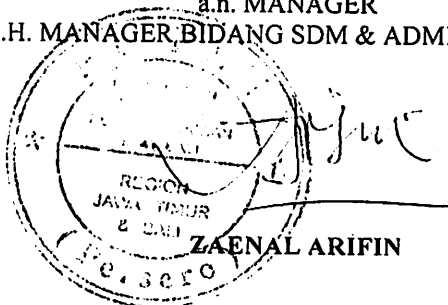
NIM : 00 12 142

Untuk melakukan Pengambilan Data pada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Bidang OPHAR, dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya mengisi dan menanda tangani Surat Pernyataan 1 (satu) lembar bermeterai Rp. 6.000,-
2. Mahasiswa yang bersangkutan agar mematuhi peraturan/ketentuan yang berlaku di PT. PLN (PERSERO) 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.

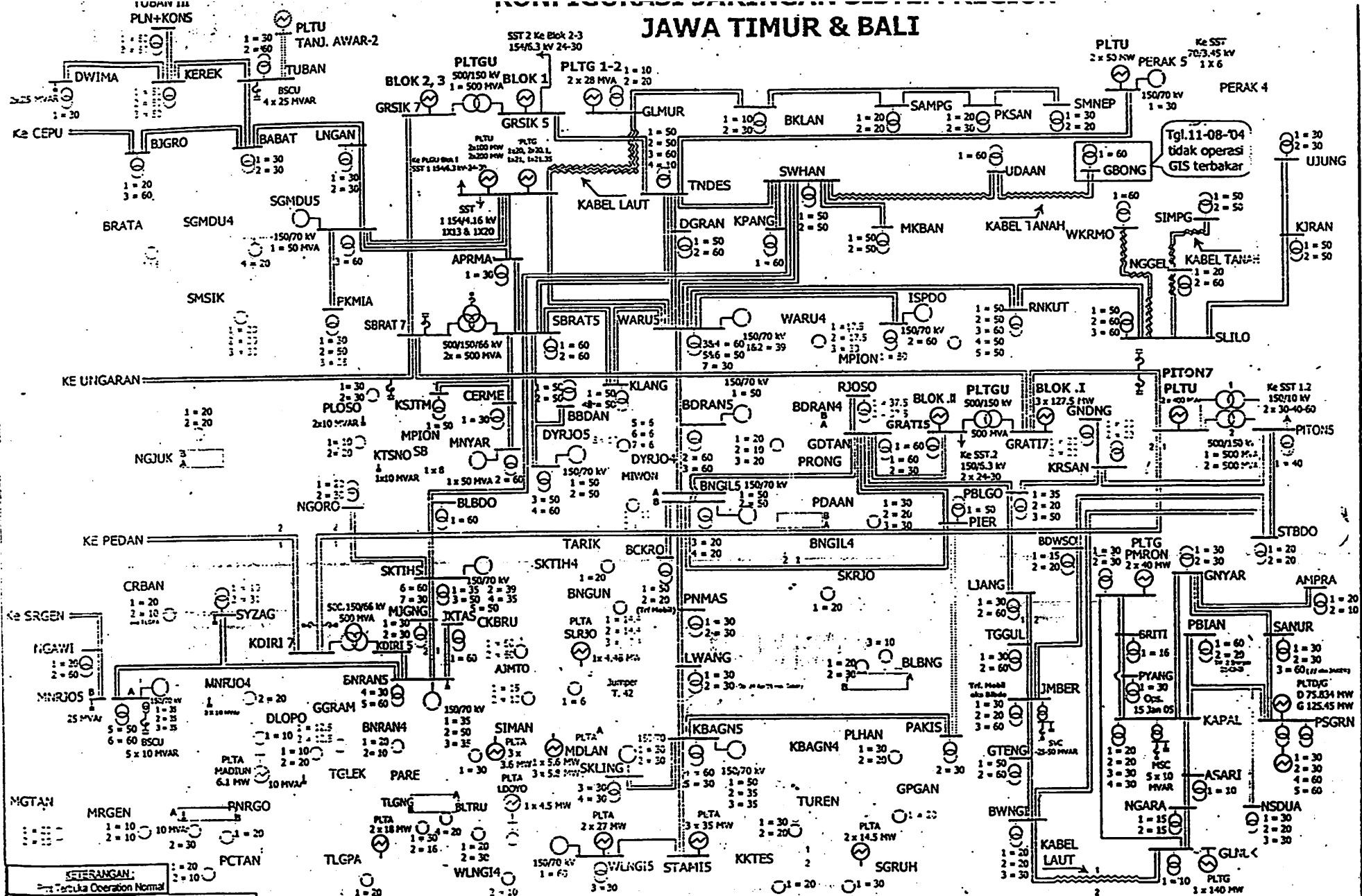
a.n. MANAGER
P.H. MANAGER BIDANG SDM & ADMINISTRASI,



Tembusan Yth. :

1. M.SDMO PLN P3B.
2. Sdr. Trisetiyanto
3. MR. PLN P3B RJTB.

JAWA TIMUR & BALI



Kondisi bulan Maret 2005

7-100000

Commodity Codes: 5 306 5 1 0 304 3



Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
Sektor Surabaya				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
1	SWHAN5	UDAAN5	1	0,0001	0,0005	0,0259	249,4080
1	SWHAN5	UDAAN5	2	0,0001	0,0005	0,0259	249,4080
1	SWHAN5	KPANG5	1	0,0004	0,0006	0,0164	103,9200
1	SWHAN5	KPANG5	2	0,0004	0,0006	0,0164	103,9200
1	SWHAN5	MKBAN5	1	0,0055	0,0095	0,0037	102,8808
1	SWHAN5	MKBAN5	2	0,0055	0,0095	0,0037	102,8808
1	SWHAN5	SBRAT5	1	0,0086	0,0286	0,0103	384,5040
1	SWHAN5	SBRAT5	2	0,0086	0,0286	0,0103	384,5040
1	SWHAN5	TNDES5	1	0,0017	0,0057	0,0021	384,5040
1	SWHAN5	TNDES5	2	0,0017	0,0057	0,0021	384,5040
1	UJUNG5	KJРАН5	1	0,0051	0,0153	0,0051	167,5710
1	UJUNG5	KJРАН5	2	0,0051	0,0153	0,0051	167,5710
1	TNDES5	PERAK5	1	0,0035	0,0153	0,0059	192,2520
1	TNDES5	PERAK5	2	0,0035	0,0153	0,0059	192,2520
1	TNDES5	DGRAN5	1	0,0015	0,0044	0,0016	192,2520
1	TNDES5	DGRAN5	2	0,0015	0,0044	0,0016	192,2520
1	TNDES5	SBRAT5	1	0,0092	0,0263	0,0096	192,2520
1	TNDES5	SBRAT5	2	0,0092	0,0263	0,0096	192,2520
1	TNDES5	GRSKB5	1	0,0049	0,0239	0,0091	1.011,1416
1	TNDES5	GRSKB5	2	0,0049	0,0239	0,0091	1.011,1416
1	SGMDU5	GRSKB5	3	0,0032	0,0107	0,0039	384,5040
1	SGMDU5	APRMA5	1	0,0005	0,0018	0,0006	384,5040
1	SGMDU5	LNGAN5	1	0,0175	0,0501	0,0183	252,7854
1	SGMDU5	LNGAN5	2	0,0175	0,0501	0,0183	252,7854
1	SGMDU5	PKMIA5	1	0,0043	0,0142	0,0051	192,2520
1	SGMDU5	PKMIA5	2	0,0043	0,0142	0,0051	192,2520
1	SGMDU5	GRSIK5	1	0,0021	0,0069	0,0025	192,2520
1	SGMDU5	GRSIK5	2	0,0021	0,0069	0,0025	192,2520
1	APRMA5	GRSIK5	1	0,0026	0,0088	0,0032	384,5040
1	APRMA5	SBART5	1	0,0096	0,0319	0,0115	384,5040
1	APRMA5	SBART5	2	0,0096	0,0319	0,0115	384,5040
1	WARU5	SWHAN5	1	0,0057	0,0191	0,0069	384,5040
1	WARU5	SWHAN5	2	0,0057	0,0191	0,0069	384,5040
1	WARU5	KRPLG5	1	0,0057	0,0191	0,0069	384,5040
1	WARU5	KRPLG5	2	0,0057	0,0191	0,0069	384,5040
1	WARU5	GRSIK5	1	0,0132	0,0439	0,0158	384,5040
1	WARU5	GRSIK5	2	0,0132	0,0439	0,0158	384,5040
1	WARU5	DGRAN5	1	0,0066	0,0190	0,0069	192,2520

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
Sektor Surabaya				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
1	WARU5	DGRAN5	2	0,0066	0,0190	0,0069	192,2520
1	WARU5	RNKUT5	1	0,0013	0,0059	0,0044	384,5040
1	WARU5	RNKUT5	2	0,0013	0,0059	0,0044	384,5040
1	WARU5	BDRAN5	1	0,0030	0,0132	0,0051	192,2520
1	WARU5	BNGIL5	1	0,0116	0,0387	0,0139	192,2520
1	WARU5	ISPD05	1	0,0005	0,0021	0,0008	192,2520
1	WARU5	ISPD05	2	0,0005	0,0021	0,0008	192,2520
1	BDRAN5	BNGIL5	1	0,0076	0,0333	0,0129	192,2520
1	BBDAN5	DRYJO5	1	0,0070	0,0235	0,0085	192,2520
1	BBDAN5	SBRAT5	1	0,0055	0,0185	0,0067	192,2520
1	SKTIH5	BLBDO5	1	0,0033	0,0154	0,0113	384,5040
1	SKTIH5	SBRAT5	1	0,0064	0,0300	0,0221	384,5040
1	SKTIH5	NGORO5	1	0,0135	0,0386	0,0141	192,2520
1	SKTIH5	NGORO5	2	0,0135	0,0386	0,0141	192,2520
1	SKTIH5	MJAGN5	1	0,0084	0,0369	0,0143	192,2520
1	SKTIH5	MJAGN5	2	0,0084	0,0369	0,0143	192,2520
1	MJAGN5	BNRAN5	1	0,0081	0,0354	0,0137	192,2520
1	MJAGN5	BNRAN5	2	0,0081	0,0354	0,0137	192,2520
1	SLILO5	RNKUT5	1	0,0018	0,0085	0,0062	384,5040
1	SLILO5	RNKUT5	2	0,0018	0,0085	0,0062	384,5040
1	SLILO5	NGGEL5	1	0,0001	0,0005	0,0259	192,2520
1	SLILO5	NGGEL5	2	0,0001	0,0005	0,0259	192,2520
1	SLILO5	KJРАН5	1	0,0023	0,0078	0,0028	192,2520
1	SLILO5	KJРАН5	2	0,0023	0,0078	0,0028	192,2520
1	SLILO5	WKРMO5	1	0,0001	0,0005	0,0259	249,4080
1	SLILO5	WKРMO5	2	0,0001	0,0005	0,0259	249,4080
1	NGGEL5	SIMPG5	1	0,0001	0,0005	0,0259	192,2520
1	NGGEL5	SIMPG5	2	0,0001	0,0005	0,0259	192,2520
1	GLMUR5	BKLAN5	1	0,0086	0,0297	0,0103	167,5710
1	GLMUR5	BKLAN5	2	0,0086	0,0297	0,0103	167,5710
1	GLMUR5	GRSIK5	1	0,0014	0,0049	0,0017	167,5710
1	GLMUR5	GRSIK5	1	0,0007	0,0011	0,0030	120,0276
1	GLMUR5	GRSIK5	2	0,0014	0,0049	0,0017	167,5710
1	GLMUR5	GRSIK5	2	0,0007	0,0011	0,0030	120,0276
1	SAMPG5	BKLAN5	1	0,0291	0,1006	0,0348	167,5710
1	SAMPG5	PKSAN5	1	0,0143	0,0495	0,0171	167,5710
1	PKSAN5	SMNEP5	1	0,0248	0,0858	0,0296	167,5710
1	UDAAN5	GBONG5	1	0,0004	0,0006	0,0164	103,9200

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
Sektor Surabaya				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
1	UDAAN5	GBONG5	2	0,0004	0,0006	0,0164	103,9200
1	UDAAN5	SWHAN5	1	0,0001	0,0005	0,0259	249,4080
1	UDAAN5	SWHAN5	2	0,0001	0,0005	0,0259	249,4080
1	DRYJO5	SBRAT5	1	0,0021	0,0091	0,0035	192,2520
1	KRPLG5	SBRAT5	1	0,0037	0,0122	0,0044	384,5040
1	KRPLG5	SBRAT5	2	0,0037	0,0122	0,0044	384,5040
1	BLBDO5	SBRAT5	1	0,0031	0,0146	0,0107	384,5040
1	KASIH5	SBRAT5	1	0,0020	0,0094	0,0070	384,5040
1	LNGAN5	BABAT5	1	0,0131	0,0392	0,0130	252,7854
1	LNGAN5	BABAT5	2	0,0131	0,0392	0,0130	252,7854
1	CERME5	SBRAT5	1	0,0055	0,0256	0,0188	384,5040
1	CERME5	KASIH5	1	0,0062	0,0290	0,0213	384,5040
1	CERME5	MNYAR5	1	0,0020	0,0095	0,0070	384,5040
1	CERME5	MNYAR5	2	0,0020	0,0095	0,0070	384,5040
1	SGMDU4	SMSIK4	1	0,0094	0,0167	0,0003	48,2535
1	SGMDU4	SMSIK4	2	0,0094	0,0167	0,0003	48,2535
1	SGMDU4	BRATA4	1	0,0022	0,0040	0,0001	48,2535
1	SGMDU4	BRATA4	2	0,0022	0,0040	0,0001	48,2535
1	WARU4	MPION4	1	0,0209	0,0371	0,0007	88,9902
1	WARU4	BDRAN4	1	0,0339	0,0602	0,0011	88,9902
1	BDRAN4	BNGIL4	1	0,1198	0,1106	0,0024	48,0110
1	BDRAN4	PRONG4	1	0,1198	0,1106	0,0024	48,0110
1	SKTIH4	TARIK4	1	0,0324	0,0299	0,0006	48,0110
1	SKTIH4	TARIK4	2	0,0324	0,0299	0,0006	48,0110
1	SKTIH4	MDLAN4	1	0,3964	0,3659	0,0078	48,0110
1	SKTIH4	SIMAN4	1	0,3868	0,3571	0,0076	48,0110
1	SKTIH4	KTSNO4	1	0,1329	0,2356	0,0043	48,0110
1	SKTIH4	KTSNO4	2	0,1329	0,2356	0,0043	48,0110
1	SKTIH4	CKMIA4	1	0,0233	0,0413	0,0008	88,9902
1	SKTIH4	CKMIA4	2	0,0233	0,0413	0,0008	88,9902
1	SKTIH4	AJMTO4	1	0,0308	0,0545	0,0010	48,0110
1	SKTIH4	AJMTO4	2	0,0308	0,0545	0,0010	48,0110
1	TARIK4	MIWON4	1	0,1484	0,1370	0,0029	48,0110
1	TARIK4	BNGUN4	1	0,0407	0,0722	0,0013	48,0110
1	TARIK4	BNGUN4	2	0,0407	0,0722	0,0013	48,0110
1	DRYJO4	TARIK4	1	0,1425	0,1315	0,0028	48,0110
1	DRYJO4	MIWON4	1	0,0060	0,0055	0,0001	48,0110
1	MNYAR4	MPNSB4	1	0,0040	0,0121	0,0002	78,1998

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
Sektor Malang							
1	KBAGN5	LWANG5	1	0,0102	0,0443	0,0172	192,2520
1	KBAGN5	LWANG5	2	0,0102	0,0443	0,0172	192,2520
1	KBAGN5	SKLING5	1	0,0092	0,0266	0,0098	155,8800
1	KBAGN5	SKLING5	2	0,0092	0,0266	0,0098	155,8800
1	KBAGN5	PAKIS5	1	0,0022	0,0161	0,0117	415,6800
1	KBAGN5	PAKIS5	2	0,0022	0,0161	0,0117	415,6800
1	STAMI5	KBAGN5	1	0,0110	0,0479	0,0186	192,2520
1	STAMI5	KBAGN5	2	0,0110	0,0479	0,0186	192,2520
1	STAMI5	WLNGI5	1	0,0191	0,0479	0,0128	113,0130
1	LWANG5	BNGIL5	1	0,0137	0,0595	0,0231	192,2520
1	LWANG5	PNMAS5	1	0,0083	0,0359	0,0140	192,2520
1	BNGIL5	GDTAN5	1	0,0066	0,0288	0,0112	192,2520
1	BNGIL5	GDTAN5	2	0,0066	0,0288	0,0112	192,2520
1	BNGIL5	BDRAN5	1	0,0039	0,0168	0,0065	192,2520
1	BNGIL5	WARU5	1	0,0039	0,0168	0,0065	192,2520
1	BNGIL5	PIER5	1	0,0009	0,0064	0,0047	415,6800
1	BNGIL5	PIER5	2	0,0009	0,0064	0,0047	415,6800
1	BNGIL5	BCKRO5	1	0,0011	0,0077	0,0056	415,6800
1	BNGIL5	BCKRO5	2	0,0011	0,0077	0,0056	415,6800
1	GDTAN5	RJOSO5	1	0,0041	0,0180	0,0070	192,2520
1	GDTAN5	RJOSO5	2	0,0041	0,0180	0,0070	192,2520
1	PIER5	GRATI5	1	0,0055	0,0398	0,0289	727,4400
1	PIER5	GRATI5	2	0,0055	0,0398	0,0289	727,4400
1	PNMAS5	BNGIL5	1	0,0110	0,0476	0,0185	192,2520
1	PBLGO5	GDTAN5	1	0,0134	0,0580	0,0226	192,2520
1	PBLGO5	GDTAN5	2	0,0134	0,0580	0,0226	192,2520
1	PBLGO5	LJANG5	1	0,0204	0,0887	0,0345	192,2520
1	PBLGO5	LJANG5	2	0,0204	0,0887	0,0345	192,2520
1	LJANG5	TGGUL5	1	0,0127	0,0550	0,0214	192,2520
1	LJANG5	JMBER5	1	0,0239	0,1038	0,0404	192,2520
1	KRSAN5	PBLGO5	1	0,0119	0,0519	0,0202	192,2520
1	KRSAN5	PBLGO5	2	0,0119	0,0519	0,0202	192,2520
1	KRSAN5	GDING5	1	0,0076	0,0328	0,0128	192,2520
1	PITON5	KRSAN5	1	0,0080	0,0347	0,0135	192,2520
1	PITON5	KRSAN5	2	0,0080	0,0347	0,0135	192,2520
1	PITON5	STBDO5	1	0,0095	0,0692	0,0502	415,6800
1	PITON5	STBDO5	2	0,0095	0,0692	0,0502	415,6800
1	JMBER5	BWNGI5	1	0,0326	0,1417	0,0551	192,2520

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
Sektor Malang				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
1	JMBER5	GTENG5	1	0,0255	0,1110	0,0432	192,2520
1	BDWSO5	JMBER5	1	0,0157	0,0680	0,0265	192,2520
1	BDWSO5	JMBER5	2	0,0157	0,0680	0,0265	192,2520
1	TNGUL5	JMBER5	1	0,0112	0,0488	0,0190	192,2520
1	BWNGI5	KTPNG5	1	0,0049	0,0141	0,0052	170,1690
	BWNGI5	KTP-GLM	I (11)	0,0024	0,0079	0,0029	129,9000
	BWNGI5	KTP-GLM	(Lama	0,0009	0,0013	0,0036	120,8070
1	BWNGI5	KTPNG5	2	0,0049	0,0141	0,0052	170,1690
	BWNGI5	KTP-GLM	II (10)	0,0023	0,0078	0,0028	129,9000
	BWNGI5	KTP-GLM	II	0,0008	0,0011	0,0032	120,8070
1	STBDO5	BDWSO5	1	0,0137	0,0597	0,0232	192,2520
1	STBDO5	BDWSO5	2	0,0137	0,0597	0,0232	192,2520
1	STBDO5	BWNGI5	1	0,0396	0,1319	0,0476	389,7000
1	STBDO5	BWNGI5	2	0,0396	0,1319	0,0476	389,7000
1	GTENG5	BWNGI5	1	0,0181	0,0604	0,0218	192,2520
1	KBAGN4	PLHAN4	1	0,0513	0,0886	0,0016	53,3456
1	KBAGN4	PLHAN4	2	0,0513	0,0886	0,0016	53,3456
1	SGRUH4	KBAGN4	1	0,1894	0,2209	0,0035	53,3456
1	SGRUH4	GPNGN4	1	0,0099	0,0115	0,0002	53,3456
1	SGRUH4	KKTES4	1	0,1017	0,0938	0,0020	36,3720
1	GPNGN4	KBAGN4	1	0,1992	0,2325	0,0036	53,3456
1	BLBNG4	SKLNG4	1	0,0685	0,0633	0,0014	36,3720
1	BLBNG4	BNGIL4	1	0,3184	0,2939	0,0063	36,3720
1	BLBNG4	BNGIL4	2	0,3184	0,2939	0,0063	36,3720
1	PLHAN4	BLBNG4	1	0,0970	0,0895	0,0019	36,3720
1	PLHAN4	BLBNG4	2	0,0970	0,0895	0,0019	36,3720
1	MDLAN4	SKLNG4	1	0,2286	0,2110	0,0045	36,3720
1	MDLAN4	SKLNG4	1	0,0123	0,0144	0,0002	53,3456
1	MDLAN4	BLBNG4	1	0,3040	0,2807	0,0060	36,3720
1	BNGIL4	GDTAN4	1	0,0327	0,0382	0,0006	53,3456
1	BNGIL4	GDTAN4	2	0,0327	0,0382	0,0006	48,4960
1	BNGIL4	PDAAN4	1	0,0713	0,0831	0,0013	53,3456
1	BNGIL4	PDAAN4	2	0,0713	0,0831	0,0013	53,3456
1	BNGIL4	BDRAN4	1	0,0860	0,1003	0,0016	53,3456
1	BNGIL4	PRONG4	1	0,0860	0,1003	0,0016	53,3456
1	BNGIL4	BLBNG4	1	0,3184	0,2939	0,0063	36,3720
1	BNGIL4	BLBNG4	2	0,3184	0,2939	0,0063	36,3720
1	PRONG4	BDRAN4	1	0,0287	0,0955	0,0016	57,5890

Jml Sirkuit	Dari	Kc	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
Sektor Madiun							
1	BNRAN5	MJAGN5	1	0,0109	0,0473	0,0184	192,2520
1	BNRAN5	MJAGN5	2	0,0109	0,0473	0,0184	192,2520
1	BNRAN5	SYZAG5	1	0,0048	0,0210	0,0082	192,2520
1	BNRAN5	MNRJO5	1	0,0280	0,1215	0,0473	192,2520
1	BNRAN5	JKTAS5	1	0,0166	0,0547	0,0209	255,1236
1	BNRAN5	JKTAS5	2	0,0166	0,0547	0,0209	255,1236
1	MNRJO5	SYZAG5	1	0,0242	0,1053	0,0410	192,2520
1	MNRJO5	SRGEN5	1	0,0414	0,1362	0,0520	127,5618
1	MNRJO5	NGAWI5	1	0,0272	0,0896	0,0342	127,5618
1	NGAWI5	SRGEN5	1	0,0199	0,0657	0,0251	127,5618
1	BJGRO5	CEPU5	1	0,0189	0,0546	0,0201	167,5710
1	BJGRO5	CEPU5	2	0,0189	0,0546	0,0201	167,5710
1	BJGRO5	BABAT5	1	0,0215	0,0622	0,0229	167,5710
1	BJGRO5	BABAT5	2	0,0215	0,0622	0,0229	167,5710
1	BABAT5	TUBAN5	1	0,0898	0,0366	0,0315	252,7854
1	BABAT5	TUBAN5	2	0,0090	0,0366	0,0315	252,7854
1	BABAT5	LNGAN5	1	0,0036	0,0148	0,0127	252,7854
1	BABAT5	LNGAN5	2	0,0036	0,0148	0,0127	252,7854
1	TUBAN5	KEREK5	1	0,0074	0,0242	0,0093	167,5710
1	TUBAN5	KEREK5	2	0,0074	0,0242	0,0093	167,5710
1	KEREK5	MLWNG5	1	0,0047	0,0164	0,0057	167,5710
1	KEREK5	MLWNG5	2	0,0047	0,0164	0,0057	167,5710
1	KEREK5	TBAN35	1	0,0011	0,0037	0,0013	167,5710
1	KEREK5	TBAN35	2	0,0011	0,0037	0,0013	167,5710
1	BNRAN4	GGRAM4	1	0,0138	0,0401	0,0007	48,0110
1	BNRAN4	GGRAM4	2	0,0138	0,0401	0,0007	48,0110
1	BNRAN4	TLGNG4	1	0,0816	0,2363	0,0041	48,0110
1	BNRAN4	TLGNG4	2	0,0816	0,2363	0,0041	48,0110
1	BNRAN4	PARE4	1	0,0987	0,1159	0,0025	42,4340
1	BNRAN4	PARE4	2	0,0987	0,1159	0,0025	42,4340
1	TLGNG4	BLTAR4	1	0,1388	0,2451	0,0045	48,2535
1	TLGNG4	BLTAR4	2	0,1388	0,2451	0,0045	48,2535
1	TLGNG4	TLGPA4	1	0,1704	0,2946	0,0057	48,0110
1	TLGNG4	TLGEK4	1	0,0914	0,2645	0,0046	48,0110
1	BLTAR4	WLNGIA	1	0,0522	0,0922	0,0017	48,2535
1	BLTAR4	WLNGIA	2	0,0522	0,0922	0,0017	48,2535
1	TLGEK4	TLGPA4	1	0,1171	0,2024	0,0039	48,0110
1	MNRJO4	NGJUK4	1	0,2499	0,4320	0,0084	48,0110

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1,732/10
Sektor Madiun							
1	MNRJO4	DLOPO4	1	0,0621	0,1092	0,0021	48,2535
1	MNRJO4	PNRGO4	1	0,1312	0,2318	0,0043	48,2535
1	MNRJO4	MRGEN4	1	0,0641	0,1855	0,0032	48,2535
1	MNRJO4	MRGEN4	2	0,0641	1,8551	0,0032	48,2535
1	PNRGO4	PCTAN4	1	0,2762	0,4774	0,0093	48,0110
1	PNRGO4	PCTAN4	2	0,2762	0,4774	0,0093	48,0110
1	PNRGO4	TGLEK4	1	0,1722	0,2977	0,0058	48,0110
1	PNRGO4	TGLEK4	2	0,1722	0,2977	0,0058	48,0110
1	PNRGO4	DLOPO4	1	0,0688	0,1189	0,0023	48,2535
1	MGTAN4	MRGEN4	1	0,0639	0,1105	0,0022	48,2535
1	MGTAN4	MRGEN4	2	0,0641	0,2524	0,0021	48,2535
1	KTSNO4	SKTIN4	1	0,0701	0,1235	0,0022	48,0110
1	KTSNO4	SKTIN4	2	0,0701	0,1235	0,0022	48,0110
1	KTSNO4	NGJUK4	1	0,0744	0,1286	0,0025	48,0110
1	KTSNO4	NGJUK4	2	0,0740	0,1280	0,0025	48,0110
1	KTSNO4	PLOSO4	1	0,1103	0,1953	0,0036	48,2535
1	KTSNO4	PLOSO4	2	0,1103	0,1953	0,0036	48,2535
1	CRBAN4	MNRJO4	1	0,0471	0,1364	0,0024	48,0110
1	CRBAN4	NGJUK4	1	0,1751	0,3027	0,0059	48,0110
1	KDIRI3	TLGNG3	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	10,3920
1	KDIRI3	TLGNG3	2	#DIV/0!	#DIV/0!	-	10,3920
1	TLGNG3	BLTAR3	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	11,9508
1	TLGNG3	BLTAR3	2	#DIV/0!	#DIV/0!	-	11,9508
1	TLGNG3	TGLEK3	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	11,9508
1	PARE3	MDLAN3	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	11,9508
1	PARE3	MDLAN3	2	#DIV/0!	#DIV/0!	-	11,9508
1	DLOPO2	NGBEL2	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	10,6085
1	DLOPO2	PNRGO2	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	8,7899
1	DLOPO2	GLANG2	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	5,1527
1	DLOPO2	GLANG2	2	#DIV/0!	#DIV/0!	-	5,1527
1	GRNGN2	GLANG2	1	#DIV/0!	#DIV/0!	-	5,1527
1	GRNGN2	GLANG2	2	#DIV/0!	#DIV/0!	-	5,1527

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
Sektor Denpasar				(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	(14)=(8)/(kV ²)/0,197	5)=(1)x(A)x1.732/10
1	GLNUK5	NGARA5	1	0,0365	0,1058	0,0389	167,5710
1	GLNUK5	NGARA5	2	0,0365	0,1058	0,0389	167,5710
1	GLNUK5	PMRON5	1	0,0397	0,1308	0,0499	335,1420
1	GLNUK5	CH BWN	1	0,0117	0,0339	0,0125	167,5710
1	GLNUK5	CH BWN	2	0,0117	0,0339	0,0125	167,5710
1	KAPAL5	PMRON5	1	0,0556	0,1054	0,0369	103,9200
1	KAPAL5	GNAR5	1	0,0106	0,0307	0,0113	167,5710
1	KAPAL5	GNAR5	2	0,0099	0,0287	0,0105	167,5710
1	KAPAL5	NGRA5	1	0,0082	0,0236	0,0087	167,5710
1	KAPAL5	ANSRI5	1	0,0142	0,0411	0,0151	167,5710
1	KAPAL5	PGRAN5	1	0,0166	0,0318	0,0110	103,9200
1	KAPAL5	PGRAN5	2	0,0106	0,0307	0,0113	167,5710
1	KAPAL5	BRITI5	1	0,0362	0,0693	0,0240	103,9200
1	PMRON5	BRITI5	1	0,0194	0,0371	0,0129	103,9200
1	GNAR5	SANUR5	1	0,0157	0,0299	0,0104	103,9200
1	GNAR5	SANUR5	2	0,0156	0,0297	0,0103	103,9200
1	GNAR5	AMPRA5	1	0,0206	0,0595	0,0219	167,5710
1	GNAR5	AMPRA5	2	0,0206	0,0595	0,0219	167,5710
1	NSDUA5	PGRAN5	1	0,0127	0,0243	0,0084	103,9200
1	NSDUA5	PGRAN5	2	0,0127	0,0243	0,0084	103,9200
1	NGARA5	ASARI5	1	0,0270	0,0783	0,0288	167,5710
1	SANUR5	PGRAN5	1	0,0073	0,0140	0,0049	103,9200
1	SANUR5	PGRAN5	2	0,0074	0,0141	0,0049	103,9200

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;
  OpenFileDialog1: 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 uInputLFChild,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:=TfrmInputLFChild.Create(Application);
        end;
        frmInput.Caption:='Input Data';
        frmInput.btnNext.Caption:='&Save';
        frmInput.ShowModal;
      finally
        frmInput.Free;
      end;
  end;
```

```
procedure TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
var NamaFile,Nama:string;
    output:TextFile;
```

```

i,j,Typ,dari,ke,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:=OpenFileDialog1.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.edtNbus.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. 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;
    OpenFileDialog1: 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 uInputLFChild,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:=TfrmInputLFChild.Create(Application);
      end;

```

```

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

```

```

procedure TfrmMenu.btnOpenClick(Sender: TObject);
var NamaFile,Nama:string;
    output:TextFile;
    i,j,Typ,dari,ke,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.edtNbus.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
                    end
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

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.

```

```

unit uInputLFChild;

```

```

interface

```

```

uses uInputLF,uHasil,SysUtils,Forms;

```

```

type

```

```

    TfrmInputLFChild=class(TfrmInputLF)

```

```

    protected

```

```

        procedure ShowHasil;override;

```

```

    end;

```

```

var frmInput:TfrmInputLFChild;

```

```

implementation

```

```

uses uLoadflow;

```

```

procedure TfrmInputLFChild.ShowHasil;

```

```

begin

```

```

    try

```

```

        if frmHasil=nil then

```

```

        begin

```

```

            frmHasil:=TfrmHasil.Create(Application);

```

```

        end;

```

```

        frmHasil.fgBus.Cells[0,0]:='Bus';

```

```

        frmHasil.fgBus.Cells[1,0]:='absV (pu)';

```

```

        frmHasil.fgBus.Cells[2,0]:='sudV (deg)';

```

```

        frmHasil.fgBus.Cells[7,0]:='Sups (pu)';

```

```

        frmHasil.fgBus.Cells[8,0]:='Type Bus';

```

```

        frmHasil.fgBranch.Cells[0,0]:='No';

```

```

        frmHasil.fgBranch.Cells[1,0]:='Dari';

```

```

frmHasil.fgBranch.Cells[2,0]:='Ke';
frmHasil.fgBranch.Cells[5,0]:='Arus re (A)';
frmHasil.fgBranch.Cells[6,0]:='Arus im (A)';
frmHasil.fgBranch.Cells[7,0]:='Dari';
frmHasil.fgBranch.Cells[8,0]:='Ke';
frmHasil.fgBranch.Cells[11,0]:='Arus re (A)';
frmHasil.fgBranch.Cells[12,0]:='Arus im (A)';
frmHasil.fgBus2.Cells[0,0]:='Bus';
frmHasil.fgBus2.Cells[1,0]:='absV (pu)';
frmHasil.fgBus2.Cells[2,0]:='sudV (deg)';
frmHasil.fgBus2.Cells[7,0]:='SupS (pu)';
frmHasil.fgBus2.Cells[8,0]:='Type Bus';
frmHasil.fgBranch2.Cells[0,0]:='No';
frmHasil.fgBranch2.Cells[1,0]:='Dari';
frmHasil.fgBranch2.Cells[2,0]:='Ke';
frmHasil.fgBranch2.Cells[5,0]:='Arus re (A)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[6,0]:='Arus im (A)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[7,0]:='Dari';
frmHasil.fgBranch2.Cells[8,0]:='Ke';
frmHasil.fgBranch2.Cells[11,0]:='Arus re (A)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[12,0]:='Arus im (A)';
if gParamLF.PKonst=1 then
begin
    frmHasil.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (W)';
    frmHasil.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (VAR)';
    frmHasil.fgBus.Cells[5,0]:='PL (W)';
    frmHasil.fgBus.Cells[6,0]:='QL (VAR)';
    frmHasil.fgBranch.Cells[3,0]:='P (W)';
    frmHasil.fgBranch.Cells[4,0]:='Q (VAR)';
    frmHasil.fgBranch.Cells[9,0]:='P (W)';
    frmHasil.fgBranch.Cells[10,0]:='Q (VAR)';
    frmHasil.lblGen.Caption:='VA';
    frmHasil.lblLoad.Caption:='VA';
    frmHasil.lblLoss.Caption:='VA';
    //
    frmHasil.fgBus2.Cells[3,0]:='Pg (W)';
    frmHasil.fgBus2.Cells[4,0]:='Qg (VAR)';
    frmHasil.fgBus2.Cells[5,0]:='PL (W)';
    frmHasil.fgBus2.Cells[6,0]:='QL (VAR)';
    frmHasil.fgBranch2.Cells[3,0]:='P (W)';
    frmHasil.fgBranch2.Cells[4,0]:='Q (VAR)';
    frmHasil.fgBranch2.Cells[9,0]:='P (W)';
    frmHasil.fgBranch2.Cells[10,0]:='Q (VAR)';
    frmHasil.lblGen2.Caption:='VA';
    frmHasil.lblLoad2.Caption:='VA';
    frmHasil.lblLoss2.Caption:='VA';
    frmHasil.lblLoss1.Caption:='W';
    frmHasil.Label14.Caption:='W';
    frmHasil.lblLoss3.Caption:='W';
    //
end
else if gParamLF.PKonst=1000 then
begin
    frmHasil.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (kW)';
    frmHasil.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (kVAR)';
    frmHasil.fgBus.Cells[5,0]:='PL (kW)';
    frmHasil.fgBus.Cells[6,0]:='QL (kVAR)';
    frmHasil.fgBranch.Cells[3,0]:='P (kW)';

```

```

frmHasil.fgBranch.Cells[4,0]:='Q (kVAR)';
frmHasil.fgBranch.Cells[9,0]:='P (kW)';
frmHasil.fgBranch.Cells[10,0]:='Q (kVAR)';
frmHasil.lblGen.Caption:='kVA';
frmHasil.lblLoad.Caption:='kVA';
frmHasil.lblLoss.Caption:='kVA';
//
frmHasil.fgBus2.Cells[3,0]:='Pg (kW)';
frmHasil.fgBus2.Cells[4,0]:='Qg (kVAR)';
frmHasil.fgBus2.Cells[5,0]:='PL (kW)';
frmHasil.fgBus2.Cells[6,0]:='QL (kVAR)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[3,0]:='P (kW)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[4,0]:='Q (kVAR)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[9,0]:='P (kW)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[10,0]:='Q (kVAR)';
frmHasil.lblGen2.Caption:='kVA';
frmHasil.lblLoad2.Caption:='kVA';
frmHasil.lblLoss2.Caption:='kVA';
frmHasil.lblLoss1.Caption:='kW';
frmHasil.Label14.Caption:='kW';
frmHasil.lblLoss3.Caption:='kW';
//
end
else if gParamLF.PKonst=1000000 then
begin
frmHasil.fgBus.Cells[3,0]:='Pg (MW)';
frmHasil.fgBus.Cells[4,0]:='Qg (MVAR)';
frmHasil.fgBus.Cells[5,0]:='PL (MW)';
frmHasil.fgBus.Cells[6,0]:='QL (MVAR)';
frmHasil.fgBranch.Cells[3,0]:='P (MW)';
frmHasil.fgBranch.Cells[4,0]:='Q (MVAR)';
frmHasil.fgBranch.Cells[9,0]:='P (MW)';
frmHasil.fgBranch.Cells[10,0]:='Q (MVAR)';
frmHasil.lblGen.Caption:='MVA';
frmHasil.lblLoad.Caption:='MVA';
frmHasil.lblLoss.Caption:='MVA';
//
frmHasil.fgBus2.Cells[3,0]:='Pg (MW)';
frmHasil.fgBus2.Cells[4,0]:='Qg (MVAR)';
frmHasil.fgBus2.Cells[5,0]:='PL (MW)';
frmHasil.fgBus2.Cells[6,0]:='QL (MVAR)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[3,0]:='P (MW)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[4,0]:='Q (MVAR)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[9,0]:='P (MW)';
frmHasil.fgBranch2.Cells[10,0]:='Q (MVAR)';
frmHasil.lblGen2.Caption:='MVA';
frmHasil.lblLoad2.Caption:='MVA';
frmHasil.lblLoss2.Caption:='MVA';
frmHasil.lblLoss1.Caption:='MW';
frmHasil.Label14.Caption:='MW';
frmHasil.lblLoss3.Caption:='MW';
//
end;
frmHasil.fgBus.RowCount:=StrToInt(edtNbus.Text)+1;
frmHasil.fgBranch.RowCount:=StrToInt(edtNsal.Text)+1;
frmHasil.fgBus2.RowCount:=StrToInt(edtNbus.Text)+1;
frmHasil.fgBranch2.RowCount:=StrToInt(edtNsal.Text)+1;
frmHasil.ShowModal;

```

```

finally
    frmHasil.Free;
end;
end;

end.
unit uHasil;

interface

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

type
    TfrmHasil = class(TForm)
        PageControl1: TPageControl;
        TabSheet3: TTabSheet;
        TabSheet4: TTabSheet;
        TabSheet9: TTabSheet;
        Panel1: TPanel;
        btnClose: TButton;
        btnHitung: TButton;
        TabSheet1: TTabSheet;
        GroupBox6: TGroupBox;
        Label8: TLabel;
        Label9: TLabel;
        Label10: TLabel;
        Label11: TLabel;
        Label12: TLabel;
        lblGen: TLabel;
        lblLoad: TLabel;
        lblLoss: TLabel;
        edtSumGen: TEdit;
        edtSumLoad: TEdit;
        edtSumLoss: TEdit;
        edtIterasi: TEdit;
        edtTime: TEdit;
        TabSheet2: TTabSheet;
        btnSensitivitas: TButton;
        TabSheet5: TTabSheet;
        TabSheet6: TTabSheet;
        TabSheet7: TTabSheet;
        TabSheet8: TTabSheet;
        Chart1: TChart;
        Series1: TLineSeries;
        Series2: TLineSeries;
        fgSen: TStringGrid;
        fgBus2: TStringGrid;
        fgBranch: TStringGrid;
        fgBranch2: TStringGrid;
        GroupBox1: TGroupBox;
        Label1: TLabel;
        Label2: TLabel;
        Label3: TLabel;
        Label4: TLabel;
        Label5: TLabel;
    end;
end.

```

```

lblGen2: TLabel;
lblLoad2: TLabel;
lblLoss2: TLabel;
edtSumGen2: TEdit;
edtSumLoad2: TEdit;
edtSumLoss2: TEdit;
edtIterasi2: TEdit;
edtTime2: TEdit;
fgBus: TStringGrid;
GroupBox3: TGroupBox;
fgHasil: TStringGrid;
GroupBox5: TGroupBox;
Label6: TLabel;
Label7: TLabel;
Label13: TLabel;
lblLoss1: TLabel;
Label14: TLabel;
lblLoss3: TLabel;
edtSebelumOpt: TEdit;
edtSesudahOpt: TEdit;
edtSelisihOpt: TEdit;
pbGen: TProgressBar;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure btnHitungClick(Sender: TObject);
procedure btnSensitivitasClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uUtils, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex,
  uSensitivitas, uFuzzy, uObjFunc, uGenetic;

{$R *.dfm}

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

procedure TfrmHasil.btnHitungClick(Sender: TObject);
var i,Nbus,Nsal,ia,ja:integer;
    V,Sg,SL:CxArr1;
    Cap:dArr1;
    Lc,Tr:dArr2;
    TypBus:iArr1;
    Z,Tp,Alir,Arus:CxArr2;
    mulai,selesai,selang:TDateTime;
    jam,menit,detik,mdetik:word;
begin
  DecodeCommDataToLFData(gBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,

```

```

gBranch,Z,Tp,Lc,Tr);
mulai:=time;
NewtonRaphson(gParamLF,V,Sg,SL,Cap,TypBus,Z,Tp,Alir,Arus,
Lc,Tr);
selesai:=time;
selang:=selesai-mulai;
Series1.Clear;
Series2.Clear;
edtSebelumOpt.Text:=RealToStr(gParamLF.SumLoss.real,3);
for i:=0 to high(gBus) do
begin
    fgBus.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgBus.Cells[1,i+1]:=RealToStr(V[i].real,5);
    fgBus.Cells[2,i+1]:=RealToStr(V[i].imag,5);
    fgBus.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Sg[i].real,3);
    fgBus.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Sg[i].imag,3);
    fgBus.Cells[5,i+1]:=RealToStr(SL[i].real,3);
    fgBus.Cells[6,i+1]:=RealToStr(SL[i].imag,3);
    fgBus.Cells[7,i+1]:=RealToStr(Cap[i],3);
    fgBus.Cells[8,i+1]:=IntToStr(TypBus[i]);
    Series1.Add(V[i].real,IntToStr(i+1));
end;
for i:=0 to high(gBranch) do
begin
    ia:=gBranch[i].dari-1;
    ja:=gBranch[i].ke-1;
    fgBranch.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgBranch.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
    fgBranch.Cells[2,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
    fgBranch.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ja].real,3);
    fgBranch.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ja].imag,3);
    fgBranch.Cells[5,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ja].real,3);
    fgBranch.Cells[6,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ja].imag,3);
    fgBranch.Cells[7,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
    fgBranch.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
    fgBranch.Cells[9,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ia].real,3);
    fgBranch.Cells[10,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ia].imag,3);
    fgBranch.Cells[11,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ia].real,3);
    fgBranch.Cells[12,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ia].imag,3);
end;
edtSumGen.Text:=toStringJ(gParamLF.SumGen,3);
edtSumLoad.Text:=toStringJ(gParamLF.SumLoad,3);
edtSumLoss.Text:=toStringJ(gParamLF.SumLoss,3);
edtIterasi.Text:=IntToStr(gParamLF.Iterasi);
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime.Text:=IntToStr(jam)+'.'+IntToStr(menit)+'.'+
    IntToStr(detik)+'.'+IntToStr(mdetik);
btnSensitivitas.Enabled:=true;
end;

```

```

procedure TfrmHasil.btnSensitivitasClick(Sender: TObject);
var i,j,cols,rows,Nbus,Nsal,ia,ja,param:integer;
    fuz:TFuzzy;
    SU,Lc,Tr,LSetting:dArr2;
    TypBus,Kz:iArr1;
    V,Sg,SL,Vb:CxArr1;
    Z,Tp,Alir,Arus:CxArr2;
    BatasV:TBatas;

```

```

Cap:dArr1;
mulai,selesai,selang:TDateTime;
jam,menit,detik,mdetik:word;
gas:TGenetic2;
BestChrom:bArr2;
LBus:TBusArr1;
CostOpt:double;
begin
BatasV.min:=0.95;
BatasV.max:=1.05;
fuz:=TFuzzy.Create(BatasV);
fuz.doHitung(Vb);
mulai:=time;
SU:=fuz.Sensitiv;
TypBus:=fuz.TypBus;
Kz:=fuz.Kz;
fuz.Free;
rows:=high(SU)+1;
cols:=high(SU[0])+1;
fgSen.RowCount:=rows+1;
fgSen.ColCount:=cols+1;
for i:=0 to rows-1 do
begin
for j:=0 to cols-1 do
begin
fgSen.Cells[j+1,i+1]:=RealToStr(SU[i,j],3);
end;
end;
for i:=0 to high(gBus) do
begin
if TypBus[i]=1 then
begin
fgSen.Cells[0,2*i+2-1]:='dP['+IntToStr(i+1)+']';
fgSen.Cells[0,2*i+2]:='dQ['+IntToStr(i+1)+']';
end
else if TypBus[i]=2 then
begin
fgSen.Cells[0,2*i+2-1]:='dSud['+IntToStr(i+1)+']';
fgSen.Cells[0,2*i+2]:='dQ['+IntToStr(i+1)+']';
end
else
begin
fgSen.Cells[0,2*i+2-1]:='dSud['+IntToStr(i+1)+']';
fgSen.Cells[0,2*i+2]:='dV['+IntToStr(i+1)+']';
end;
end;
for i:=0 to high(Kz) do
begin
if (TypBus[Kz[i]]=1) or (TypBus[Kz[i]]=2) then
begin
fgSen.Cells[i+1,0]:='dV['+IntToStr(Kz[i]+1)+']';
end
else
begin
fgSen.Cells[i+1,0]:='dQ['+IntToStr(Kz[i]+1)+']';
end;
end;
end;
//

```

```

BatasV.min:=0.95;
BatasV.max:=1.05;
gObjFunc:=TObjFunc.Create(1000000,100000,100000,BatasV);
param:=gObjFunc.FindLength;
pbGen.Max:=200;
gas:=TGenetic2.Create(200,50,30,Param,0.85,
    0.005,100000,0.5);
BestChrom:=gas.BestChrom;
gas.Free;
LSetting:=gObjFunc.DecodeChromAkhir(BestChrom);
fgHasil.RowCount:=high(LSetting)+2;
for i:=0 to high(LSetting) do
begin
    fgHasil.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgHasil.Cells[1,i+1]:=RealToStr(LSetting[i,0]+1,0);
    fgHasil.Cells[2,i+1]:=RealToStr(LSetting[i,1],5);
    fgHasil.Cells[3,i+1]:=RealToStr(LSetting[i,3],2);
end;
gObjFunc.doHitungAkhir(BestChrom,LBus,CostOpt);
gObjFunc.Free;
//
DecodeCommDataToLFData(LBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,
gBranch,Z,Tp,Lc,Tr);
NewtonRaphson(gParamLF,V,Sg,SL,Cap,TypBus,Z,Tp,Alir,Arus,
Lc,Tr);
selesai:=time;
selang:=selesai-mulai;
Series2.Clear;
edtSesudahOpt.Text:=RealToStr(gParamLF.SumLoss.real,3);
edtSelisihOpt.Text:=RealToStr((StrToFloat(edtSebelumOpt.Text)-
    StrToFloat(edtSesudahOpt.Text)),3);
for i:=0 to high(gBus) do
begin
    fgBus2.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgBus2.Cells[1,i+1]:=RealToStr(V[i].real,5);
    fgBus2.Cells[2,i+1]:=RealToStr(V[i].imag,5);
    fgBus2.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Sg[i].real,3);
    fgBus2.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Sg[i].imag,3);
    fgBus2.Cells[5,i+1]:=RealToStr(SL[i].real,3);
    fgBus2.Cells[6,i+1]:=RealToStr(SL[i].imag,3);
    fgBus2.Cells[7,i+1]:=RealToStr(Cap[i],3);
    fgBus2.Cells[8,i+1]:=IntToStr(TypBus[i]);
    Series2.Add(V[i].real,IntToStr(i+1));
end;
for i:=0 to high(gBranch) do
begin
    ia:=gBranch[i].dari-1;
    ja:=gBranch[i].ke-1;
    fgBranch2.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgBranch2.Cells[1,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
    fgBranch2.Cells[2,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
    fgBranch2.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ja].real,3);
    fgBranch2.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Alir[ia,ja].imag,3);
    fgBranch2.Cells[5,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ja].real,3);
    fgBranch2.Cells[6,i+1]:=RealToStr(Arus[ia,ja].imag,3);
    fgBranch2.Cells[7,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].ke);
    fgBranch2.Cells[8,i+1]:=IntToStr(gBranch[i].dari);
    fgBranch2.Cells[9,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ia].real,3);

```

```

fgBranch2.Cells[10,i+1]:=RealToStr(Alir[ja,ia].imag,3);
fgBranch2.Cells[11,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ia].real,3);
fgBranch2.Cells[12,i+1]:=RealToStr(Arus[ja,ia].imag,3);
end;
edtSumGen2.Text:=toStringJ(gParamLF.SumGen,3);
edtSumLoad2.Text:=toStringJ(gParamLF.SumLoad,3);
edtSumLoss2.Text:=toStringJ(gParamLF.SumLoss,3);
edtIterasi2.Text:=IntToStr(4);
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime2.Text:=IntToStr(jam)+'.'+IntToStr(menit)+'.'+
    IntToStr(detik)+'.'+IntToStr(mdetik);
//
end;

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    fgHasil.Cells[0,0]:='No';
    fgHasil.Cells[1,0]:='Bus';
    fgHasil.Cells[2,0]:='Vgen';
    fgHasil.Cells[3,0]:='Qcap';
end;

end.

unit uFuzzy;

interface

uses uUtils,uComplex,uLoadflow,uNewtonRaphson,uSensitivitas,
    uMatrix;

type
TFuzzy=class
private
    FBatasV:TBatas;
    FSensitiv:dArr2;
    FTypBus,FKz:iArr1;
    FBatasCon:TBatasArr1;
    function getSensitiv:dArr2;
    function getTypBus:iArr1;
    function getKz:iArr1;
    procedure UpdateZLc(var rParamLF:TParamLF;
        var rZ:CxArr2;
        var rLc:dArr2);
    function CekConVbus(const rV:CxArr1):boolean;
    function HitungdV(const rV:CxArr1):dArr1;
    function HitungC(const rV,rSg:CxArr1;
        const rPbase:double):dArr2;
    function MemberShipV(const rdV:double):double;
    function MemberShipC(const rdC:double):double;
    function HitungMemberShipV(const rdV:dArr1):dArr1;
    function HitungMemberShipC(const rdC:dArr2):dArr2;
    function HitungUvUc(const ruV:dArr1;
        const ruC:dArr2):dArr2;
    function FindVControlled(const ruvc:dArr2;
        const rV:CxArr1):iArr1;
    function FindVControlled2(const rdC:dArr2):iArr1;

```

```

function FindMarginControl(const rBusCon:iArr1;
    const rV,rSg:CxArr1;
    const rPbase:double):dArr1;
function HitungdVControl(const rNo:integer;
    const rdV:double):CxArr1;
function HitungLoss(const rV:CxArr1;
    const rdV:CxArr1;
    const rY,rAlir:CxArr2):double;
function FindDeviceControl(const rCt:dArr1;
    const rV:CxArr1;
    const rY,rAlir:CxArr2):integer;
function getVbFinal(const rV:CxArr1):CxArr1;
public
    constructor Create(const rBatasV:TBatas);
    procedure doHitung(var rVb:CxArr1);
    property BatasV:TBatas read FBatasV write FBatasV;
    property Sensitiv:dArr2 read getSensitiv;
    property TypBus:iArr1 read getTypBus;
    property Kz:iArr1 read getKz;
end;

```

implementation

```
{ TFuzzy }
```

```

constructor TFuzzy.Create(const rBatasV: TBatas);
begin
    inherited Create;
    FBatasV.min:=rBatasV.min;
    FBatasV.max:=rBatasV.max;
end;

```

```

//data processing
procedure TFuzzy.UpdateZLc(var rParamLF:TParamLF;
    var rZ:CxArr2;
    var rLc:dArr2);
var i,j,rNbus:integer;
    Zbase:double;
begin
    rNbus:=high(rZ)+1;
    Zbase:=sqr(rParamLF.Vbase*rParamLF.Vkonst)/
        (rParamLF.Pbase*rParamLF.Pkonst);
    if rParamLF.ParamBranch=pbOhm then
    begin
        for i:=0 to rNbus-1 do
        begin
            for j:=0 to rNbus-1 do
            begin
                if rZ[i,j].imag<0 then
                begin
                    rZ[i,j].real:=rZ[i,j].real/Zbase;
                    rZ[i,j].imag:=rZ[i,j].imag/Zbase;
                    rLc[i,j]:=rLc[i,j]/Zbase;
                end;
            end;
        end;
    end;
    for i:=0 to rNbus-1 do

```

```

begin
  for j:=0 to rNbus-1 do
    begin
      if rZ[i,j].imag > 0 then
        begin
          rZ[j,i]:=Cmplx(rZ[i,j]);
          rLc[j,i]:=rLc[i,j];
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

function TFuzzy.CekConVbus(const rV:CxArr1):boolean;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(rV)+1;
  result:=true;
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      if rV[i].real>FBatasV.max then
        begin
          result:=false;
          break;
        end;
      if rV[i].real<FBatasV.min then
        begin
          result:=false;
          break;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

function TFuzzy.HitungdV(const rV:CxArr1):dArr1;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(rV)+1;
  SetLength(result,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      result[i]:=rV[i].real-1.0;
    end;
  end;
end;

```

```

function TFuzzy.HitungC(const rV,rSg:CxArr1;
  const rPbase:double):dArr2;
var i,j,rows,cols,posX:integer;
  dM,cek:double;
begin
  rows:=high(FTypBus)+1;
  cols:=high(FKz)+1;
  SetLength(result,rows,cols);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      if FTypBus[i]=3 then
        begin
          posX:=2*i+1;
          for j:=0 to cols-1 do
            begin

```

```

    if FTypBus[FKz[j]] < 3 then
    begin
        dM:=FBatasCon[j].max-rV[FKz[j]].real;
    end
    else
    begin
        dM:=FBatasCon[j].max-rSg[FKz[j]].imag/rPbase;
    end;
    result[i,j]:=FSensitiv[posX,j]*dM;
    cek:=rV[i].real+result[i,j];
    if cek>FBatasV.max then
    begin
        result[i,j]:=FBatasV.max-rV[i].real;
    end;
end;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

function TFuzzy.MembershipV(const rdV:double):double;
var dV,dVmax:double;
begin
    dVmax:=FBatasV.max-1.0;
    result:=0;
    dV:=abs(rdV);
    if (dV>=0) and (dV<=0.01) then
    begin
        result:=0;
    end
    else if (dV>=0.01) and (dV<=dVmax) then
    begin
        result:=(dV-0.01)/(dVmax-0.01);
    end
    else if dV>=0.05 then
    begin
        result:=1;
    end;
end;

```

```

function TFuzzy.MembershipC(const rdC:double):double;
var Cmax,dC:double;
begin
    Cmax:=0.05;
    result:=0;
    dC:=abs(rdC);
    if (dC>=0) and (dC<=Cmax) then
    begin
        result:=(dC-0)/(Cmax-0);
    end
    else if dC>=Cmax then
    begin
        result:=1;
    end;
end;

```

```

function TFuzzy.HitungMembershipV(const rdV:dArr1):dArr1;
var i,rows:integer;
begin

```

```

rows:=high(rdV)+1;
SetLength(result,rows);
for i:=0 to rows-1 do
begin
    result[i]:=MemberShipV(rdV[i]);
end;
end;

```

```

function TFuzzy.HitungMemberShipC(const rdC:dArr2):dArr2;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
    rows:=high(rdC)+1;
    cols:=high(rdC[0])+1;
    SetLength(result,rows,cols);
    for i:=0 to rows-1 do
    begin
        for j:=0 to cols-1 do
        begin
            result[i,j]:=MemberShipC(rdC[i,j]);
        end;
    end;
end;

```

```

function TFuzzy.HitungUvUc(const ruV:dArr1;
    const ruC:dArr2):dArr2;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
    rows:=high(ruC)+1;
    cols:=high(ruC[0])+1;
    SetLength(result,rows,cols);
    for i:=0 to rows-1 do
    begin
        for j:=0 to cols-1 do
        begin
            result[i,j]:=getMin(ruV[i],ruC[i,j]);
        end;
    end;
end;

```

```

function TFuzzy.FindVControlled(const ruvc:dArr2;
    const rV:CxArr1):iArr1;
var i,j,rows,cols,posX:integer;
    max,min,dMmax,dV,dM:double;
begin
    rows:=high(ruvc)+1;
    cols:=high(ruvc[0])+1;
    SetLength(result,cols);
    for i:=0 to cols-1 do
    begin
        max:=ruvc[0,i];
        result[i]:=0;
        for j:=1 to rows-1 do
        begin
            if max<ruvc[j,i] then
            begin
                max:=ruvc[j,i];
                result[i]:=j;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

end;
end;
{for i:=0 to cols-1 do
begin
result[i]:=0;
min:=0;
for j:=0 to rows-1 do
begin
if FTypBus[j]=3 then
begin
dMmax:=FBatasV.max-rV[FKz[i]].real;
dV:=FBatasV.max-rV[j].real;
posX:=2*j+1;
if (FSensitiv[posX,i]>0) and (FSensitiv[posX,i]>0.001) then
begin
dM:=dV/FSensitiv[posX,i];
if dM>dMmax then dM:=dMmax;
if min=0 then
begin
min:=dM;
result[i]:=j;
end
else
begin
if min>dM then
begin
min:=dM;
result[i]:=j;
end;
end;
end;
end;
end;}
end;
end;

```

```

function TFuzzy.FindVControlled2(const rdC:dArr2):iArr1;
var i,j,Nbus,Ncon:integer;
min:double;
begin
Nbus:=high(rdC)+1;
Ncon:=high(rdC[0])+1;
SetLength(result,Ncon);
for i:=0 to Ncon-1 do
begin
result[i]:=0;
min:=0;
for j:=0 to Nbus-1 do
begin
if (rdC[j,i]>0) and (rdC[j,i]>0.0001) then
begin
min:=rdC[j,i];
result[i]:=j;
break;
end;
end;
for j:=0 to Nbus-1 do
begin

```

```

if (rdC[j,i]>0) and (rdC[j,i]>0.0001) then
begin
  if min>rdC[j,i] then
  begin
    min:=rdC[j,i];
    result[i]:=j;
  end;
end;
end;
end;
end;

```

```

function TFuzzy.HitungdVControl(const rNo:integer;
  const rdV:double):CxArr1;
var i,rows,posX:integer;
begin
  rows:=high(FTypBus)+1;
  SetLength(result,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    posX:=2*i+1;
    if FTypBus[i]=3 then
    begin
      result[i].real:=FSensitiv[posX,rNo]*rdV;
      result[i].imag:=FSensitiv[posX-1,rNo]*rdV;
    end
    else if FTypBus[i]=2 then
    begin
      result[i].real:=0;
      result[i].imag:=FSensitiv[posX-1,rNo]*rdV;
    end;
  end;
  result[FKz[rNo]].real:=rdV;
  result[FKz[rNo]].imag:=0;
end;

```

```

function TFuzzy.FindMarginControl(const rBusCon:iArr1;
  const rV,rSg:CxArr1;
  const rPbase:double):dArr1;
var i,ib,ic,Ncon,posX:integer;
cek,dM:double;
begin
  Ncon:=high(rBusCon)+1;
  SetLength(result,Ncon);
  for i:=0 to Ncon-1 do
  begin
    ic:=FKz[i];
    ib:=rBusCon[i];
    result[i]:=0;
    if FTypBus[ib]=3 then
    begin
      posX:=2*ib+1;
      if FTypBus[ic]<>3 then
      begin
        dM:=FBatasCon[i].max-rV[ic].real;
        result[i]:=FSensitiv[posX,i]*dM;
      end
    end
    else

```

```

begin
  dM:=FBatasCon[i].max-rSg[ic].imag/rPbase;
  result[i]:=FSensitiv[posX,i]*dM;
end;
cek:=rV[ib].real+result[i];
if cek>FBatasV.max then
begin
  result[i]:=FBatasV.max-cek;
end;
end;
end;
{for i:=0 to Ncon-1 do
begin
  ic:=FKz[i];
  ib:=rBusCon[i];
  result[i]:=0;
  if ib>0 then
  begin
    posX:=2*ib+1;
    result[i]:=FBatasV.max-rV[ic].real;
    dV:=FSensitiv[posX,i]*result[i];
    cek:=rV[ib].real+dV;
    if cek>FBatasV.max then
    begin
      dV:=FBatasV.max-rV[ib].real;
      result[i]:=dV/FSensitiv[posX,i];
    end;
  end;
end;}
end;

```

```

function TFuzzy.HitungLoss(const rV:CxArr1;
  const rdV:CxArr1;
  const rY,rAlir:CxArr2):double;
var i,j,rows:integer;
  Va:CxArr1;
begin
  rows:=high(rV)+1;
  SetLength(Va,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    Va[i].real:=rV[i].real+rdV[i].real;
    Va[i].imag:=rV[i].imag+rdV[i].imag;
  end;
  result:=0;
  for i:=0 to rows-1 do
  begin
    for j:=0 to rows-1 do
    begin
      if j>i then
      begin
        if rAlir[i,j].real>0 then
        begin
          result:=result+(-rY[i,j].real*(sqr(Va[i].real)+
            sqr(Va[j].real)-2*Va[i].real*Va[j].real*
            cos(Va[i].imag-Va[j].imag)))
          //result:=result+(-rY[i,j].real*(sqr(rV[i].real+rdV[i])+
          //  sqr(rV[j].real+rdV[j])-2*(rV[i].real+rdV[i])*

```

```

        // (rV[j].real+rdV[j])*cos(rV[i].imag-rV[j].imag));
    end;
end;
end;
end;
end;

```

```

function TFuzzy.FindDeviceControl(const rCt:dArr1;
    const rV:CxArr1;
    const rY,rAlir:CxArr2):integer;

```

```

var i,Nbus,Ncon:integer;
    dV:CxArr1;
    Ploss,bestCost:double;
begin
    Nbus:=high(rV)+1;
    Ncon:=high(rCt)+1;
    BestCost:=0;
    result:=0;
    SetLength(dV,Nbus);
    for i:=0 to Ncon-1 do
    begin
        if rCt[i]<>0 then
        begin
            dV:=HitungdVControl(i,rCt[i]);
            Ploss:=HitungLoss(rV,dV,rY,rAlir);
            if BestCost=0 then
            begin
                BestCost:=Ploss;
                result:=i;
            end
            else
            begin
                if BestCost>Ploss then
                begin
                    BestCost:=Ploss;
                    result:=i;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
end;

```

```

function TFuzzy.getVbFinal(const rV:CxArr1):CxArr1;
var i,rows:integer;
begin
    rows:=high(rV)+1;
    SetLength(result,rows);
    for i:=0 to rows-1 do
    begin
        if FTypBus[i]<>3 then
        begin
            result[i].real:=rV[i].real;
            result[i].imag:=0;
        end
        else
        begin
            result[i].real:=1;
            result[i].imag:=0;
        end;
    end;
end;

```

```

end;
end;
end;

```

```

procedure TFuzzy.doHitung(var rVb:CxArr1);
var Nbus,Nsal,ia:integer;
cekVbus:boolean;
V,Sg,SL:CxArr1;
Cap,dV,mV,dCt:dArr1;
Rj:iArr1;
Lc,Tr,Lcp,dC,mC,muv:dArr2;
Z,Tp,Alir,Arus,Zp,Ya:CxArr2;
begin
DecodeCommDataToLFData(gBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,FTypBus,
gBranch,Z,Tp,Lc,Tr);
Zp:=CopyMatrix(Z);
Lcp:=CopyMatrix(Lc);
UpdateZLc(gParamLF,Zp,Lcp);
Admitansi(Nbus,Zp,Tp,Lcp,Tr,Cap,Ya);
FKz:=FindVarControl(gBus);
FBatasCon:=FindBatasControl(gBus,gParamLF);
//repeat
NewtonRaphson(gParamLF,V,Sg,SL,Cap,FTypBus,Z,Tp,Alir,Arus,
Lc,Tr);
cekVbus:=CekConVbus(V);
Bentuk Sensitivitas(FKz,FTypBus,FBatasCon,Cap,V,Zp,Tp,Lcp,Tr,FSensitiv);
dV:=HitungdV(V);
mV:=HitungMemberShipV(dV);
dC:=HitungC(V,Sg,gParamLF.Pbase);
mC:=HitungMemberShipC(dC);
muv:=HitungUvUc(mV,mC);
Rj:=FindVControlled(muv,V);
Rj:=FindVControlled2(dC);
dCt:=FindMarginControl(Rj,V,Sg,gParamLF.Pbase);
ia:=FindDeviceControl(dCt,V,Ya,Alir);
if cekVbus=false then
begin
V[Kz[ia]].real:=V[Kz[ia]].real+dCt[ia];
end;
//until cekVbus=true;
rVb:=getVbFinal(V);
end;

```

```

function TFuzzy.getSensitiv:dArr2;
var i,j,rows,cols:integer;
begin
rows:=high(FSensitiv)+1;
cols:=high(FSensitiv[0])+1;
SetLength(result,rows,cols);
for i:=0 to rows-1 do
begin
for j:=0 to cols-1 do
begin
result[i,j]:=FSensitiv[i,j];
end;
end;
end;
end;

```

```

function TFuzzy.getTypBus:iArr1;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(FTypBus)+1;
  SetLength(result,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      result[i]:=FTypBus[i];
    end;
  end;
function TFuzzy.getKz:iArr1;
var i,rows:integer;
begin
  rows:=high(FKz)+1;
  SetLength(result,rows);
  for i:=0 to rows-1 do
    begin
      result[i]:=FKz[i];
    end;
  end;
end.

```