

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



SKRIPSI

**REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK
MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN *NETWORK
PARTITIONING THEORY* PADA GARDU INDUK BLIMBING MALANG**

Disusun oleh;

ARFAN YULIANTO
00.12.137

MARET 2006

МАЛІЙ ТЕРМОДІНАМІЧНИЙ ВАРИАНТ
СТАНДАРТНОГО АКІДОМІЧНОГО
ІНСУЛІНУ ВІДКРИТИХ
(І-С) МІНІСІЛІЗІВІЛ ЕФЕКТИВНОСІВ

Інструкція

ДЛЯ ПРИПАДКОВИХ ПОДІЛІВ
ІНСУЛІНОМ СТАНДАРТНОГО АКІДОМІЧНОГО
ІНСУЛІНУ ДІАБЕТОМ АГАР УСІХ ВІКОВИХ ГРУП.

Інструкція
для діабетіків

Офіційна версія

1612180

2000 річнам

LEMBAR PERSETUJUAN

REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK
MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN *NETWORK
PARTITIONING THEORY* PADA GARDU INDUK BLIMBING MALANG

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

ARFAN YULIANTO
NIM. 00.12.137

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP.Y.101.850.0107

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 101.880.0188



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.103.950.0274

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



A B S T R A K S I

“REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN *NETWORK PARTITIONING THEORY* PADA GARDU INDUK BLIMBING MALANG”

(Arfan Yulianto, Nim. 00.12137, Teknik Elektro/T.Energi Listrik S-1)

(Dosen Pembimbing I : Ir. Djojo Piatmono, MT)

(Dosen Pembimbing II : Ir. M. Abdul Hamid, MT)

Kata Kunci : *Otomatis distribusi, Minimalisasi Rugi – rugi, Sistem Rekonfigurasi, Network Partitioning Theory*

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke pusat-pusat beban atau konsumen. Rugi – rugi daya dalam sistem merupakan masalah yang selalu dicari cara mereduksi rugi – rugi dan permasalahan yang harus dihadapi jaringan distribusi adalah bagaimana menyalurkan daya dengan baik pada saat tertentu maupun di masa yang akan datang. Kelemahan sistem distribusi yang hampir semuanya menggunakan sistem radial yakni sulitnya memenuhi aspek teknis. Hal ini karena lokasi beban dan variasi dari kerapatan beban yang menyebabkan tingginya rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saat proses penyalurannya. Dalam skripsi ini mencoba mereduksi rugi – rugi daya dengan mengatur ulang konfigurasi (*Rekonfigurasi*) penyulang – penyulang dengan pengaturan *switch Normally Open / Normally Closed* pada penyulang sehingga didapatkan rugi – rugi seminimal mungkin (*Loss Minimum*).

Dalam skripsi ini mempresentasikan cara yang efektif dalam rekonfigurasi jaringan untuk meminimalisasi rugi-rugi daya dan juga memperbaiki profil tegangan pada saluran jaringan distribusi. Menggunakan metode *Netwok Partitioning Theory* untuk mereduksi rugi – rugi daya dan masalah optimasi pada sistem distribusi radial. Metode ini menyelesaikan masalah *switching* dengan menyederhanakan banyaknya pilihan *switching* untuk merekonfigurasi penyulang. Penggunaan program komputer untuk menunjukkan keefektifan metode *sekonfigurasi* dengan metode *Netwok Partitioning Theory*.

Dari hasil rekonfigurasi jaringan pada penyulang-penyulang keluaran dari Trafo II Gardu Induk Blimbings Malang maka diperoleh kombinasi *NO switch* yang baru yaitu : *switch* 3-4, *switch* 5-16, *switch* 9-13, *switch* 14-15 yang menggunakan metode *Netwok Partitioning Theory*.

Dengan reduksi rugi – rugi daya besar dengan perincian sebagai berikut :

Rugi daya saluran sebelum rekonfigurasi : 0.255 MW; 0.389 MVAR

Rugi daya saluran setelah rekonfigurasi : 0.122 MW; 0.186 MVAR

Reduksi rugi daya saluran : 0.133 MW; 0,203 MVAR

1874 A. S. T. 283

АУДИО РЕГИСТРАТОРЫ И МОНИТОРЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕСЯ ВЫСОКОЙ КОМПАКТИНОСТЬЮ
И УДОБСТВОМ В ПРИМЕНЕНИИ

(T-2 nintellä jyväistä ja vesiistä ilmestyi 5811.00 milj. omallaan mukana)
(T-3 vesiistä ja jyväistä ilmestyi 5811.00 milj. omallaan mukana)
(T-4 vesiistä ja jyväistä ilmestyi 5811.00 milj. omallaan mukana)

menti leggi - legge nazionale della giurisdizione tribunale ; come si stia
mentre l'attualità di cui a legge

KATA PENGANTAR

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

**“REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK
MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN *NETWORK
PARTITIONING THEORY* PADA GARDU INDUK BLIMBING MALANG ”**

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

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

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Djojo Priatmono, MT, selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Elektro Energi Listrik.
6. Bapak dan ibuku, yang sangat berarti dalam kehidupan penyusun, dimana do'a serta restu dan keridhaannya senantiasa penyusun harapkan.
7. Teman-teman di jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang, terutama angkatan 2000 yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

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

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

Malang, Maret 2006

Penulis

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

HALAMAN PERSEMBAHAN

SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN :

KEPADA TUHAN YANG MAHA ESA

BERKAT RAHMAT&HIDAYAHNYA SEHINGGA TERSELESAINYA LAPORANINI
KELUARGA :

- › BAPAK & IBUKU TERSAYANG
- YANG TELAH MEMBERIKAN DO'A DAN KASIH SAYANG SERTA DUKUNGAN FINANCIALNYA
- › KAKAK, ADIK & KEPONAKAN SERTA KELUARGAKU YANG ADA DI PONOROGO

TEMAN - TEMAN :

TEMAN2 KONTRAKAN GAJAYANA I 739 JJ YANG SUKA USIL :

- ❖ HENDRIK, SING ELING KARO BEGRONMU JO SAMPEK....
- ❖ WIWIT, AYO SEMANGAT DIENTENI KONCO²
- ❖ HANSHIAN, LEK TOBAT JO 1/2 WAE AYO NDANG DI PARANI WANI PO RA !!!
- ❖ YUDHI, TANPA U GAK BISA BERANTEM & CARI SENUX SING AKEH BEN RA SUTRISSS
- ❖ HAVI, TURU AE SING PENTING DUETE TEKO
- ❖ IRFAN, JO DITIRU MAS²E JENENG MEH MADAN²I WAE
- ❖ TONI, SING SABAR YO
- ❖ NANANG, SEPURANE SING AKEH YO COZ AKU SELALU BIKIN REPUT U TAPI BLM BS BALES

BOLO² :

MBELINK 182

- › AGUNG SENO,BUDI : SUWUN SING AKEH TAK ENTENI NOK OGORONOP
- › MAS ARIF,ATIP,LANGGENG, ANANG,USTMAN,IRUL,MUFLIK, ANTHOK,PO SIK ELING KARO ADIK²E
- › BAMBANG,MAHMUT,UDIN,EKO
- › DAN YANG LAEN² YANG LOM KESEBUT

PENDAKIAN :

- EKO NARYO,WAHYU,FAIKUL,AKBAR,SIRO,JERY,MUIS, CIKO', BUDHI, KAPAN² MUNCAK MANEH YO

ELEKTRO'OO :

- › AGUNG,DESTA,WIDHIA,ANDIL,IYAN,BUDI,ABAS,JOHAN,EKO,TOMY, LUKMAN,IMRON,SANTO',ERWIN,ALI,ANTON,DENI,TRI,SUNTORO, MIA,WAHID,MERI,ADI,DITO,ASYIK,DLL YANG GAK BS KUSEBUT 1 PER 1

TMN² BERMAIN :

- RHOMA, MBO"YO ISIN KARO UMURE, SIJI AE SING JELAS
- AGUS, JO AWAKE SING DIJO'NE TP JURNALE
- KIMPUL,EMMMBIK,BENDUK,&BOLO² TEKO UNBRA
- ANTON,SINYO,KUKUH, MBO" ISIN JARENE BOS KOK ILEGAL
- KENTHANG, NDI JANJINE

- BUAT AGUS'98,WANDA'99 KAPAN KE PAK DJOJO
- BUAT TMN2 ELEKTRO ITN MALANG PEACE (GENERASI BIRU)
- MINCE(DANI) WAKTUNYA KELILING LANUD ISWAHYUDI...HI...2X..K9

BOLO² STM :

- PRAPTO, DIAN, ARIS SUWUN DONGANE SAMBAT TITIK GAK PO2
- SRI, ATIN, ATUN, SUGI SIK ELENG KARO CAH2 TO
- SHE, TOMPEL, PLANET, BIKSU, MONCHOS, CEPLEH, BOTOK, THEMEN, GALES, DLL AYO SYUKURAN MANEH

PASUKAN KHAS :

- ↳ PENJURU UTARA : JENDRAL DWI, LETTU ERWIN, LETNAN PETOR, MAYOR PUGUH, DENGAN ANGGOTA : BUDHI, EKO, ANDI, NA2G, ARIF, IRFAN,
- ↳ PENJURU TIMUR : KOPRAL BANTENG, ERIK, ERNI, DAN ANGGOTA
- ↳ PENJURU BARAT : LETJEN HARMADI DAN ANGGOTA
- ↳ PENJURU SELATAN : BAPAK BUDHI, THE LAST SHE MONTH DAN ANGGOTA
- ↳ YANG DITENGAH : BRIPTU RUSDI, RIVAN, MUSTAKHIM, DIAN, SENGGUNG, APIT, UPRI, PLEDO, SHAOLEEH

AYO KUMPUL GAWE ACARA DAN KIRIM HIDAYAH FATEHAH MARANG SUHU
SEJATINING ILMU

ADIK2KU :

- EMA, JO KESUSU NURUTI NEPSU
 - ARIK, SING NRIMO & SABAR
 - METRI, SINAU SING TENANAN
 - PIPIT, DI ENTENI MBAK'E YO
 - HEMMING, JO RAYAHAN KARO CEPUK
 - NENOT, KEMANJANEN
 - WINA, SING GRAPYAK
 - HENY, NDANG GOLEK MANEH
 - DINA, MOSO KARO MAS'E DEWE
 - RIRIS, NANGISE DIKURANGI
 - ROSY, KANCAKU PADAMU
 - NA2, RUBAHLAH GAYA HIDUPMU JANGAN KEKANAK2AN
- ELKA : UUN, KACHONG, PANCHO, KUN2, DIDOT, SANTOK, DONI, DLL
- N 6 CK CLUB : PAK JEK, TRI, DIANA, ARIS, DIKUN, JUN, THUS, TOM2, BUDHI, NARKO+ASEH, DLL

MT 2 NQ : DIANA DAH PUNYA ANAK BELUM

SUPRIH HABIS TUNANGAN KAPAN NIKAHNYA

ETIK JANGAN BERANI PADA SUAMI

SOBHIATUL WES DADI PIRO

NINA ANGELINA SING ADOH WAE

DOSEN PEMBIMBING : Ir. Djojo Prijatmono, MT & Ir. M. Abdul Hamid, MT. MAKASIH YANG BYK KARENA BAPAK AKU JADI LEBIH SABAR

DOSEN ITN MALANG KHUSUSNYA DOSEN ELEKTRO MATOR SUWUN SING KATAH GIH

KARYAWAN ITN : MAS JAYENG, P. SUGENG, BU PUJI, DLL
MAS UGRO SUWUN PROGRAMME

MALANG, MARET 2006

BY JIPANG.COM

MOTTO

KE EMPAT PENJURU ANGIN MEN CARI ILMU DAN GURU

MEMAYU HAYUNING BUWONO

SEPIRO GEDHINING TRESNO YEN AMONG AGAWE GELO

URIP NENG ALAM DUNYO KUWI KEPENAK YEN DIGAWE PENAK

LAN KANGELAN YEN DIGAWE ANGEL

SING PENTING OJO NINGGALAKE PENGERAN LAN JATI DIRIMU

MARET 2006



Cita-cita hati ...

dengarlah, aku datang bersama kuda-kuda putih terbaikku.
dan kubawakan kepadamu kereta-kereta mimpiku.
langkah-langkahku, tak terdengarkan olehmu ?
lihatlah, anganku kini tlah terbang setinggi cita-cita hati.
harapku tergali sedalam rahasia-rahasia mimpi.
cita-citaku, tak terlihatkah olehmu ?
renungkanlah, engkau kuberi segala terindah yang aku miliki.
bukan hanya cinta, tapi juga jiwa.
tak jugakah kau rasakan ?



JIPANG.COM



MARI WISUDA MUMET !!!!!!!!

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Pembahasan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metode Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
1.7. Kontribusi	5
BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN TEORI DASAR	
<i>NETWORK PARTITIONING THEORY</i>	6
2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.2 Sistem Distribusi	7
2.3. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	8

2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial	8
2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Loop	10
2.3.3. Sistem Jaringan Distribusi Mesh	11
2.4. Beban Sistem Distribusi	11
2.5. Daya Sistem Distribusi	12
2.5.1. Daya Aktif	12
2.5.2. Daya Reaktif.....	12
2.5.3. Daya Semu	12
2.6. Rugi-rugi jaringan	13
2.7. Mereduksi Rugi-rugi daya pada Sistem Distribusi	14
2.8. Teori Dasar <i>Network Partitioning Theory</i> (NPT)	16
BAB III ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN	20
3.1. Analisa Aliran Daya	20
3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya	20
3.3. Sistem per-Unit	21
3.4. Klasifikasi Bus	22
3.4.1. Bus Beban atau P-Q Bus	23
3.4.2. Bus Generator atau P-V Bus	23
3.4.3. Bus Referensi atau V- δ Bus	23
3.5. Metode Newton Raphson	23
3.5.1 Prosedur Aliran Daya Newton Raphson	27
3.6. Metode Rekonfigurasi Jaringan	27

3.6.1. Rekonfigurasi Jaringan menggunakan Metode <i>Network Partitioning Theory</i>	28
3.7. Penerapan Metode <i>Network Partitioning Theory</i>	29
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PROGRAM REKONFIGURASI JARINGAN	31
4.1. Program Metode Rekonfigurasi Jaringan	31
4.2. Algoritma program	31
4.2.1. <i>Floew Chart</i> Program	32
4.2.2. <i>Floew Chart</i> Perhitungan Aliran Daya Metode Newton Rapshon	33
4.2.3. <i>Floew Chart Network Partitioning Theory</i>	34
4.3. Validasi Program	35
4.3.1. Hasil Validasi IEEE menggunakan Metode <i>Network Partitioning Theory</i>	36
4.4. Data Jaringan	37
4.5. Analisis Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi	39
4.6. Analisa Rekonfigurasi Jaringan	41
4.6.1. Analisis Perhitungan Rekonfigurasi Jaringan	42
4.7. Analisis Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi menggunakan metode <i>Network Partitioning Theory</i>	46
4.7.1. Analisis Hasil Perhitungan Tegangan dan Sudut FasaTegangan	46

4.7.2. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Pada Saluran	47
4.8. Hasil dan Analisa Hasil	48
4.8.1. Tampilan Program	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1.	Skema Penyaluran Energi Listrik	6
Gambar 2-2.	Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan sambungan Rumah ke Pelanggan	7
Gambar 2-3.	Bentuk Sederhana dari Sistem Distribusi Radial	9
Gambar 2-4.	Jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial	10
Gambar 2-5.	Jaringan Menengah Struktur Loop	10
Gambar 2-6.	Jaringan Tegangan Menengah Struktur Mesh	11
Gambar 2-7.	Rugi-rugi Pada Bagian Sistem Tenaga Listrik	13
Gambar 2-8.	Contoh Kondisi Gangguan Pada Sistem Distribusi Radial	15
Gambar 3-1.	Diagram Skematik Tipe (a) NC dan (b) NO switch	28
Gambar 3-2.	Jaringan Distribusi	29
Gambar 4-1.	Struktur Jaringan Rekonfigurasi Test Sistem	35
Gambar 4-2.	Konfigurasi Jaringan Radial dari Single line Diagram G.I Blimbing	38
Gambar 4-3.	Konfigurasi Jaringan Mesh	42
Gambar 4-4.	Konfigurasi Jaringan Radial Baru Setelah Rekonfigurasi	43
Gambar 4-5.	Tampilan Menu Utama Program	48
Gambar 4-6.	Tampilan Input Data General G.I Blimbing	48
Gambar 4-7.	Tampilan Data Bus	49
Gambar 4-8.	Tampilan Data Saluran	49

Gambar 4-9. Tampilan Data Generator	50
Gambar 4-9. Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya (Sebelum Rekonfigurasi)	50
Gambar 4-10. Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya (Sebelum Rekonfigurasi)	51
Gambar 4-11. Tampilan Parameter NPT	51
Gambar 4-12. Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya (Setelah Rekonfigurasi) ..	52
Gambar 4-13. Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya (Setelah Rekonfigurasi) ..	52
Gambar 4-14. Tampilan Hasil Kombinasi Optimal Switching dan rugi daya akif (Setelah Rekonfigurasi).....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1.	Data Pembebanan Dan Data Saluran Jurnal IEEE	36
Tabel 4-2.	Perbandingan Data Jurnal Dengan Hasil Program	37
Tabel 4-3.	Data Hasil Perhitungan Daya dan Impedansi Saluran Jaringan Distribusi G.I BLimbung	39
Tabel 4-4.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi	40
Tabel 4-5.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi	40
Tabel 4-6.	Hasil Konmbinasi Optimal Switch.....	43
Tabel 4-7.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah Rekonfigurasi	44
Tabel 4-8.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah Rekonfigurasi	45
Tabel 4-9.	Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Saluran.....	46

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi	41
Grafik 4-2.	Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah Rekonfigurasi	45
Grafik 4-3.	Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi	47
Grafik 4-4.	Perbandingan Total Rugi Daya Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke pusat-pusat beban atau konsumen. Permasalahan pada jaringan distribusi yang harus dihadapi adalah bagaimana menyalurkan daya dengan baik pada saat tertentu maupun dimasa yang akan datang. Kelemahan sistem distribusi yang hampir semuanya menggunakan sistem radial yakni sulitnya memenuhi aspek teknis. Hal ini karena lokasi beban dan variasi dari kerapatan beban yang menyebabkan tingginya rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saat proses penyalurannya.

Usaha yang dilakukan untuk meminimalisasi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada saluran jaringan sistem distribusi salah satunya adalah dengan melakukan rekonfigurasi jaringan distribusi dengan pengaturan keadaan *switch* (*Normally open / Normally closed*) pada tiap-tiap saluran.

Sebelum melakukan rekonfigurasi jaringan distribusi terlebih dahulu dilakukan proses analisa aliran daya. Hasil analisa aliran daya memberikan informasi mengenai besarnya tegangan pada tiap-tiap saluran, besarnya daya pada tiap-tiap saluran dan untuk mengetahui rugi-rugi daya yang terjadi pada pengoperasian normal sehingga perhitungan akan dilakukan secara bersama-sama untuk mendapat hasil yang sesuai setelah dievaluasi kedalam sistem distribusi.

Dalam skripsi ini mencoba untuk menganalisis rekonfigurasi jaringan distribusi dengan menggunakan metode *Network Partitioning Theory* untuk

mereduksi rugi - rugi daya secara optimal. Metode *Network Partitioning Theory* ini dapat menentukan kombinasi *switch* yang optimal untuk meminimalisasi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada saluran jaringan sistem distribusi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rekonfigurasi jaringan distribusi dengan pengaturan keadaan *switch* (*Normally open / Normally closed*) dengan simulasi program rekonfigurasi jaringan menggunakan metode *Network Partitioning Theory* maka akan diperoleh kombinasi *switch* yang paling optimal untuk meminimalisasi rugi-rugi daya dan dapat memperbaiki profil tegangan pada jaringan sistem distribusi.

Dari permasalahan diatas, maka dalam skripsi ini mengambil tema:

“REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN NETWORK PARTITIONING THEORY PADA GARU INDUK BLIMBING MALANG”

1.3. Tujuan Pembahasan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Mengaplikasikan metode *Network Partitioning Theory* dalam rekonfigurasi jaringan untuk menentukan kombinasi *switch* yang paling optimal pada jaringan sistem distribusi.
2. Meminimalisasi rugi-rugi daya pada saluran jaringan sistem distribusi.
3. Meningkatkan profil tegangan pada saluran jaringan sistem distribusi.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan mengarah sesuai dengan tujuan, maka pembahasan skripsi ini dibatasi hal-hal berikut :

1. Hanya membahas rekonfigurasi jaringan distribusi untuk meminimalisasi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan.
2. Beban diasumsikan sebagai beban tiga fasa seimbang.
3. Tidak membahas jenis dan penyebab terjadinya gangguan.
4. Tidak membahas aliran daya secara mendetail.
5. Tidak membahas pengontrolan switching yang dilakukan.
6. Power factor diasumsikan 0,8.
7. Analisa dilakukan hanya sebatas pengkajian beban suatu penyulang yang telah ada guna meminimalisasi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan.
8. Data dan acuan diambil dari PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur pada Trafo II G.I Blimbing Malang.

1.5. Metode Penelitian

1. Studi literature : Pengumpulan referensi untuk pembahasan pada skripsi ini yaitu dengan mempelajari teori yang terkait dengan pembahasan melalui literatur yang sesuai.
2. Pengambilan Data : Memperoleh data sebagai acuan dalam melengkapi parameter-parameter yang digunakan untuk menganalisa masalah.
3. Analisa Data : Menganalisa data yang diperoleh dengan metode *Network Partitioning Theory* yang disimulasikan dengan program komputer.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

Bab I : **Pendahuluan**

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan dan kontribusi penelitian.

Bab II : **Sistem Distribusi Tenaga Listrik dan Teori Dasar *Network Partitioning Theory*.**

Kajian pustaka mengenai sistem jaringan distribusi, macam-macam beban, macam-macam daya, rugi-rugi jaringan dan teori dasar metode *Network Partitioning Theory*.

Bab III : **Rekonfigurasi Jaringan**

Membahas analisis aliran daya, metode rekonfigurasi jaringan dan aplikasi penggunaan metode *Network Partitioning Theory* pada rekonfigurasi jaringan.

Bab IV: **Analisis dan Hasil Program Rekonfigurasi Jaringan.**

Berisi tentang program simulasi dan analisis yang terdiri dari prosedur program simulasi, hasil program simulasi dan analisis.

Bab V : **Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7. Kontribusi

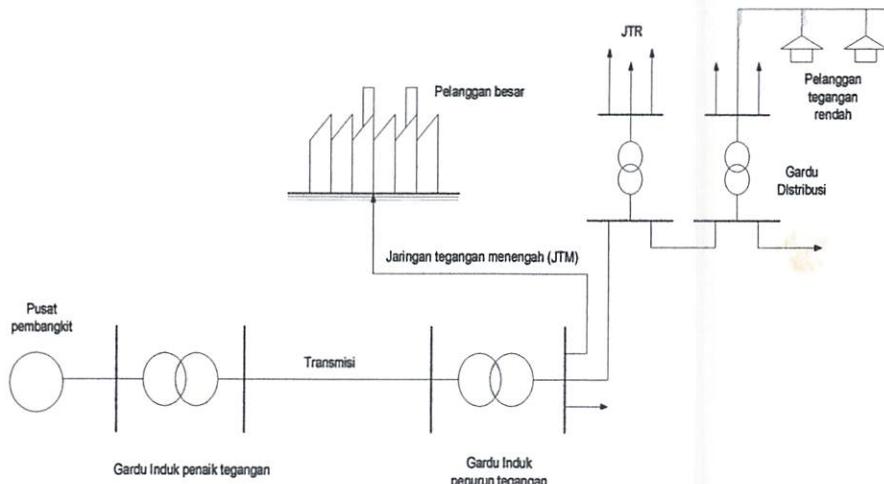
Dalam Skripsi ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai rekonfigurasi jaringan distribusi dengan pengaturan kombinasi optimal *switching* dengan menggunakan metode *Network Partitioning Theory* untuk meminimalisasi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada saluran jaringan sistem distribusi. Sehingga rekonfigurasi jaringan distribusi dengan menggunakan metode *Network Partitioning Theory* dapat dijadikan acuan dan bahan pertimbangan bagi instansi-instansi yang berkepentingan pada pemecahan masalah perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik .

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN TEORI DASAR *NETWORK PARTITIONING THEORY*

2.1. Sistem Tenaga Listrik^[2]

Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem terpadu yang terbentuk oleh hubungan-hubungan peralatan dan komponen-komponen listrik. Sistem tenaga listrik ini mempunyai peranan utama untuk menyalurkan energi listrik yang dibangkitkan oleh generator ke konsumen yang membutuhkan energi listrik.



Gambar 2-1

Skema Penyaluran Energi Listrik^[2]

Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi

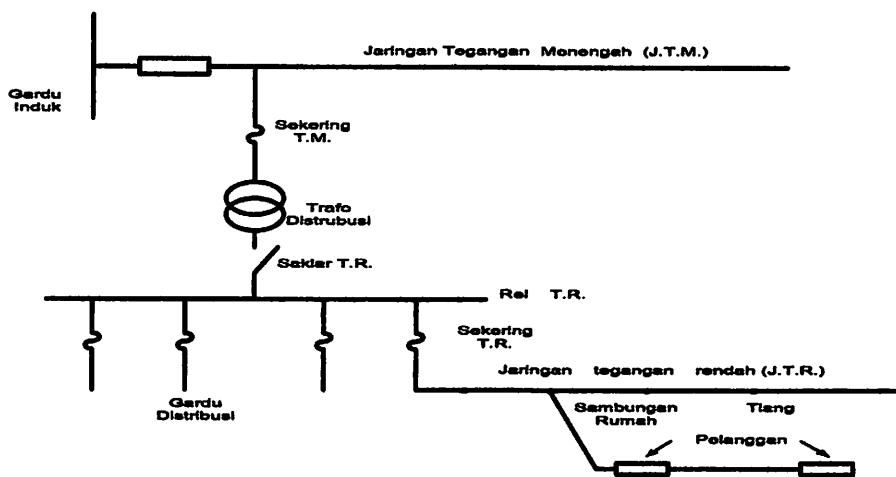
3 sub sistem, yaitu :

1. Sistem Pembangkitan ; berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga Produkтор Energi.
2. Sistem Transmisi atau Penyaluran ; berfungsi sebagai penyalur daya listrik secara besar-besaran dari pembangkit ke bagian sistem distribusi atau konsumen.

3. Sistem Distribusi dan Beban ; berperan sebagai distributor energi ke konsumen yang memerlukan energi tersebut.

2.2. Sistem Distribusi^[3]

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari gardu Induk ke konsumen melalui gardu distribusi. jaringan setelah keluar dari gardu induk bisa disebut jaringan distribusi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, kemudian disalurkan melalui jaringan tegangan rendah untuk selanjutnya disalurkan kerumah-rumah pelanggan (konsumen) PLN melalui sambungan rumah.



Gambar 2-2
Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah ke Pelanggan^[3]

Dalam mendistribusikan tenaga listrik ke konsumen, tegangan yang digunakan bervariasi tergantung dari jenis konsumen yang membutuhkan. Untuk konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 20 kV sedangkan

untuk konsumen perumahan digunakan tegangan tegangan 220/380 Volt, yang merupakan tegangan siap pakai untuk peralatan-peralatan rumah tangga.

Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat tegangan distribusinya yaitu :

1. *Sistem Distribusi Primer*

Jaringan Distribusi Primer merupakan sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik antara Gardu Induk Distribusi sampai ke Gardu Distribusi dengan tegangan kerja 20 kV atau 6kV.

2. *Sistem Distribusi Sekunder*

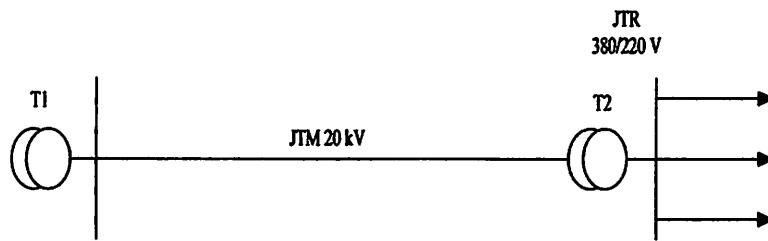
Tingkat tegangan yang digunakan pada sistem distribusi sekunder adalah tegangan rendah 127/220 Volt atau 220/380 Volt, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem distribusi tegangan rendah. Sistem jaringan yang digunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik tersebut dapat menggunakan sistem satu fasa dengan dua kawat maupun sistem tiga fasa dengan empat kawat.

2.3. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik ^[2]

- a. Struktur Jaringan Radial
- b. Struktur Jaringan Loop (Lingkaran)
- c. Struktur Jaringan Grid Atau Mesh (Anyaman)

2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial.

Jaringan distribusi radial merupakan bentuk paling sederhana yang menghubungkan beban-beban ke titik sumber, biayanya relatif murah. Pada struktur jaringan ini tidak ada alternatif pasokan tenaga listrik, karena itu tingkat keandalannya relatif rendah.

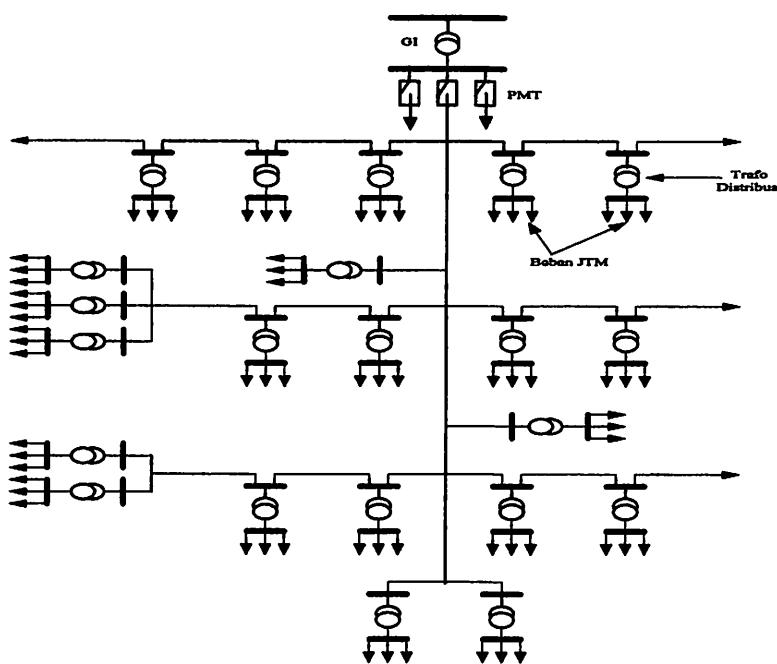


Gambar 2-3

Bentuk sederhana dari sistem distribusi radial [2]

Radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini apabila rute dari sirkuitnya berlainan satu sama lain. Langkah lain untuk mempertinggi tingkat keandalan dari struktur radial adalah mengupayakan pasokan daya tidak hanya dari satu arah, walaupun pada pengoperasiannya dilaksanakan secara radial.

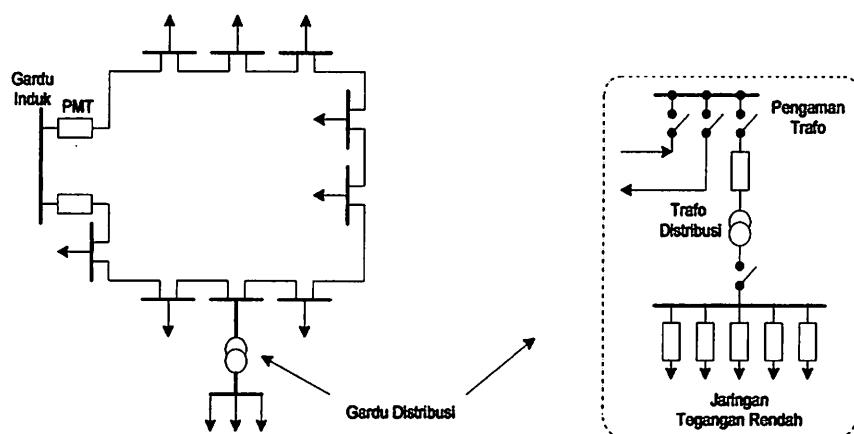
Bentuk yang paling umum digunakan pada sistem distribusi radial adalah seperti pada gambar 2-4. Dapat dilihat bahwa sebuah penyulang memasok sejumlah gardu distribusi. Jika terjadi gangguan pada jaringan tegangan menengahnya, maka pemutus beban yang ada di gardu induk akan membuka, hal ini menyebabkan semua gardu distribusinya akan mengalami pemadaman, maka pada penyulang dipasang peralatan pemisah seperti pelebur.



Gambar 2-4
Jaringan Tegangan Menengah Sistem Distribusi Radial [2]

2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Loop.

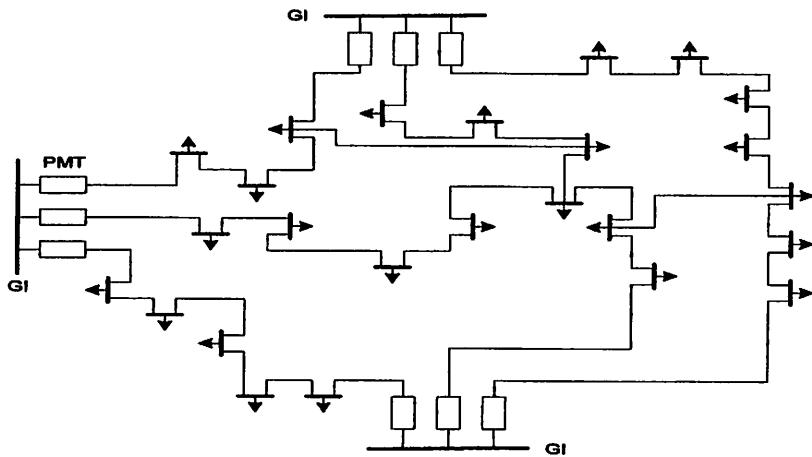
Sistem ini disebut jaringan distribusi loop karena saluran primer yang menyalurkan daya sepanjang daerah beban yang dilayani, membentuk suatu rangkaian loop.



Gambar 2-5
Jaringan Tegangan Menengah Struktur Loop [2]

2.3.3. Sistem Jaringan Distribusi Mesh.

Jaringan Distribusi Mesh merupakan jaringan yang strukturnya komplek, dimana kelangsungan penyaluran dan pelayanannya diutamakan. Struktur jaringan ini umumnya digunakan pada jaringan tegangan rendah yang kepadatannya cukup tinggi.



Gambar 2-6
Jaringan Tegangan Menengah Struktur Mesh ^[2]

2.4. Beban Sistem Distribusi ^[4]

Secara garis besar beban dapat diklasifikasikan menjadi tiga , yaitu :

- 1. Beban Perumahan (Rumah Tangga)**

Beban perumahan pada umumnya berupa penerangan, alat-alat elektronik rumah tangga dan lain-lain.

- 2. Beban Komersial**

Beban komersial pada umumnya berupa penerangan toko, reklame dan lain-lain.

- 3. Beban Industri**

Beban industri diklasifikasikan menjadi 2 yaitu skala besar dan kecil.

2.5. Daya Sistem Distribusi [2]

Daya merupakan banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus.

2.5.1. Daya Aktif (*Active Power*)

Daya Nyata dinyatakan dalam persamaan :

$$P = |V| |I| \cos \phi \quad (2.1)$$

Daya nyata untuk beban 3 fasa seimbang :

$$P = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \cos \phi \quad (2.2)$$

2.5.2. Daya Reaktif (*Reactive Power*)

Daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = |V| |I| \sin \phi \quad (2.3)$$

Daya reaktif untuk beban 3 fasa seimbang :

$$Q = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \sin \phi \quad (2.4)$$

2.5.3. Daya Semu (*Apparent Power*)

Daya semu dinyatakan dalam persamaan :

$$S = |V| |I| \quad (2.5)$$

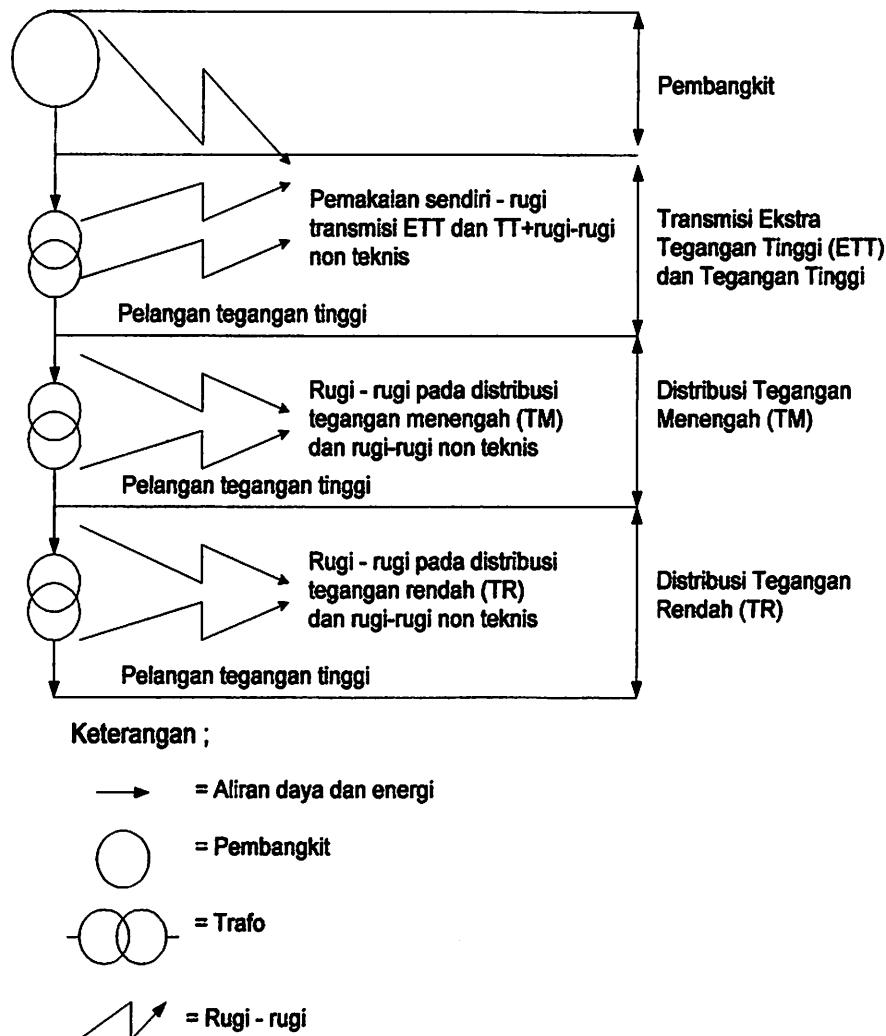
Daya semu untuk beban 3 fasa seimbang :

$$S = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \quad (2.6)$$

Persamaan (2.2), (2.4), (2.6) berlaku tanpa memandang apakah bebannya dihubung secara segitiga (Δ) atau bintang (Y).

2.6. Rugi – rugi jaringan ^[2]

Dalam proses penyaluran energi listrik ke pelanggan terjadi rugi – rugi teknis (*losses*), yaitu rugi daya dan rugi energi, dimulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi. Rugi – rugi terletak pada penghantar saluran, adanya tahanan dari penghantar yang dialiri arus, rugi-rugi teknis (I^2R) pada jaringan tersebut.



Gambar 2-7
Rugi – rugi pada bagian-bagian Sistem Tenaga ^[2]

2.7. Mereduksi rugi-rugi daya pada sistem distribusi^[8]

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa pada kebanyakan sistem distribusi dalam penyaluran tenaga listrik umumnya dioperasikan secara radial.

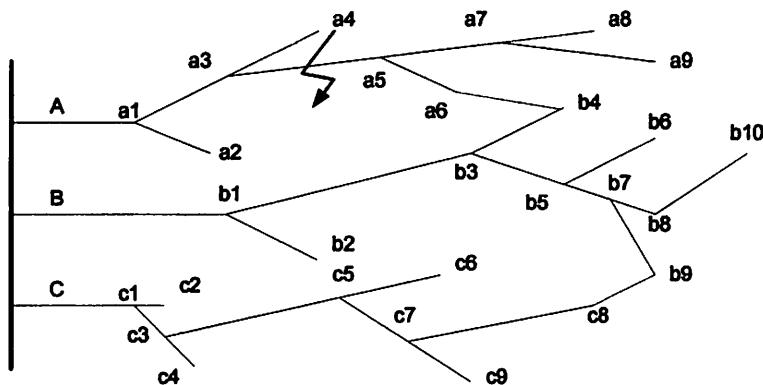
Namun demikian, sistem radial tersebut dioperasikan dengan beberapa “*improvisasi*”. Biasanya terdapat beberapa *tie switch* yang tersedia untuk saling interkoneksi bagi beberapa bus beban (*load bus*) baik dalam satu *feeder* maupun berlainan *feeder*.

Kondisi improvisasi tersebut sangat diperlukan demi memenuhi persyaratan sebagai sistem yang cukup baik, terutama yaitu kontinyuitas pelayanan. Hal ini dapat dijelaskan dengan melihat gambar 2-8.

Suatu sistem penyaluran distribusi radial dari gardu induk mempunyai tiga buah *feeder* (penyulang) yaitu feeder A, B dan C. *Feeder A* mempunyai bus-beban a₁, a₂, ..., a₉. *Feeder B* mempunyai bus-beban b₁, b₂, ..., b₁₀. *Feeder C* mempunyai bus-beban c₁, c₂, ..., c₉. Jika pada *feeder A* terdapat gangguan pada saluran antara bus a₃ dan a₅ sehingga sampai menyebabkan putusnya saluran maka bus a₅, a₆, ..., a₉ akan mengalami pemadaman total. Oleh karena itu bus-beban yang mengalami pemadaman total tersebut harus *disupply* dari *feeder* lain (bisa juga dari bus a₄). Tanda (---) menunjukkan bahwa pada saluran itu terdapat switch (*Normally Open Switch*). Dari gambar dapat dilihat bahwa NO switch terdapat antara bus a₆ pada *feeder A* dengan bus a₄ pada *Feeder B*. Jika pada saat gangguan terjadi sehingga bus a₃ dan a₅ *open* maka NO switch a₆-b₄ dapat ditutup (*close*) sehingga dengan demikian bus-beban pada *feeder A* yang mengalami pemadaman total dapat diatasi. Hal yang sama juga dapat dilaksanakan antara *feeder B* dengan *feeder C* dengan NO switch b₉-c₈.

Pada kenyataan di lapangan, lokasi dari bus-bus itu sendiri mempunyai lokasi yang tidak sama sehingga akan menggunakan konduktor yang panjangnya tidak sama. Kondisi ini tentunya akan membutuhkan resistansi saluran yang berbeda-beda.

Bahkan bukan itu saja, hal sangat mungkin terjadi adalah bahwa besarnya beban-beban pada bus-bus tersebut tidak sama sehingga dapat dikatakan mempunyai variasi kerapatan beban.



Gambar 2-8

Contoh kondisi gangguan pada sistem distribusi radial^[8]

Kedua fenomena tersebut diatas ialah yang menyebabkan sulitnya sistem distribusi radial untuk memenuhi aspek karena alasan lokasi beban dan variasi kerapatan beban itu sendiri. Pada akhirnya fenomena ini akan mengakibatkan rugi-rugi daya pada saluran distribusi menjadi tinggi.

Dari permasalahan tersebut diatas, maka diperlukan suatu upaya untuk dapat mengurangi kerugian daya yang terjadi. Dalam prakteknya, sebenarnya ada 2 macam cara dalam upaya untuk mengurangi/meminimalisasi rugi-rugi daya pada sistem distribusi tenaga listrik, yaitu :

1. Pemasangan kapasitor.
2. Rekonfigurasi jaringan distribusi.

Untuk selanjutnya pada skripsi ini akan dibahas upaya untuk mengurangi kerugian daya yang terjadi pada saluran dengan sekonfigurasi jaringan distribusi yaitu dengan memanfaatkan status dari *NC Switch/NO Switch*.

2.8. Teori Dasar *Network Partitioning Theory*^[1].

Network Partitioning Theory adalah suatu model penyekatan sistem distribusi ke dalam sistem yang masing – masing bagian saluran sistem distribusi, ditugaskan untuk menyediakan suplai daya yang sesuai dengan besarnya batas efisiensi yang digunakan untuk memasok beban. Penyediaan beban untuk saluran pada kondisi terbuka dan selama kondisi permintaan yang umum, formula perkiraan telah di deskripsikan untuk efisiensi pada system, jika saluran dalam keadaan tertutup. Dengan membuat asumsi bahwa besarnya beban dari saluran yang terbuka, sistem radial mempunyai karakteristik yang sama dengan topologi pseudo – mesh. Pada awalnya sistem distribusi rekonfigurasi yang dihubungkan pada akhir dari *Switch*.

Persamaan 1. menguraikan suatu rencana untuk menyelesaikan penyimpangan dari saluran berdasarkan efisiensinya, bukan total kerugian. Perbedaan ini sangatlah penting untuk pemecahan algoritm rekonfigurasinya, yang telah diusulkan untuk mempertimbangkan efisiensi saluran pada rugi – rugi yang telah terhubung. Dalam suatu saluran, efisiensi tidaklah dihilangkan dari rugi – rugi yang ada.

$$m_{ij} = \frac{P_j}{I_j^2 R_j} \quad (2.7)$$

dimana : i dan j representasi dari node akhir suatu spesifik seksi line

m_{ij} adalah faktor koreksi untuk seksi line ij

P_{ij} adalah aliran daya riil yang dihitung untuk seksi line ij

I_{ij} adalah besarnya arus saluran yang dihitung untuk saluran ij

R_{ij} adalah tahanan dari bagian saluran ij

Dari persamaan diatas menyatakan bahwa efisiensi saluran disebabkan semakin besarnya faktor yang dipertimbangkan. Operasi partisi adalah mengumpulkan cabang yang akan dihubungkan pada saluran dengan pertimbangannya secara bersama-sama, dan diharapkan memperkecil beban yang dijumlahkan pada saluran dari blok bus. Perbedaan antara rugi – rugi sub – sistem dapat diperkecil pada proses decouple jaringan distribusi. Di dalam faktor daya, rugi – rugi dapat dikompensasi pada sistem distribusi modern, hanya daya nyata yang perlu dipertimbangkan.

Dalam saluran terbuka, ukurannya juga perlu dipertimbangkan, tidak hanya hilangnya rugi – rugi daya pada saluran. Efek dari pemindahan beban menyebabkan kerugian pada saluran dan berpengaruh pada berkurangnya total sistem. Perkiraan daya dan rugi – rugi yang berkaitan dengan penutupan pada sebuah saluran terbuka didasarkan pada persamaan 2. dan diasumsikan pada tegangan konstan.

$$P_{L,ij} = C_{ij} P_{ij}^2$$

$$C_{ij} = \frac{0.001 \times R_{ij}}{kV^2} \quad (2.8)$$

Dimana : $P_{L,ij}$ adalah Rugi – rugi pada saluran ij

kV adalah tegangan nominal system.

Untuk saluran terbuka, S adalah satuan dari saluran yang dilengkapi dengan alur dari resistansi terbesar suatu sumber cabang bersama sampai saluran bus terakhir dalam rangkaian bagian saluran, dengan asumsi efek dari pengaturan penghubung melalui beban yang dikirim akan meluas dari saluran yang sebelumnya terbuka. Titik beban sebagai hasil pada penjumlahan permintaan yang berada pada margin yang kecil dari besarnya kapasitas saluran.

$$\Delta P_{L,0ij} = \sum_{\forall ij \in W} C_{w,ij} \left\{ 2 p_{w,ij} \times \left(\sum_{\forall k} D_k \right) + \sum_{\forall k} D_k^2 \right\} \quad (2.9)$$

Dimana : $P_{O,ij}$ adalah sebagai bagian pengaturan dari saluran yang terbuka.

$\Delta P_{L,0ij}$ adalah nilai perubahan rugi – rugi dari saluran yang sebelumnya terbuka.

k bagian dari satuan cabang, K biasanya lebih rendah dari titik saluran akhir W .

D_k adalah daya riil pada cabang k

$C_{w,ij}$ adalah koefisien untuk menetapkan W

W adalah Sub pengaturan S suatu superior rantai cabang pada cabang pertama di K .

Dari persamaan 2 dan 3 diperoleh faktor untuk saluran terbuka dapat digambarkan pada persamaan 4. persamaan 4 dapat menentukan faktor yang memperkirakan suatu saluran yang terbuka dipastikan dapat di partisi tidak tergantung pada sistem rekonfigurasi.

$$m_{O,ij} = \frac{\sum_{\forall k \text{ fed-by open section}} D_k + \Delta P_{L,0ij}}{\Delta P_{L,0ij}} \quad (2.10)$$

Perlunya pengaturan operasional yang ditempatkan pada switch, sehingga penyimpangan arus beban dapat dipastikan melalui switch sesuai pemakaianya. Biaya operasi switch dapat dihitung dengan cara melihat berapa banyak switch yang sedang dioperasikan. Switch yang tidak dijalankan secara otomatis dapat menentukan batas frekuensinya sesuai masukan yang dibutuhkan pada flowchart. Maka arus beban yang diramalkan dapat dicari.

BAB III

ANALISIS REKONFIGURASI JARINGAN

3.1. Analisa Aliran Daya ^[4]

Dengan semakin kompleksnya problem di dalam sistem tenaga listrik, sebagai akibat dari meningkatnya permintaan konsumen, bertambahnya jumlah saluran transmisi dan distribusi, maka perlu adanya studi aliran daya dalam analisa sistem. Mempelajari aliran daya ini dilakukan untuk menentukan :

- Aliran daya aktif dan daya reaktif pada cabang-cabang rangkaian.
- Tidak adanya rangkaian yang mempunyai beban lebih dari tegangan busbar dalam batas-batas yang diterima.
- Pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem.
- Pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat.
- Kondisi optimum pembebanan sistem.
- Kehilangan daya optimum sistem.

3.2. Pendekatan Studi Aliran Daya ^[5]

Di dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter-parameter listrik yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya magnitude tegangan $|V|$, sudut fasa tegangan θ , daya nyata P dan daya reaktif Q. Daya nyata P mempunyai ketergantungan yang kuat dengan sudut fasa tegangan θ dan daya reaktif Q mempunyai ketergantungan yang kuat dengan besarnya magnitude tegangan $|V|$. Bila P dan Q berubah, maka θ dan $|V|$ berubah pula demikian sebaliknya.

Di dalam analisa aliran daya terdapat 3 jenis variabel :

1. Variabel bebas, misalnya $|V|$ dan θ pada bus beban atau θ dan Q pada bus generator.
2. Variabel tidak bebas, misalnya P dan $|V|$ pada bus generator.
3. Variabel yang tidak dapat diatur, misalnya kebutuhan konsumen.

3.3. Sistem Per-Unit^[5]

Untuk memudahkan perhitungan-perhitungan dalam sistem tenaga listrik digunakan dalam sistem p.u. (per-unit) yang didefinisikan sebagai perbandingan harga yang sebenarnya dengan harga dasar (*base value*), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Besaran per-unit} = \frac{\text{besaran sebenarnya}}{\text{besaran dasar dengan kuantitas yang sama}} \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

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

- Untuk sistem 1 fasa

$$\text{Arus dasar, } A = \frac{\text{Dasar kVA}_{1\phi}}{\text{Tegangan dasar, kV}_{LN}} \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{\text{Tegangan dasar, V}_{LN}}{\text{Arus dasar}} \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan dasar, kV}_{LN})^2 \times 1000}{\text{Dasar kVA}_{1\phi}} \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan dasar, kV}_{LN})^2}{\text{Dasar MVA}_{1\phi}} \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

- Untuk sistem 3 fasa

$$\text{Arus dasar, } A = \frac{kVA_{3\phi} \text{ dasar}}{\sqrt{3} \times \text{tegangan dasar, } kV_{LL}} \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan dasar, } kV_{LL})^2 \times 1000}{kVA_{3\phi} \text{ dasar}} \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan dasar, } kV_{LL})^2}{MVA_{3\phi} \text{ dasar}} \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

3.4. Klasifikasi Bus ^[3]

Pada setiap simpul (rel atau bus) terdapat parameter-parameter sebagai berikut :

4. Daya nyata, diyatakan dengan P satuannya Megawatt (MW).
5. Daya reaktif, dinyatakan dengan Q satuannya Mega Volt Ampere Reaktif (MVAR).
6. Besar (magnitude) tegangan mempunyai symbol $|V|$ dengan satuan kiloVolt (kV).
7. Sudut fasa tegangan mempunyai symbol δ dengan satuan radian.

Dalam analisis aliran daya, pada setiap busnya perlu diketahui 2 parameter dari keseluruhan 4 parameter yang diperhitungkan. Dengan melihat kedua parameter yang diketahui, setiap bus dalam suatu sistem dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu :

1. Bus beban atau *load bus*.
2. Bus generator.
3. Bus referensi atau *slack bus*.

3.4.1. Bus Beban atau P-Q Bus

Pada bus ini terhubung beban-beban yang permintaan daya aktif dan daya reaktif jelas diketahui, sedangkan tegangan $|V|$ dan sudut fasa tegangan δ merupakan dua besaran yang akan dihitung nilainya.

3.4.2. Bus Generator atau P-V Bus

Bus ini terdapat generator-generator yang nilai tegangan dan daya aktifnya diketahui, sedangkan besarnya dan daya reaktif dan sudut fasa tegangan dihitung.

3.4.3. Bus Referensi atau V- δ Bus

Pada bus ini nilai daya aktif dan daya reaktif dibiarkan mengambang atau tidak diketahui, hal ini dikarenakan daya yang dikirim kepada sistem oleh generator tidak dapat dipastikan terlebih dahulu. Besarnya daya aktif dan daya reaktif selain ditentukan oleh besarnya beban juga ditentukan oleh besarnya daya yang hilang atau rugi-rugi pada saluran, nilainya hanya dapat ditentukan pada akhir perhitungan. Pada bus ini nilai tegangan masing-masing telah ditetapkan, yaitu sebesar 1 pu dan 0 derajat.

3.5. Metode *Newton Raphson*^[5]

Secara matematis persamaan aliran daya dapat diselesaikan dengan menggunakan koordinat rectangular, koordinat polar atau bentuk *hybrid*. Dalam pembahasan skripsi ini memakai persamaan aliran daya *Newton Raphson* yang menggunakan koordinat polar.

Persamaan daya aktif dan reaktif pada bus i adalah :

$$P_i = \sum_{k=1}^n |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad \dots \dots \dots \quad (3.9)$$

Dimana :

$$H_{ik} = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} \quad N_{ik} = \frac{\partial P_i}{\partial |V_k|}$$

$$M_{ik} = \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} \quad L_{ik} = \frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|}$$

Adapun rumus dari elemen matrik Jacobian adalah :

Untuk H :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} = |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \quad \dots \dots \dots (3.12)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_k} = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad \dots \dots \dots (3.13)$$

Untuk N :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} = |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \quad \dots \dots \dots (3.14)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_k|} = 2 |V_i Y_{ii}| \cos \theta_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad \dots \dots \dots (3.15)$$

Untuk M :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} = |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \quad \dots \dots \dots (3.16)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_k} = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i V_k Y_{ik}| \cos(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad \dots \dots \dots \dots \dots (3.17)$$

Untuk L :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} = |V_i V_k Y_{ik}| \sin(\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad i \neq k \quad \dots \dots \dots (3.18)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_k|} = 2|V_i Y_{ii}| \sin \theta_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i Y_{ik}| \sin (\delta_i - \delta_k - \theta_{ik}) \quad \dots \dots (3.19)$$

Untuk menghitung selisih daya, maka mula-mula ditentukan harga awal tegangan simpul dan sudut fasanya, kemudian daya aktif dan 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.

Magnitude tegangan dan sudut fasa yang diasumsikan ($|V|$) dan (δ) serta selisih daya yang dihitung (ΔP_i dan ΔQ_i) digunakan untuk memperoleh elemen-elemen matrik Jacobian.

Persamaan (3.15) diselesaikan untuk menghitung vektor koreksi magnitude tegangan($\Delta |V|$) dan sudut fasa tegangan ($\Delta \delta$) yang baru sehingga diperoleh harga magnitude tegangan dan sudut fasa yang baru :

$$|V^{k+1}| = |V|^k + \Delta |V|^k \quad \dots \dots \dots (3.20)$$

$$\Delta^{k+1} = \delta^k + \Delta \delta^k \quad \dots \dots \dots (3.21)$$

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

3.5.1. Prosedur Aliran Daya Newton Raphson [5]

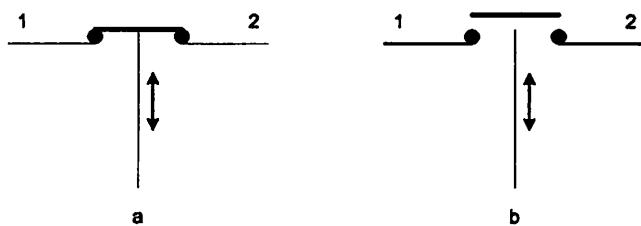
1. Tentukan nilai-nilai P_i (*ditetapkan*) dan Q_i (*ditetapkan*) yang mengalir kedalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau perkiraan dari besar dan sudut tegangan untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
2. Hitung ΔP pada setiap rel.
3. Hitung nilai-nilai Jacobian dengan menggunakan niali-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari besar dan sudut tegangan dalam persamaan untuk turunan parsial yang ditentukan dengan differensiasi persamaan (3.9) dan (3.11).
4. Balikan Jacobian itu dan hitung koreksi-koreksi tegangan $\Delta\delta_k$ dan $\Delta|V_k|$ pada setiap rel.
5. Hitung nilai baru dari δ_k dan $|V_k|$ dengan menambahkan $\Delta\delta_k$ dan $\Delta|V_k|$ pada nilai sebelumnya.
6. Kembalilah ke langkah 1 dan ulangi proses itu dengan menggunakan nilai untuk besar dan sudut tegangan yang ditentukan paling akhir sehingga semua nilai ΔP dan ΔQ atau semua nilai $\Delta\delta$ dan $\Delta|V|$ lebih kecil dari suatu indeks ketetapan yang telah dipilih.

3.6. Metode Rekonfigurasi Jaringan

Proses mengatur konfigurasi awal dari jaringan (*initial reconfigure*) menjadi suatu konfigurasi optimum akhir (*optimal reconfigure*), sehingga dari konfigurasi yang terakhir ini diperoleh kerugian daya dan jatuh tegangan pada sistem yang paling kecil (*Loss Minimum*). Meskipun jaringan distribusi

dioperasikan menggunakan sistem radial, namun besarnya sistem tersebut dikombinasikan kedalam beberapa tipe. Salah satu tipe yang digunakan adalah model jaringan distribusi radial dengan kombinasi *Normally Open switch* dan *Normally Closed switch*.

Rekonfigurasi jaringan distribusi dapat dilakukan dengan mengatur kondisi dari switch – switch ini dalam keadaan on atau off. *Switch* yang terdapat dalam jaringan distribusi terdapat dua macam :



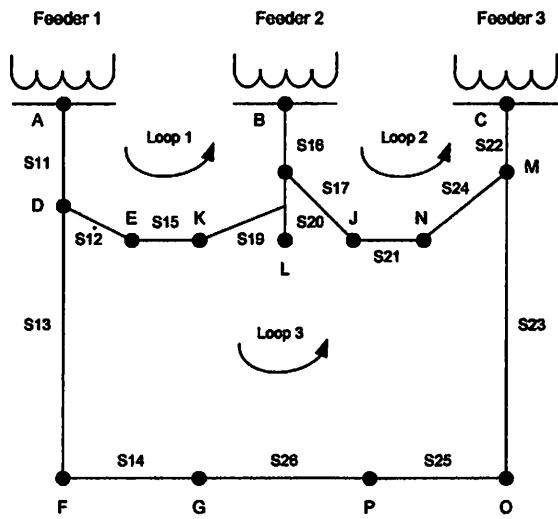
Gambar 3-1
Diagram skematik Tipe (a) NC dan (b) NO Switch

Jadi rekonfigurasi jaringan dalam sistem distribusi tenaga listrik adalah proses mengganti struktur topologi dari jaringan dengan mengubah status *open / closed* dari NO /NC *switch* sehingga dari proses ini bisa didapatkan aliran daya yang optimal pada sistem distribusi yang menyebabkan kerugian daya dan jatuh tegangan (*Loss Minimum*).

3.6.1. Rekonfigurasi Jaringan menggunakan *Network Partitioning Theory*

Gambar 3-2 menunjukkan contoh jaringan radial yang terdiri dari 3 feeder dengan 13 *switch normally closed* (NC) dan 3 *switch normally open* (NO) yaitu s12, s21 dan s26. Notasi (YZ) digunakan untuk menunjukkan operasi pembukaan *switch* Y dan penutupan *switch* Z. Misal operasi (s12, s15) mentransfer energi

untuk beban 5 dari feeder 1 ke feeder 2 dengan membuka bagian *switch* s15 dan menutup *switch* s12.



Gambar 3-2
Diagram skematik Tipe (a) NC dan (b) NO Switch ^[11]

3.7. Penerapan metode *Network Partitioning Theory*

Network Partitioning Theory adalah suatu model penyekatan sistem distribusi ke dalam sistem yang masing – masing bagian saluran sistem distribusi, ditugaskan untuk menyediakan suplai daya yang sesuai dengan besarnya batas efisiensi yang digunakan untuk memasok beban. Metode yang secara kuantitatif mempekerjakan suatu implementasi rekonfigurasi dapat diuraikan. Salah satu keuntungan yang paling utama adalah teknik rekonfigurasi merupakan kombinasi arus beban, penyekatan dan mempekerjakan rekonfigurasi dengan metode ini secara bersama – sama.

Untuk mempertunjukkan effisiensi algoritma yang telah diusulkan, perhitungan arus telah dilakukan menggunakan suatu versi modifikasi *Kersting's* metode jaringan mesh. Perhitungan arus beban telah diuji penggunaannya pada

analisis system distribusi komersil. Penyekatan system distribusi dilakukan dengan memanfaatkan suatu teknik dasar *eigenvector* untuk menghasilkan awal penyekatan yang baik, yang diikuti oleh teknik peningkatan *sanchis iterative*. Sehingga metode penyekatan *heuristic* dapat dikembangkan. Penggunaan *heuristic* dalam metode penyekatan mengalahkan masalah kombinasi alam dan dapat digunakan untuk memperoleh hasil yang mendekati optimal. Ketelitian solusi tergantung banyaknya pengulangan yang dilakukan sepanjang peningkatan iterative. Waktu yang diperlukan untuk melakukan penyekatan dapat diterima dan dapat digunakan dalam system distribusi besar.

Dalam rekonfigurasi jaringan distribusi, jaringan radial yang sudah ada akan dimodifikasi menjadi jaringan Mesh. Untuk mempertahankan agar struktur jaringan tetap radial maka hanya satu *switch* saja yang dibuka pada masing-masing loop.

BAB IV

ANALISA DAN HASIL PROGRAM

REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI

4.1. Program Metode Rekonfigurasi Jaringan

Untuk pemecahan masalah rekonfigurasi jaringan distribusi digunakan bantuan program komputer. Program komputer ini menggunakan menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi* versi 7.0 yang memiliki bahasa pemrograman terstruktur sehingga relatif mudah untuk dipelajari dan digunakan untuk mempercepat proses perhitungan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan sering melibatkan iterasi yang membutuhkan waktu yang lama bila dikerjakan manual.

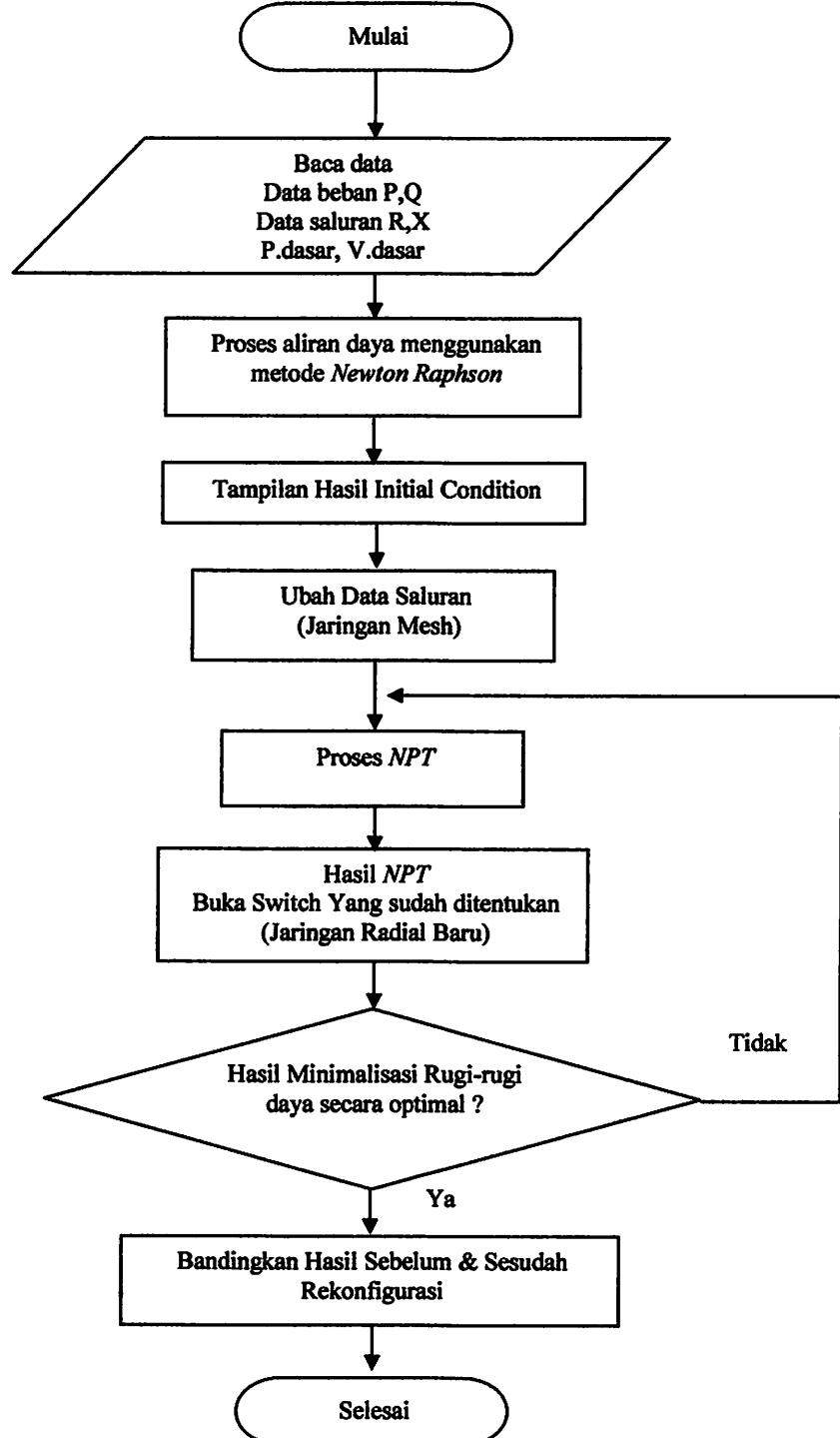
4.2. Algoritma Program

Urutan langkah-langkah pada program komputer yang digunakan dapat dilihat pada algoritma program berikut :

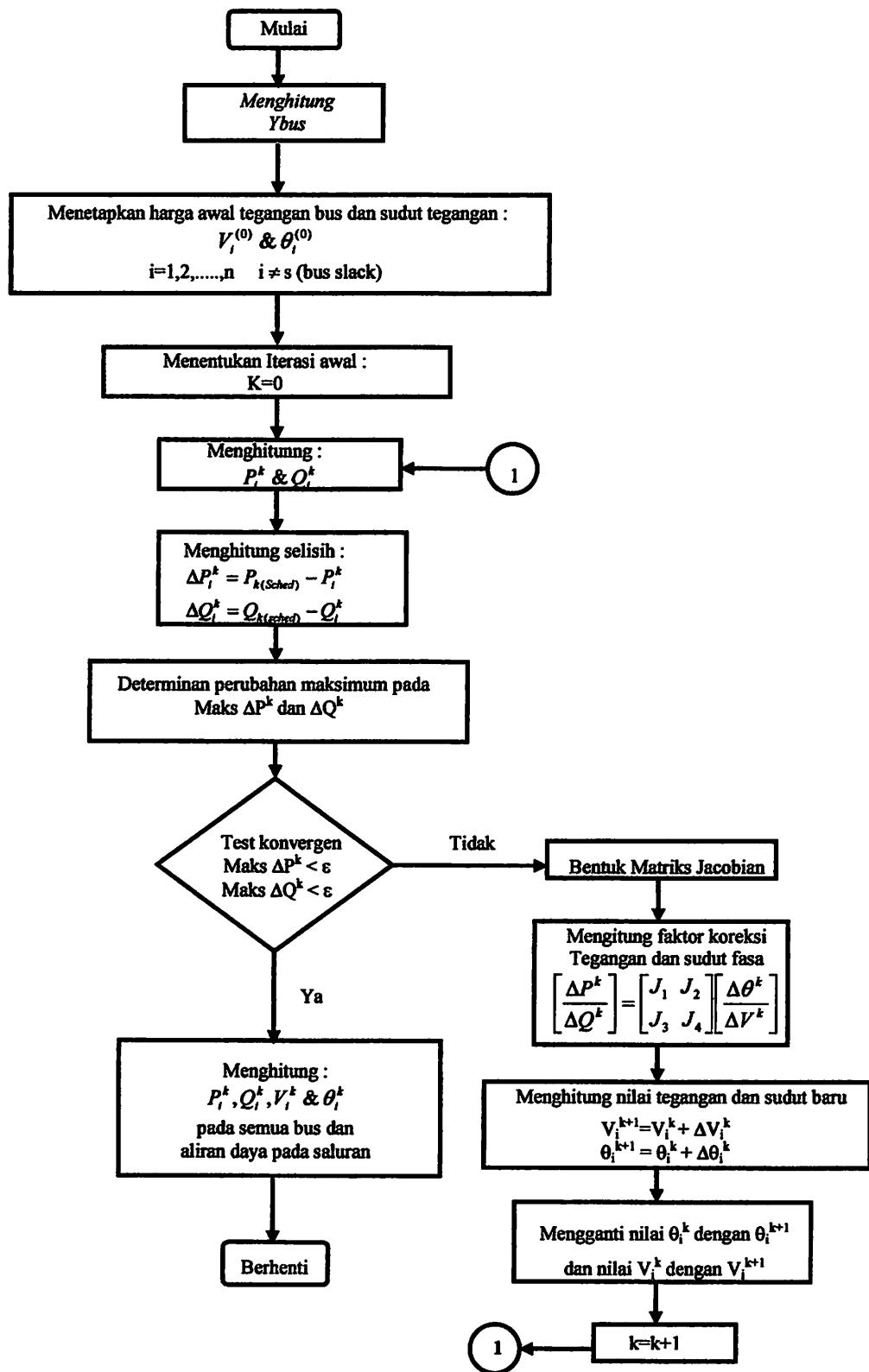
1. Masukkan data-data jaringan distribusi PLN.
2. Menjalankan proses *load flow* menggunakan metode *Newton Rhapsone*.
3. Tampilkan hasil *initial condition*.
4. Menutup semua *tie switch* pada jaringan dan mengubah menjadi jaringan Mesh.
5. Proses *Network Partitioning Theory*.
6. Hasil *NPT* kombinasi *switch* yang sudah ditentukan (jaringan radial baru).
7. Menampilkan hasil minimalisasi rugi-rugi daya dengan *NPT*.

8. Bandingkan hasil sebelum rekonfigurasi dan sesudah rekonfigurasi
9. Selesai

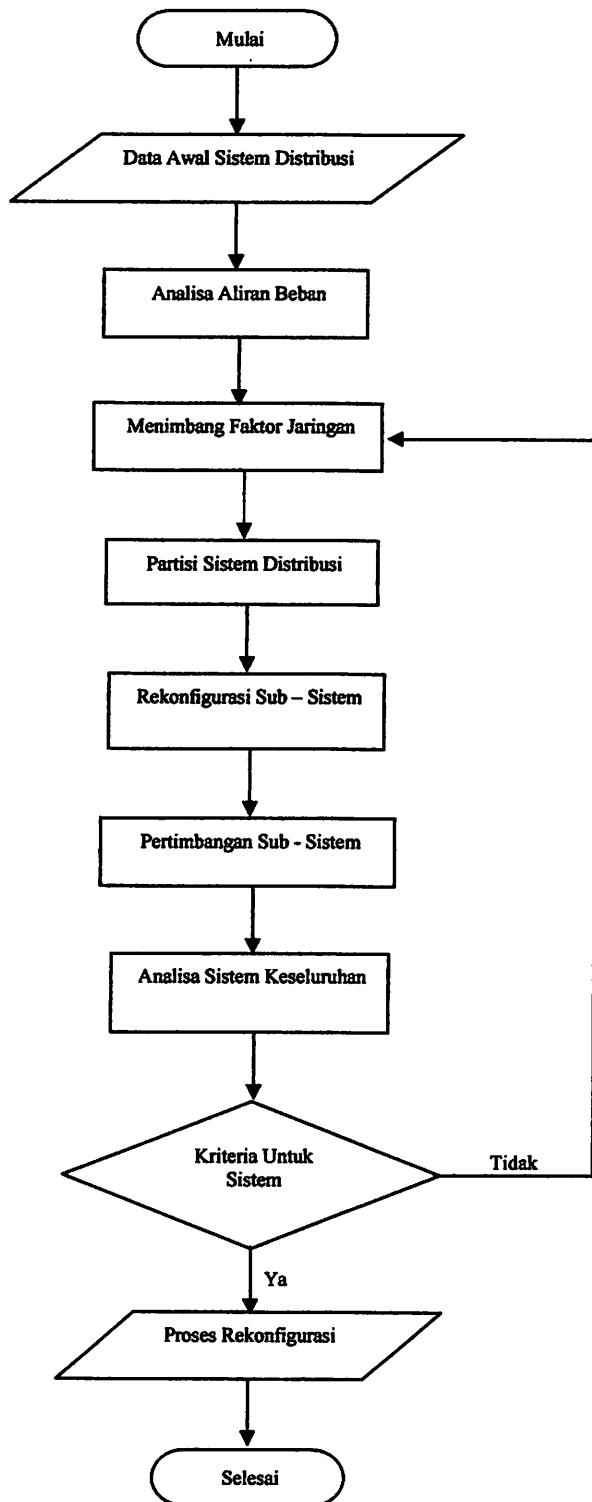
4.2.1. FlowChart Program



4.2.2. FlowChart Perhitungan Aliran Daya Metode Newton Rapshon .

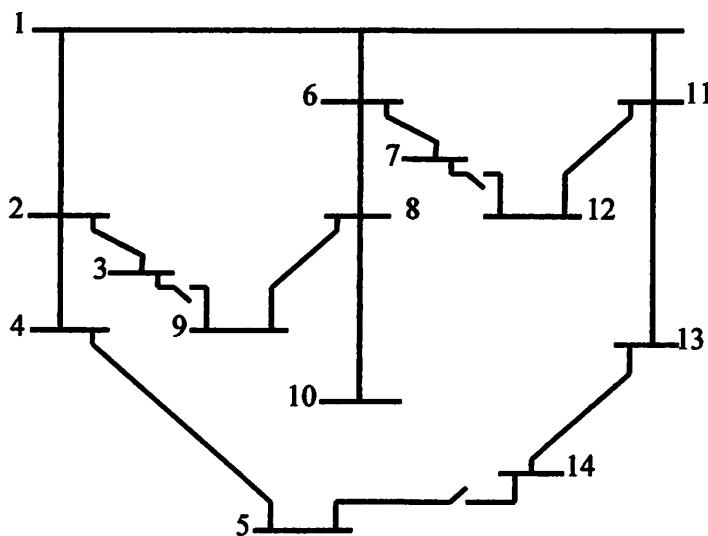


4.2.3. FlowChart Network Partitioning Theory



4.3. Validasi Program.

Program rekonfigurasi jaringan dengan menggunakan metode *Network Partitioning Theory* telah diuji validasinya dengan data dari jurnal R.J. Sarfi, M.M.A. Salama and A.Y. Chikhani “*Distribution System Reconfiguration For Loss Reduction : An Algorithm Based On Network Partitioning Theory*” IEEE Trans. On Power System, Vol 11, No. 1, Feb. 1998. ^[1]



Gambar 4-1
Struktur Jaringan Rekonfigurasi Test Sistem ^[1]

➔ Data teknis dari jurnal adalah sebagai berikut ^[1] :

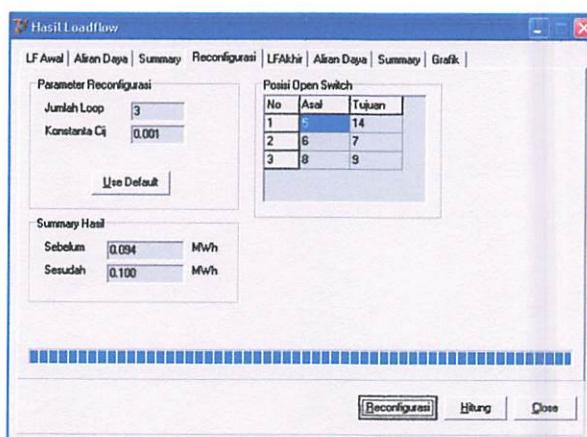
- Tegangan Dasar : 23 kV
- Daya Dasar : 100 MVA
- Konstanta C_{ij} : 0.001
- Jumlah Loop : 3

Tabel 4-1

Data Pembebatan jurnal IEEE & Data Saluran jurnal IEEE [1]

No.	Bus	Data		Daya		Rugi-rugi Saluran (kW)
		R	X	MW	MVar	
1	1-4	0.075	0.10	2.0	1.6	62
2	4-5	0.080	0.11	3.0	1.5	80
3	4-6	0.090	0.18	2.0	0.8	110
4	6-7	0.040	0.04	1.5	1.2	50
5	2-8	0.110	0.11	4.0	2.7	281
6	8-9	0.080	0.11	5.0	3.0	87
7	8-10	0.110	0.11	1.0	0.9	40
8	9-11	0.110	0.11	0.6	0.1	45
9	9-12	0.080	0.11	4.5	2.0	185
10	3-13	0.110	0.11	1.0	0.9	70
11	13-14	0.090	0.12	1.0	0.7	42
12	13-15	0.080	0.11	1.0	0.9	80
13	15-16	0.040	0.04	2.1	1.0	90
14	5-11	0.040	0.04			
15	10-14	0.040	0.04			
16	7-16	0.090	0.12			

4.3.1. Hasil Validasi IEEE menggunakan metode *Network Partitioning Theory.*



Perbandingan hasil data jurnal dengan hasil perhitungan program setelah Rekonfigurasi pada jurnal selengkapnya dapat dilihat pada table 4-3 dibawah ini :

Tabel 4-2
Perbandingan data jurnal dengan hasil program

Data jurnal (pu)	Data hasil perhitungan program (pu)
Total rugi-rugi saluran (MW)	Total rugi-rugi saluran (MW)
0.094	0.100

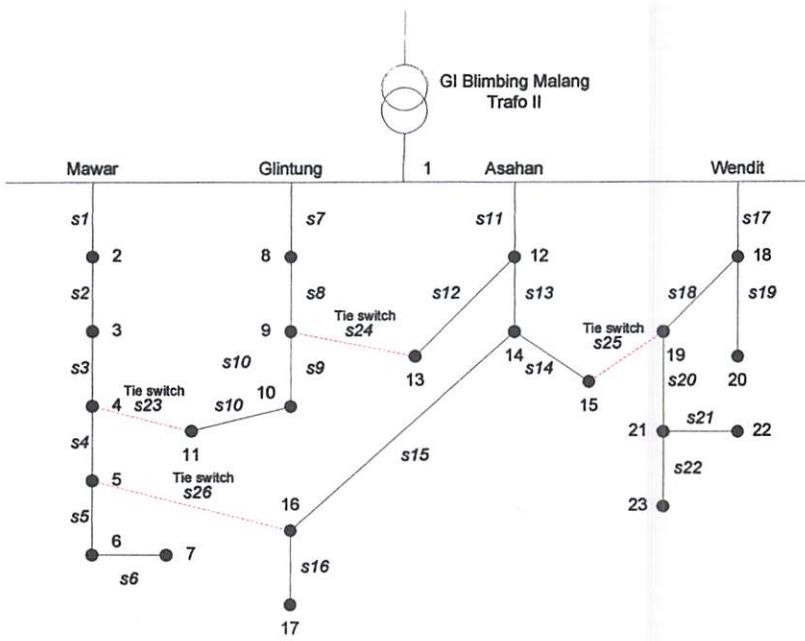
Dari table diatas dapat diketahui bahwa selisih antara data jurnal dan program adalah 0.006 %

4.4. Data Jaringan

Dalam skripsi ini data yang digunakan adalah penyulang-penyulang yang keluar dari Trafo II GI Blimbing Malang. Alasan dari pemilihan data tersebut karena *output* dari Trafo II GI Blimbing Malang menyuplai daerah yang kepadatan bebananya bervariasi. Kondisi awal (*initial condition*) 4 penyulang dari Trafo II GI Blimbing Malang dapat dilihat pada gambar 4-2.

➔ Data teknis dari Trafo II G.I Blimbing Malang adalah sebagai berikut :

- Tegangan Dasar : 20 kV
- Daya Dasar : 30 MVA
- Penghantar SUTM 20 kV : AAAC 150 mm²
- Impedansi Saluran : $0,2162 + j 0,3305 \Omega / \text{km}$
- $\cos \phi$: 0,8



Ket : ● = Node bus tiap seksi (Data trafo distribusi unit jaringan malang mei 2005).
S = Saluran (tiap-tiap saluran terdapat switch), - - - = pada saluran tersebut terdapat tie switch

Gambar 4-2

Konfigurasi Jaringan Radial dari *Single Line Diagram* G.I Blimbing Malang

Data beban untuk masing-masing penyulang dapat dilihat pada lampiran dalam tabel A-1. sampai tabel A-7. Dari lampiran, daya P (MW) dan Q (MVAR) dari bus 1-2 Penyulang Mawar dapat dihitung sebagai berikut :

* Untuk bus 1-2 :

$$P = 2286,80 \cdot \cos \varphi \rightarrow P = 2286,80 \cdot 0,8 = 1,8294 \text{ MW}$$

$$Q = 2286,80 \cdot \sin \varphi \rightarrow Q = 2286,80 \cdot 0,6 = 1,3721 \text{ MVAR}$$

Dengan cara menghitung yang sama, maka beban untuk masing-masing bus akan diperoleh hasil seperti pada table 4-4. berikut :

Tabel 4-3
Data Hasil Perhitungan Daya dan Impedansi Saluran
Jaringan Distribusi G.I Blimbing Malang

BUS PANGKAL	BUS UJUNG	P BUS UJUNG (MW)	Q BUS UJUNG (MVAR)	JARAK (km)	R (Ω)	X (Ω)
1	2	1,8294	1,3721	5,616	1,2142	1,8560
2	3	0,5962	0,4472	4,085	0,8832	1,3501
3	4	0,8966	0,6725	5,04	1,0896	1,6657
4	5	0,7369	0,5527	3,987	0,8425	1,2880
5	6	0,4358	0,3269	0,677	0,1464	0,2238
6	7	0,5231	0,3923	1,678	0,3628	0,5546
7	8	0,4802	0,3601	1,381	0,2986	0,4564
8	9	0,6159	0,4619	1,194	0,2581	0,3946
9	10	0,2826	0,2120	1,016	0,2197	0,3358
10	11	0,0576	0,0432	1,492	0,3226	0,4931
11	12	0,3656	0,2742	2,474	0,5349	0,8177
12	13	0,0556	0,0417	3,443	0,7444	1,1379
13	14	0,6274	0,4705	1,646	0,3559	0,5440
14	15	0,0593	0,0445	1,183	0,2558	0,3910
15	16	0,5703	0,4277	2,745	0,5935	0,9072
16	17	0,5961	0,4471	0,131	0,0283	0,0433
1	18	0,0634	0,0475	1,782	0,3853	0,5890
18	19	0,1138	0,0853	3,031	0,6553	1,0017
18	20	0,2201	0,1651	7,639	1,6516	2,5247
19	21	0,2493	0,1870	1,549	0,3349	0,5119
21	22	0,3670	0,2753	1,476	0,3191	0,4878
21	23	0,5581	0,4186	4,689	1,0138	1,5497
4	11	-	-	0,207	0,0448	0,0684
9	13	-	-	0,173	0,0374	0,0572
15	19	-	-	1,114	0,2408	0,3682
5	16	-	-	0,262	0,0566	0,0866

Keterangan : Bus 1 merupakan *slack bus*, bus 2 sampai dengan 23 merupakan *bus beban*.

4.5. Analisa Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi

Untuk mengetahui kondisi awal jaringan (*initial condition*) dilakukan proses *load flow* menggunakan metode *Newton Raphson*. Data yang ada terlebih dahulu dirubah kedalam satuan per-unit hal ini dilakukan untuk mempermudah proses perhitungan. Dengan memasukkan data pada table 4-4 ke dalam program simulasi, maka akan diperoleh hasil seperti yang terdapat pada tabel 4-5 dan 4-6 dibawah ini :

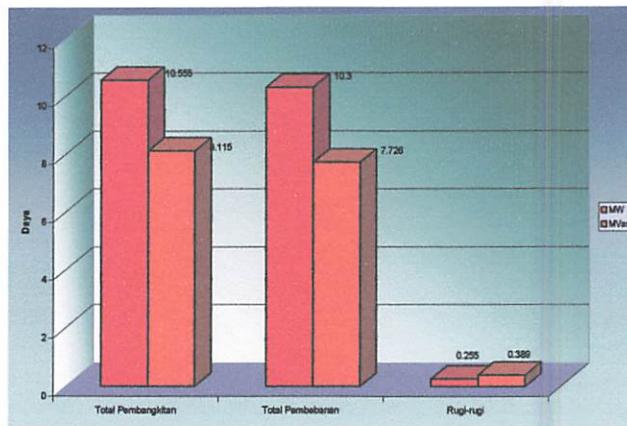
Tabel 4-4
Hasil Perhitungan Aliran Daya Sebelum Rekonfigurasi

Bus	Tegangan		Daya Pembangkitan		Beban	
	Abs(pu)	Sudut(pu)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.00000	0.00000	10.555	8.115	0.000	0.000
2	0.96514	-0.70403	-	-	1.829	1.372
3	0.94885	-1.04701	-	-	0.596	0.447
4	0.93245	-1.40313	-	-	0.897	0.672
5	0.92414	-1.58808	-	-	0.737	0.553
6	0.92332	-1.60643	-	-	0.436	0.327
7	0.92222	-1.63129	-	-	0.523	0.392
8	0.99769	-0.04793	-	-	0.480	0.360
9	0.99636	-0.07563	-	-	0.616	0.462
10	0.99596	-0.08403	-	-	0.283	0.212
11	0.99586	-0.08612	-	-	0.058	0.043
12	0.99339	-0.13660	-	-	0.366	0.274
13	0.99317	-0.14128	-	-	0.056	0.042
14	0.98980	-0.21140	-	-	0.627	0.471
15	0.98972	-0.21312	-	-	0.059	0.045
16	0.98603	-0.29050	-	-	0.570	0.428
17	0.98594	-0.29244	-	-	0.596	0.447
18	0.99671	-0.06777	-	-	0.063	0.048
19	0.99213	-0.16297	-	-	0.114	0.085
20	0.99475	-0.10865	-	-	0.220	0.165
21	0.98999	-0.20762	-	-	0.249	0.187
22	0.98936	-0.22095	-	-	0.367	0.275
23	0.98691	-0.27220	-	-	0.558	0.419

Tabel 4-5
Hasil Perhitungan Aliran Daya (Sebelum Rekonfigurasi)

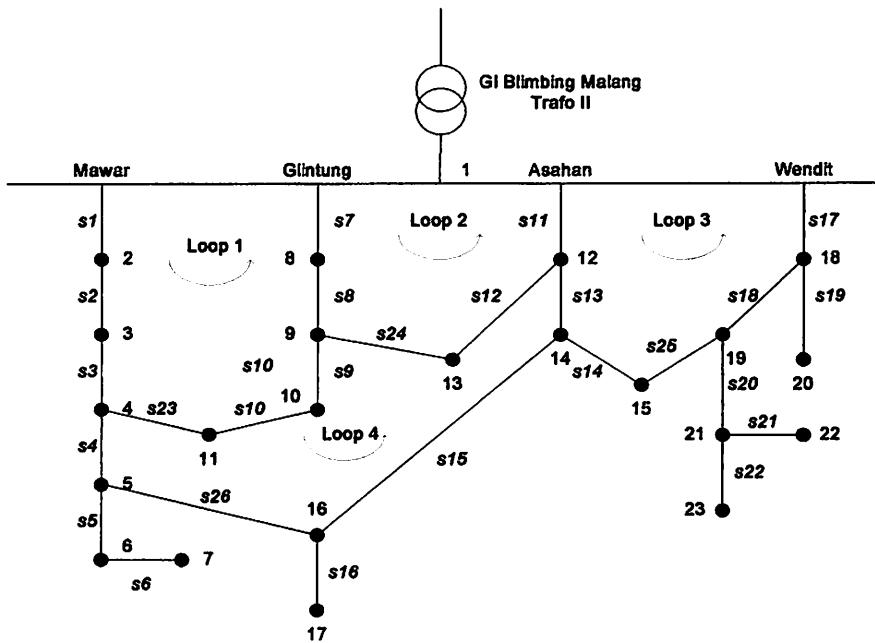
Total Pembangkitan		Total Pembebanan		Total Rugi Saluran	
P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)
10.555	8.115	10.3	7.726	0.255	0.389

Grafik 4-1
Grafik Hasil Total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran
Sebelum Rekonfigurasi



4.6. Analisa Rekonfigurasi Jaringan

Dalam analisis rekonfigurasi jaringan semua *tie switch (normally open)* yang saling interkoneksi pada beberapa bus beban (*load bus*) baik dalam satu *feeder* maupun berlainan *feeder* ditutup (*normally closed*) sehingga jaringan radial seperti pada gambar 4-2 berubah menjadi jaringan Mesh seperti terlihat pada gambar 4-3 dalam prosesnya disebut tahap (*stage*). Dari penutupan *tie switch* terdapat 4 *loop*.



Gambar 4-3
Konfigurasi Jaringan Mesh

4.6.1. Analisis Perhitungan Rekonfigurasi Jaringan

Langkah-langkah analisa perhitungan adalah sebagai berikut :

1. **Masukan Awal**

Dengan memasukkan data pada tabel 4-4 ke dalam program simulasi rekonfigurasi *Network Partitioning Theory*

2. **Memasukkan Parameter *Network Partitioning Theory***

Memasukkan parameter *Network Partitioning Theory* yang akan diolah oleh program simulasi rekonfigurasi *Network Partitioning Theory* untuk memperoleh hasil yang diinginkan.

➔ Data masukan parameter *NPT* ini berupa :

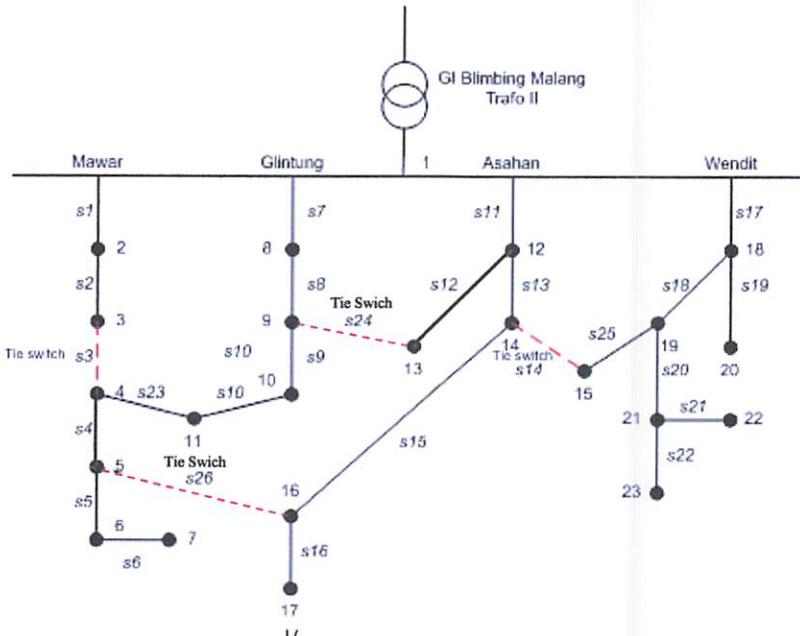
- Jumlah Loop : 4
- Konstanta C_{ij} : 0.001
- Jumlah switch : 26

Dengan memasukkan data jaringan distribusi pada program simulasi rekonfigurasi jaringan untuk menghitung aliran daya dan mencari konfigurasi jaringan yang baru dengan metode *Network Partitioning Theory* Sesuai dengan hasil rekonfigurasi pada tabel 4-7 didapat kondisi **switch 3**, **switch 26**, **switch 24** dan **switch 14** dalam status terbuka (*Normally Open*), sehingga jaringan mesh yang telah ada akan berubah menjadi konfigurasi jaringan radial *open loop* baru.

Tabel 4-6
Hasil Kombinasi Optimal Switch

No.	Bus Pangkal	Bus Ujung	Posisi switch open
1.	3	4	3
2.	5	16	26
3.	9	13	24
4.	14	15	14

Konfigurasi jaringan radial *open loop* baru dapat dilihat pada gambar 4-4 berikut :



. Gambar 4-4
Konfigurasi Jaringan Radial Setelah Rekonfigurasi

Konfigurasi jaringan radial *open loop* setelah dilakukan rekonfigurasi tersebut merupakan konfigurasi jaringan radial *open loop* terbaik dari berbagai kemungkinan konfigurasi jaringan yang ada dengan menggunakan parameter *Network Partitioning Theory* yang berbeda dengan parameter yang telah digunakan sebelumnya. Hasil minimalisasi rugi-rugi daya yang diperoleh merupakan minimalisasi rugi-rugi daya terbaik dari minimalisasi rugi-rugi daya yang ada. Kombinasi optimal switching didapat dengan durasi perhitungan sekitar 2,48 menit. Hasil aliran daya setelah proses rekonfigurasi dapat dilihat dalam tabel 4-8

Tabel 4-7

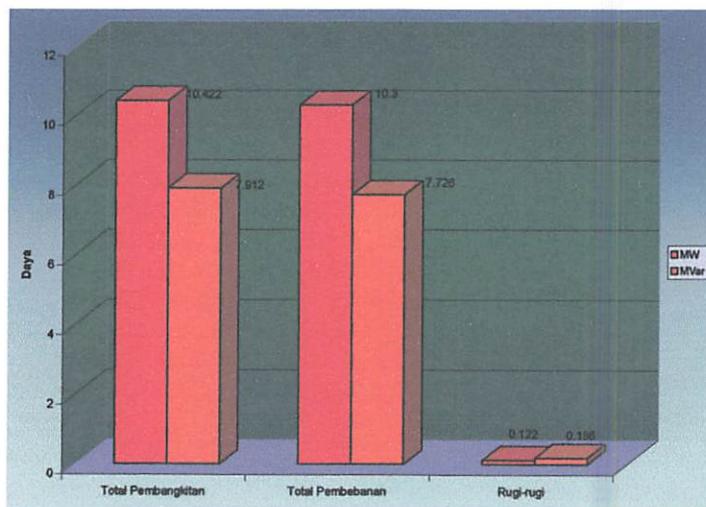
Hasil Perhitungan Aliran Daya Setelah Rekonfigurasi

Bus	Tegangan		Daya Pembangkitan		Beban	
	Abs (pu)	Sudut (pu)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.00000	0.00000	10.422	7.912	0.000	0.000
2	0.98391	-0.33381	-	-	1.829	1.372
3	0.98103	-0.39464	-	-	0.596	0.447
4	0.97945	-0.42513	-	-	0.897	0.672
5	0.97154	-0.59260	-	-	0.737	0.553
6	0.97077	-0.60920	-	-	0.436	0.327
7	0.96971	-0.63168	-	-	0.523	0.392
8	0.99340	-0.13503	-	-	0.480	0.360
9	0.98836	-0.23910	-	-	0.616	0.462
10	0.98481	-0.31291	-	-	0.283	0.212
11	0.98009	-0.41167	-	-	0.058	0.043
12	0.99356	-0.13301	-	-	0.366	0.274
13	0.99334	-0.13769	-	-	0.056	0.042
14	0.99009	-0.20539	-	-	0.627	0.471
15	0.99171	-0.17158	-	-	0.059	0.045
16	0.98632	-0.28444	-	-	0.570	0.428
17	0.98623	-0.28638	-	-	0.596	0.447
18	0.99659	-0.07033	-	-	0.063	0.048
19	0.99179	-0.16996	-	-	0.114	0.085
20	0.99463	-0.11123	-	-	0.220	0.165
21	0.98965	-0.21464	-	-	0.249	0.187
22	0.98902	-0.22798	-	-	0.367	0.275
23	0.98658	-0.27926	-	-	0.558	0.419

Tabel 4-8
Hasil Perhitungan Aliran daya
(Setelah Rekonfigurasi)

Total Pembangkitan		Total Pembebahan		Total Rugi Saluran	
P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)	P (MW)	Q (MVAR)
10.422	7.912	10.3	7.726	0.122	0.186

Grafik 4-2
Grafik Hasil Total Pembangkitan, Pembebahan dan Rugi-rugi Saluran
Setelah Rekonfigurasi



4.7. Analisis Perbandingan Hasil Sebelum dan Setelah Rekonfigurasi Menggunakan Metode *Network Partitioning Theory*.

4.7.1. Analisis Perhitungan Tegangan Dan Sudut Fasa Tegangan

Pada proses perhitungan, semua data yang dipergunakan dirubah dalam satuan per-unit. Dimana nilai dasar yang digunakan adalah 20 kV untuk tegangan dan 30 MVA untuk daya.

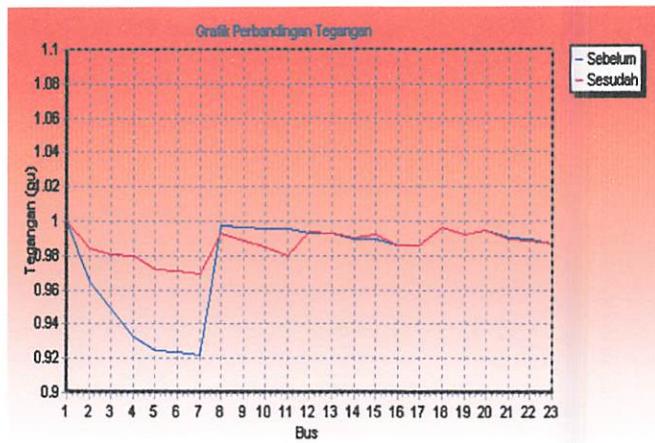
Dengan mengacu pada 4 penyulang GI Blimbing malang yang memiliki 23 bus (bus 1 sebagai referensi) dan 22 saluran, maka asumsi awal dari nilai $V_p^{(0)} = 1$ pu dan $\delta_p^{(0)} = 0^\circ$. Berikut ini adalah tabel perbandingan tingkat tegangan dan sudut tegangan pada tiap bus.

Tabel 4-9
Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan Pada Tiap Bus

Bus	Sebelum Rekonfigurasi		Setelah Rekonfigurasi	
	Abs (pu)	Sudut (pu)	Abs (pu)	Sudut (pu)
1	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000
2	0.96514	-0.70403	0.98391	-0.33381
3	0.94885	-1.04701	0.98103	-0.39464
4	0.93245	-1.40313	0.97945	-0.42513
5	0.92414	-1.58808	0.97154	-0.59260
6	0.92332	-1.60643	0.97077	-0.60920
7	0.92222	-1.63129	0.96971	-0.63168
8	0.99769	-0.04793	0.99340	-0.13503
9	0.99636	-0.07563	0.98836	-0.23910
10	0.99596	-0.08403	0.98481	-0.31291
11	0.99586	-0.08612	0.98009	-0.41167
12	0.99339	-0.13660	0.99356	-0.13301
13	0.99317	-0.14128	0.99334	-0.13769
14	0.98980	-0.21140	0.99009	-0.20539
15	0.98972	-0.21312	0.99171	-0.17158
16	0.98603	-0.29050	0.98632	-0.28444
17	0.98594	-0.29244	0.98623	-0.28638
18	0.99671	-0.06777	0.99659	-0.07033
19	0.99213	-0.16297	0.99179	-0.16996
20	0.99475	-0.10865	0.99463	-0.11123
21	0.98999	-0.20762	0.98965	-0.21464
22	0.98936	-0.22095	0.98902	-0.22798
23	0.98691	-0.27220	0.98658	-0.27926

Grafik 4-3

Grafik Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi

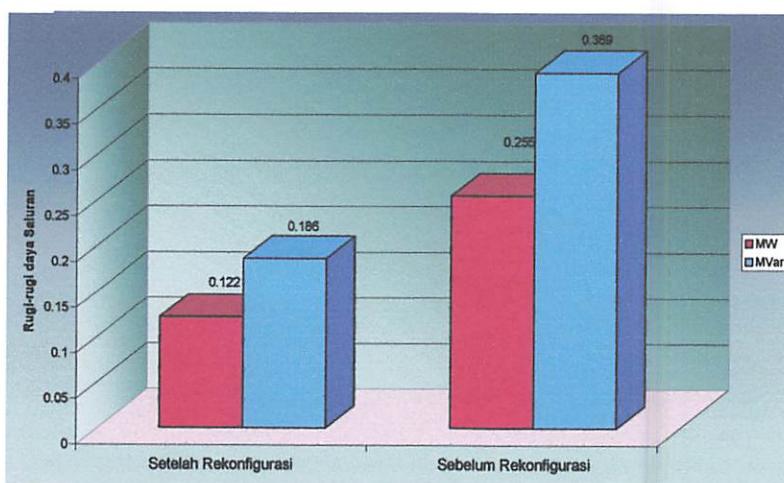


4.7.2. Perbandingan Tingkat Rugi-rugi Daya Pada Saluran

Total Rugi-rugi daya saluran sebelum Rekonfigurasi adalah 0.255 MW dan 0.389 MVAR, sedangkan Total rugi-rugi daya saluran setelah Rekonfigurasi adalah 0.122 MW dan 0.186 MVAR. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa selisih Total rugi-rugi daya turun sebesar 0.133 MW dan 0.203 MVAR.

Grafik 4-4

**Grafik Perbandingan Rugi-rugi Saluran Sebelum
dan Sesudah Rekonfigurasi**

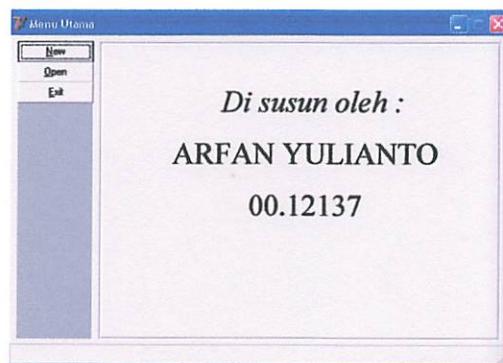


4.8. Hasil dan Analisa Hasil

4.8.1. Tampilan Program

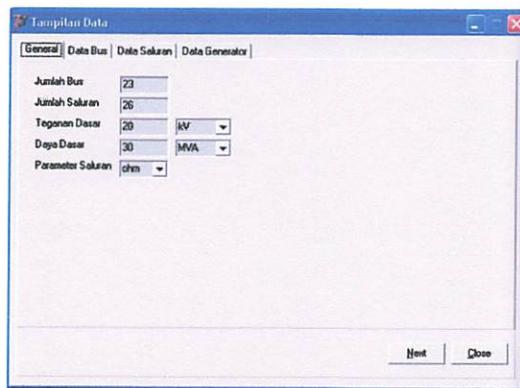
Program dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan program Borland Delphi versi 7.0 dan diaplikasikan pada komputer menggunakan sistem operasi Windows XP, PC AMD Athlon XP 2,2 GHz, memori 256 Mb, Mengenai jalannya program ikuti prosedur program sebagai berikut :

1. Tampilan utama dari program.



Gambar 4-5 Tampilan Menu Utama Program

2. Tekan tombol *open* untuk membuka file yang sudah tersimpan.



Gambar 4-6 Tampilan Input Data General GI Blimbing

3. Kemudian pilih tombol data bus.

Bus	absV [pu]	angV [deg]	Pg [MW]	Qg [MVAR]	PL [MW]	QL [MVAR]	Cap [ohm]	Type Bus
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1.0294	1.3721	0	3
3	1	0	0	0	0.5562	0.4472	0	3
4	1	0	0	0	0.6966	0.6724	0	3
5	1	0	0	0	0.7369	0.9527	0	3
6	1	0	0	0	0.4356	0.3269	0	3
7	1	0	0	0	0.5231	0.3823	0	3
8	1	0	0	0	0.4902	0.3601	0	3
9	1	0	0	0	0.6159	0.4618	0	3
10	1	0	0	0	0.2625	0.212	0	3
11	1	0	0	0	0.6576	0.0432	0	3
12	1	0	0	0	0.3656	0.2742	0	3
13	1	0	0	0	0.6556	0.0417	0	3
14	1	0	0	0	0.6274	0.4705	0	3
**	*	*	*	*	*****	*****	*	*

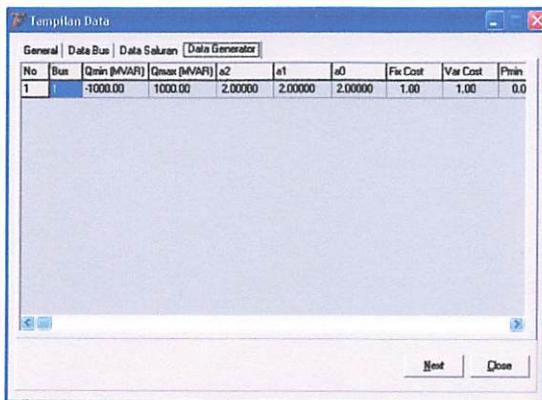
Gambar 4-7 Data Bus

4. Kemudian pilih tombol data saluran.

No	Dari	Ko	R [ohm]	X [ohm]	Lc [ohm]	Tr	Tu	Su [deg]	Kap [MVA]
1	1	2	1.2142	1.056	0	0	0	0	10000
2	2	3	0.6832	1.3501	0	0	0	0	10000
3	3	4	1.0896	1.6657	0	0	0	0	10000
4	4	5	0.8425	1.288	0	0	0	0	10000
5	5	6	0.1464	0.2238	0	0	0	0	10000
6	6	7	0.3628	0.5546	0	0	0	0	10000
7	1	8	0.2396	0.4564	0	0	0	0	10000
8	8	9	0.2581	0.3946	0	0	0	0	10000
9	9	10	0.2197	0.3368	0	0	0	0	10000
10	10	11	0.3226	0.4931	0	0	0	0	10000
11	1	12	0.5349	0.6177	0	0	0	0	10000
12	12	13	0.7444	1.1379	0	0	0	0	10000
13	12	14	0.3559	0.544	0	0	0	0	10000
14	14	15	0.9624	0.994	0	0	0	0	10000

Gambar 4-8 Data Saluran

5. Kemudian pilih tombol data generator.



Gambar 4-9 Data Generator

6. Tekan tombol hitung *load flow* dengan metode *Newton Rapshon* untuk melihat *loadflow* pada kondisi awal.

Bus	absV (pu)	sudV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Spu (pu)	Type Bus
1	1.00000	0.00000	10.595	8.115	0.000	0.000	0.000	1
2	0.96514	-0.70403	0.000	0.000	1.829	1.372	0.000	3
3	0.94685	-1.04701	0.000	0.000	0.556	0.447	0.000	3
4	0.93245	-1.40313	0.000	0.000	0.897	0.672	0.000	3
5	0.92414	-1.58808	0.000	0.000	0.737	0.553	0.000	3
6	0.92332	-1.60643	0.000	0.000	0.436	0.327	0.000	3
7	0.92222	-1.63129	0.000	0.000	0.523	0.332	0.000	3
8	0.93765	-0.04793	0.000	0.000	0.480	0.360	0.000	3
9	0.99536	-0.07563	0.000	0.000	0.616	0.462	0.000	3
10	0.99596	-0.09403	0.000	0.000	0.263	0.212	0.000	3
11	0.99566	-0.08612	0.000	0.000	0.668	0.443	0.000	3
12	0.99339	-0.13660	0.000	0.000	0.366	0.274	0.000	3
13	0.99317	-0.14148	0.000	0.000	0.056	0.042	0.000	3
14	0.98590	-0.21140	0.000	0.000	0.627	0.471	0.000	3
15	0.98572	-0.21312	0.000	0.000	0.069	0.045	0.000	3

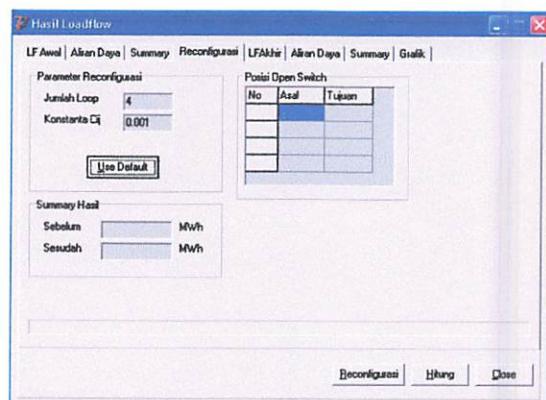
Gambar 4-10 Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya tiap-tiap Bus (Sebelum Rekonfigurasi)

7. Pilih tombol aliran daya untuk melihat hasil perhitungan pada kondisi awal.

No	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)	Arus in [A]	Arus in [A]	Dari	Ke	P (MW)	Q
1	2	5,230	4,191	261,922	205,020	2	1	-5,104		
2	3	3,275	2,523	160,038	132,801	3	2	-3,234		
3	4	2,538	2,014	137,053	108,659	4	3	-2,605		
4	5	1,708	1,291	89,865	71,427	5	4	-1,697		
5	6	0,980	0,721	50,039	40,426	6	5	-0,959		
6	7	0,524	0,393	27,744	22,069	7	6	-0,823		
7	1	0,140	1,092	71,908	54,124	8	1	-1,437		
8	9	0,957	0,719	47,937	36,057	9	8	-0,956		
9	10	0,340	0,255	17,060	12,837	10	9	-0,340		
10	11	0,059	0,043	2,889	2,173	11	10	-0,058		
11	12	2,294	1,735	114,678	86,757	12	1	-2,262		
12	13	0,056	0,042	2,734	2,106	13	12	-0,056		
13	12	1,861	1,402	93,515	70,805	14	12	-1,856		
14	15	0,059	0,045	2,907	2,259	15	14	-0,059		

Gambar 4-11 Hasil Perhitungan Aliran Daya
(Sebelum Rekonfigurasi)

8. Kemudian pilih tombol *Network Partitioning Theory* dan *use default* untuk melihat parameter *Network Partitioning Theory*.



Gambar 4-12 Parameter NPT

9. Kemudian tekan tombol *Load Flow* akhir untuk mengetahui kondisi akhir jaringan.

Hasil Load Flow									
LF Anal After Data		Summary Rekonfigurasi		LF Anal After Data		Summary Rekonfigurasi		Bus	
No	Bus	Bus [Vbus]	Bus/Vdeg	Bus [MVA]	Bus/MVA	PF [MVA]	PF/MVA	Q [MVA]	Q/MVA
1	1	0.0000	18.422	7.592	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.98651	-4.33287	0.000	1.825	1.372	0.000	0.000	3	0.000
3	0.98103	-4.35984	0.000	0.000	0.056	0.447	0.000	0.000	3
4	0.97945	-4.25113	0.000	0.000	0.887	0.572	0.000	0.000	3
5	0.97154	-0.55260	0.000	0.000	0.737	0.553	0.000	0.000	3
6	0.97077	-0.55250	0.000	0.000	0.356	0.327	0.000	0.000	3
7	0.96897	-4.31368	0.000	0.000	0.823	0.582	0.000	0.000	3
8	0.96940	-4.15320	0.000	0.000	0.480	0.393	0.000	0.000	3
9	0.96956	-4.23910	0.000	0.000	0.616	0.462	0.000	0.000	3
10	0.96461	-4.31251	0.000	0.000	0.283	0.212	0.000	0.000	3
11	0.96069	-4.01167	0.000	0.000	0.058	0.043	0.000	0.000	3
12	0.95865	-4.13321	0.000	0.000	0.865	0.724	0.000	0.000	3
13	0.95354	-4.13769	0.000	0.000	0.026	0.022	0.000	0.000	3
14	0.95063	-4.20559	0.000	0.000	0.627	0.471	0.000	0.000	3
15	0.95771	-4.17158	0.000	0.000	0.026	0.026	0.000	0.000	3
...

Gambar 4-12 Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan

Dan Daya tiap-tiap Bus (Setelah Rekonfigurasi)

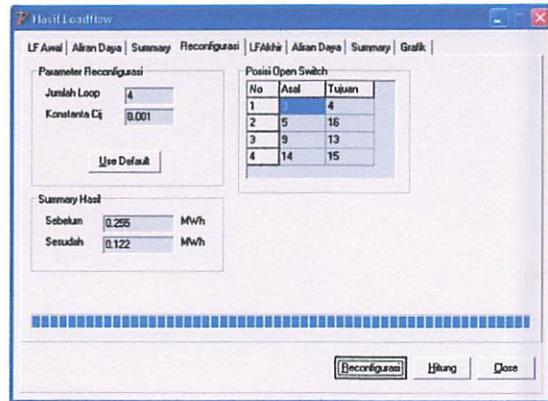
10. Untuk melihat hasil perhitungan aliran daya pilih tombol aliran daya setelah Rekonfigurasi

Hasil Load Flow									
LF Anal After Data		Summary Rekonfigurasi		LF Anal After Data		Summary Rekonfigurasi		Bus	
No	Bus	Bus [Vbus]	Bus/Vdeg	Bus [MVA]	Bus/MVA	PF [MVA]	PF/MVA	Q [MVA]	Q/MVA
1	1	2.055	1.985	12.795	92.256	2	1	-2.627	-
2	2	0.530	0.449	30.234	23.010	3	2	4.355	-
3	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0	3	0.000	-
4	4	5.1707	1.250	68.553	68.474	5	4	-1.857	-
5	5	6.050	0.721	43.033	37.633	6	5	0.850	-
6	6	0.054	0.393	26.793	20.544	7	6	-0.523	-
7	7	4.100	3.115	28.500	195.761	8	1	4.020	-
8	8	3.991	2.726	100.404	117.628	9	0	3.377	-
9	9	2.862	2.244	148.362	114.159	10	9	2.554	-
10	10	1.110	2.021	153.089	103.343	11	10	-2.652	-
11	11	2.253	1.689	111.653	84.055	12	1	-2.222	-
12	12	1.056	0.042	2.794	2.105	13	12	4.055	-
13	13	1.802	1.257	90.510	68.520	14	12	-1.757	-
14	14	0.000	0.000	0.000	0.000	15	14	0.000	-
...

Gambar 4-13 Hasil Perhitungan Aliran Daya

(Setelah Rekonfigurasi)

11. Untuk melihat hasil kombinasi optimal *switch* dan rugi-rugi daya aktif pilih tombol *Network Partitioning Theory*.



Gambar 4-14 Hasil kombinasi optimal *switch* dan rugi-rugi daya aktif (Setelah Rekonfigurasi)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis mengenai rekonfigurasi jaringan dengan menggunakan metode *Network Partitioning Theory*, metode ini telah berhasil memecahkan masalah optimasi penentuan *switch-switch* yang optimal untuk dibuka dan ditutup serta rugi-rugi daya pada saluran tidak terlalu besar dan dapat memperbaiki profil tegangan, seperti pada penjelasan dibawah ini :

1. Berdasarkan hasil rekonfigurasi jaringan dengan menggunakan metode *Network Partitioning Theory*, penentuan kombinasi switchnya adalah pada kondisi *switch 3, switch 26, switch 24* dan *switch 14* dalam status terbuka (*Normally Open*).
2. Total rugi-rugi daya pada saluran turun dari 0.255 MW dan 0.389 MVAR menjadi 0.122 MW dan 0.186 MVAR terjadi optimasi sebesar 0.133 MW dan 0.203 MVAR.
3. Tegangan pada tiap-tiap bus setelah rekonfigurasi yaitu sebesar 1 pu sampai yang terendah 0.96971 pu, kondisi tersebut masih dalam batas ketentuan yaitu antara ≤ 1.05 pu sampai dengan ≥ 0.95 pu.

5.2. Saran

Penggunaan metode *Network Partitioning Theory* untuk menyelesaikan permasalahan rekonfigurasi jaringan masih perlu dikembangkan lagi terhadap sistem jaringan yang lebih luas dan penggunaan waktu komputasi yang lebih cepat sehingga nantinya dapat digunakan lebih efektif dan efisien dalam pemecahan permasalahan rekonfigurasi jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R.J. Sarfi, M.M.A. Salama and A.Y. Chikhani,"Distribution System Reconfiguration For Loss Reduction : An Algorithm Based On Network Partitioning Theory", IEEE Trans. On Power System, Vol 11, No. 1, Feb. 1998
- [2]. Hasan Basri, Ir "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Balai Penerbit dan Humas IST Bumi Srengseng Indah P. Minggu, Jakarta Selatan, 1996.
- [3]. Djiteng Marsudji " Operasi Sistem Tenaga listrik Listrik", Balai Penerbit Dan Humas ISTN 1990.
- [4]. A S Pabla " Sistem Distribusi Daya Listrik " Penerbit Erlangga 1980.
- [5]. Stevenson, William D," Analisis Sistem Tenaga Listrik ", Erlangga, Jakarta, 1990.
- [6]. Dewi, Sri Kusuma, " Artifical Intellegence (Teknik dan Aplikasinya)." Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003.
- [7]. Kuswadi, Son, " Intellegent Control ", EE Press, Surabaya, Juli,2000.
- [8]. Dariush Shimohhamadi, H Wayne Hong, " Rekonfiguration of Electric Distribution Network for Resistive Line Loss Reduction" IEEE Trans On PWRD Vol 4, No.2, 1989.

LAMPIRAN
LAMPIRAN



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Nama : ARFAN YULIANTO

N.I.M : 00.12.137

Jurusan : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : ENERGI LISTRIK

Judul Skripsi : **REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI
UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA
MENGGUNAKAN NETWORK PARTITIONING THEORY
PADA GARU INDUK BLIMBING MALANG**

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

Hari : Senin

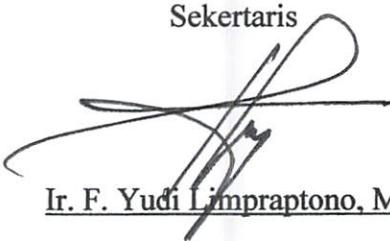
Tanggal : 20 Maret 2006

Nilai : 74 (B⁺) 

Panitia Ujian

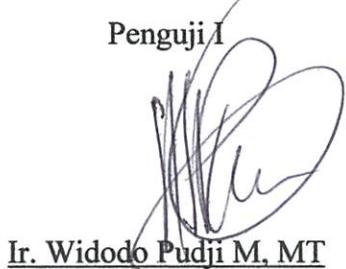


Sekertaris

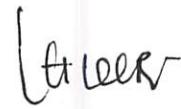

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

Anggota Penguji

Penguji I



Penguji II


Ir. H. Choiri

ИСТИНСТВОВАНИЕ МАЛЫХ
ЛАКУРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
КОМПАНИИ ПРИЧИНА



РЕКЛАМА КАК АРХИВ

ОТКАЗУЯЩАЯ : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
ВРЕМЯ : *1910-1920*
ПОСТАВЩИК : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
ПОДПИСЬ : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
УВОЛЕНЫ : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
ОБРАЗОВАНИЕ : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
Номер : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*
Год : *2000*
Цена : *50 рублей*
Место : *Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм*

Банкнота

Соколиные

Кошки

Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм

Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм

Английские

Бандури

Бандури

Санкт-Петербургский музей малых лакированных форм



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

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ARFAN YULIANTO
N.I.M : 00.12.137
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM
DISTRIBUSI UNTUK MEREDUKSI RUGI-
RUGI DAYA MENGGUNAKAN NETWORK
PARTITIONING THEORY PADA GARU
INDUK BLIMBING MALANG**
Tanggal Mengajukan : 15 Oktober 2005
Tanggal Menyelesaikan : 15 Maret 2006
Dosen Pembimbing I : Ir. Djojo Priatmono, MT
Dosen Pembimbing II : Ir. M. Abdul Hamid, MT
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 80 (Delapan Puluh)

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Djojo Priatmono, MT

NIP.Y.101.850.0107

Ir. M. Abdul Hamid, MT

NIP.Y. 101.880.0188

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

NIP.103 950 0274

EKSPRESITI LENZHOLOGI MARSYAL MELAKA
 KOLEJ TAKSONOMIK INDUSTRI
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRIK
 POLITEKNIK MELAKA



TERIMA KIRIMMENAN SIRI

STOKAN NAMA :	NAMA
SENARAI:	SENARAI
PERENCANAAN:	PERENCANAAN
DISTRIBUATOR OUTLET MESSAGING RUMAH	RUMAH SPESIALIS
PEREDAT DATA MINGGUAN ZAKIRAH ALAMAKA	ZAKIRAH ALAMAKA
PERSTUDIOAN MAMPUK PADA BANK	BANK
TERIMA KIRIMMENAN MELAKA	MELAKA
17 Ogos 2002	Tarikh Membuat
17 Mei 2002	Tarikh Penyelesaian
17 Mei 2002	Tarikh Komplain I
17 Mei 2002	Tarikh Komplain II
17 Mei 2002	Tarikh Diberikan Denda/Minyak
17 Mei 2002	Tarikh Dibatalkan
17 Mei 2002	Tarikh Komplain I

TM. Syahidah Binti Md.

MR.Y.101.088.101

TM. Linovali binti Md.

MR.Y.101.088.101

Kata Jawatan Tinggi Pengajian

TM. Syahidah Binti Md.

MR.Y.101.088.101

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Arfan Yulianto
Nim : 00.12.137
Masa Bimbingan : 15 Oktober 2005 s/d 15 April 2006
Judul Skripsi : Rekonfigurasi Jaringan Sistem Distribusi
Untuk Mereduksi Rugi – rugi Daya
Menggunakan *Network Partitioning Theory*
Pada Gardu Induk Blimbing Malang.

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 200
Dosen Pembimbing,

Ir. Djojo Priatmono, MT.
Nip. Y : 1018500107.

Form.S-4b



BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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

Malang, 24 Okt. 2005

Nomor : ITN-862/I.TA/2/05
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. DJOJO PRIATMONO, MT
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	: ARFAN YULIANTO
Nim	: 0012137
Fakultas	: Teknologi Industri
Jurusan	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: T. Energi Listrik (S-1)

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

15 Okt. 2005 s/d 15 April 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik, JurusanTeknik Elektro
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan terima
kasih



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

Tindasan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Arfan Yulianto
Nim : 00.12.137
Masa Bimbingan : 15 Oktober 2005 s/d 15 Maret 2006
Judul Skripsi : Rekonfigurasi Jaringan Sistem Distribusi
Untuk Mereduksi Rugi - rugi Daya
Menggunakan Network Partitioning Theory
Pada Gardu Induk Blimbing Malang.

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	04 - 02 - '06	Bab I : - Revisi Pendahuluan - Batasan masalah	N
2.	08 - 02 - '06	Bab II : Pengkodean sumber Teori dasar	N
3.	13 - 02 - '06	Bab III : Pengkodean sumber	N
4.	21 - 02 - '06	Bab IV : - Data - Gambar single line	N
5.	01 - 03 - '06	Bab V : Kesimpulan dan Saran	N
6.	8-3-'06	Acc Samman hasil	N
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang. 200

Dosen Pembimbing II.

Ir. M. Abdut Hamid, MT.
Nip.Y : 1018800188.

Form.S-4b



BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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

Malang, 14 Feb. 2006

Nomor : ITN-i116/TA/2/'06
Lampiran : satu lembar
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. M. ABDUL HAMID, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
di ...
Malang

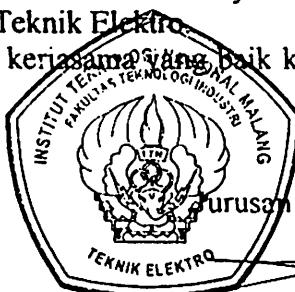
Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi
melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama	: ARFAN YULIANTO
Nim	: 0012137
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:

15 Okt. 2005 s/d 15 Maret 2006

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro.
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan terima
kasih



Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Tindasan :

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



II (PERSERO) MALANG
NK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-1640/III.TA/2/2005
Lampiran : -
Perihal : Survey / Permintaan Data

Malang, 26 Agustus 2005

Kepada : Yth Pimpinan
P.T. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur
Area Pelayanan Jaringan Malang
Jl. Jendral Basuki Rahmat No.100
di-
Malang

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Bapak agar mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro S-I Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey di **Gardu Induk Blimbings Malang** untuk mendapatkan data-data guna penyusunan Skripsi dengan judul :

MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA DENGAN MENGGUNAKAN NETWORK PARTITIONING THEORY PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BLIMBING MALANG

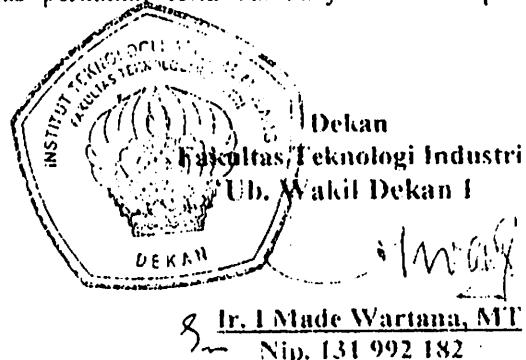
Mahasiswa tersebut adalah :

1. ARFAN YULIANTO

Nim : 00.12.137

Adapun lama Survey adalah : 2 (Dua) Minggu

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.



Tembusan disampaikan kepada Yth :

1. Ketua Jurusan
2. Arsip

PT. PLN (PERSERO)

DISTRIBUSI JAWA TIMUR

AREA PELAYANAN & JARINGAN MALANG

: 0341 - 326034 (Hunting)
: 211

Facsimile : 0341 - 362046

Sdr.No : 1098/330/APJ - MLG / 2005
ran : ITN-1440/III.TA/2/2005
l : BALASAN SURVEY

Malang , 9 September 2005

**Kepada
ITN Malang
Fakultas Industri
Jl. Raya Karanglo,Km 2
Di
Malang**

Menjawab surat Saudara nomor ITN-1440/III.TA/2/2005 Tanggal 26 Agustus 2005 perihal tersebut diatas, dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya kami tidak keberatan / mengizinkan Mahasiswa Saudara atas nama :

Arfan Yulianto

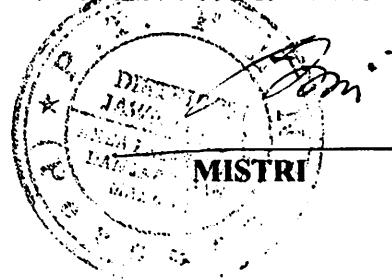
Nim. 00.12.137

Untuk melaksanakan Survey / Permintaan Data di AP&J Malang PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang mulai tanggal 12 September 2005 sampai dengan 30 September 2005 dengan catatan PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.

Sebelumnya diminta agar mahasiswa tersebut mengisi surat pernyataan, dilengkapi dengan pas photo ukuran 3 X 4 Cm di SDM & Administrasi PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan Malang.

Demikian agar menjadikan maklum.

PH. ASMEN SDM & ADMINISTRASI



Tembusan :

1. Supervisor Terkait
2. Manajer UJ.Malang



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARFAN YULIANTO
NIM : 09.12137
Semester : X
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Alamat : Jl. Gajayana I 739 jj.

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

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan *SKRIPSI* adalah sebagai berikut :

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

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

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro

(.....)

Malang,JUNI.....2005

Pemohon

(ARFAN YULIANTO....)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Mengetahui
Dosen Wali

(.....)

8/105
8/10

Catatan :

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

1. Thermodynamika \rightarrow E
2.
3.

136

Tanggal 7 pekt. yg lalu

Form. S-1a



KARTU PESERTA SEMINAR

Nomor : / EL / /

Nama : ARFAN YULIANTO NIM : 0012132

Menyatakan telah berperan aktif dalam seminar skripsi Jurusan T. Elektro / Konsentrasi T.Energi Listrik dengan kegiatan sebagai berikut :

No	Kegiatan	Paraf Kajur / Sekjur / Dosen Pengamat								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Penyanggah Utama	CY								
2.	Pertanyaan / Masukan	CY								
3.	Peserta Seminar	CY	CY	CY	CY	CY	CY	CY	CY	CY

Sehingga telah / belum memenuhi salah satu persyaratan untuk dapat melaksanakan seminar skripsi.

Mengetahui
Kajur / Sekjur

Malang, 08-09-2004

Mahasiswa yang bersangkutan

(ARFAN YULIANTO)

Catatan:

- Pada saat seminar berlangsung kartu harap dibawa
- Setelah selesai seminar, kartu harap diserahkan pada Kajur / Sekjur untuk diparaf dan disimpan oleh mahasiswa yang bersangkutan .



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. Bendungan Sigura – gura No. 2
M A L A N G**

Lampiran : 1 (Satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak / Ibu Ir. M. Abdul Hamid, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARFAN YULIANTO
Nim : 00. 12. 137
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik

Dikarenakan Bapak Ir. Djojo Priatmono,MT sebagai dosen pembimbing utama sakit, maka dengan ini saya mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing ke-2, untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**“REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK
MEREDUKSI RUGI – RUGI DAYA MENGGUNAKAN NETWORK
PARTITIONING THEORY PADA GARU INDUK BLIMBING
MALANG”**

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

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

Malang, 2006

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

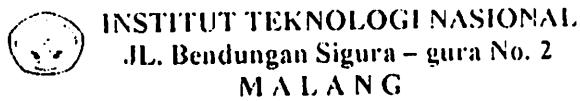
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Hormat kami,

Arfan Yulianto
Nim : 00 12 137

*) coret yang tidak perlu

Form.S – 3f



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Arfan Yulianto

Nim : 00.12.137

Semester : XI

Jurusan : Teknik Elektro S + 1

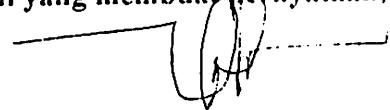
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

"REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MEREDUKSI RUGI – RUGI DAYA MENGGUNAKAN NETWORK PARTITIONING THEORY PADA GARDU INDUK BLIMBING MALANG"

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 02.02.2006
Kami yang membuat pernyataan,

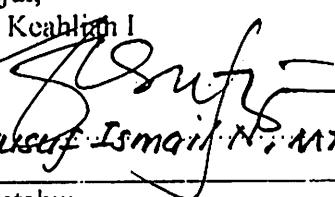
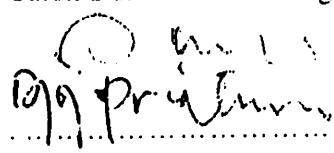

Ir. M. Abdul Hamid , MT
Nip : 1018800188

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diberikan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut
*) coret yang tidak perlu

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : ARFAN YULIANTO		Nim : 00.12.137
2	Keterangan	Tanggal	Waktu
	Pelaksanaan	15 - 10 - 2005	01.00
	Tempat Ruang :Lab. ST DE		
	Spesifikasi judul **:		
3	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	c. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya	
4	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA PENGAWAL MELALUI PENGGUNAAN NETWORK PARTITIONING THEORY PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI G.T. BLIMBING MALANG	
5	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MELALUI PENGGUNAAN NETWORK PARTITIONING THEORY PADA G.T. BLIMBING MALANG	
6	Catatan :		
	Persetujuan Judul Skripsi :		
	Disetujui, Dosen Keahlian I  <i>Ir. Yusuf Ismail, N., MT.</i>	Disetujui, Dosen Keahlian II 	
7	Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs.  <i>Dr. Ir. Haryati, MT.</i>	

Perhatian :

- *) coret yang tidak perlu
- **) dilingkari a, b, c, atau g.sesuai bidang keahlian.

DATA GI BLIMBING

DATA TRAFO DISTRIBUSI UNIT JARINGAN MALANG

**SEKSI : MAPPING
BULAN : MEI 2005**



PT. PLN (PERSERO)
AREA PELAYANAN DAN JARINGAN MALANG
JL. JEND. BASUKI RACHMAD 100 MALANG

Tabel A-1
Data Beban Tiap Seksi Penyulang Mawar

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVA)	Persen Beban (%)	Beban Trafo (kVA)
1	186	150	53,87	80,81
	764	160	80,43	124,06
	588	160	65,84	105,34
	424	200	69,53	139,04
	270	150	103,52	155,29
	775	250	77,53	124,06
	744	160	80,43	128,68
	306	160	61,05	78,67
	370	150	0,00	0,00
	455	250	53,92	134,81
	369	150	71,61	107,42
	425	100	39,53	39,53
	605	100	50,5	50,5
	542	150	52,46	78,59
2	305	200	61,05	97,67
	230	160	69,87	139,74
	543	150	77,61	116,41
	741	160	45,38	72,6
	358	150	0,00	0,00
	38	160	54,84	87,75
	237	250	92,43	231,08
3	240	160	52,32	83,71
	22	150	97,12	145,67
	323	150	46,94	70,41
	150	100	65,48	65,48
	369	150	71,61	107,42
	777	250	59,04	147,61
	53	150	90,74	136,1
	265	150	53,86	80,78
	570	160	55,76	89,21
	100	100	23,98	23,98
	412	160	14,44	23,10
	122	150	98,33	147,49
4	615	250	66,42	166,06
	585	200	68,69	137,39
	284	150	62,77	94,16
	737	250	60,91	152,28
	920	50	77,09	38,54
	193	250	81,66	204,16
	253	150	85,68	128,52
5	706	100	7,45	7,45
	15	200	51,7	129,25
	21	200	60,54	121,08
	244	160	52,32	83,71
	36	250	81,33	203,32
6	133	150	0,00	0,00
	584	160	74,06	118,5
	230	160	69,87	139,74
	110	150	0,00	0,00

358	150	0,00	0,00
231	160	76,36	122,17
32	100	74,99	74,99
335	75	0,00	0,00
235	200	35,86	71,72
315	150	84,51	126,77
729	160	0,00	0,00

Tabel A-2
Data Beban Tiap Seksi Penyulang Glintung

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVA)	Persen Beban (%)	Beban Trafo (kVA)
1	196	250	69,47	138,94
	996	200	0,00	0,00
	575	160	51,03	51,03
	141	200	71,76	143,52
	93	250	46,22	46,22
	281	160	60,49	96,78
	51	250	49,50	123,75
2	148	250	49,5	123,36
	210	400	0,00	0,00
	16	250	67,94	169,84
	211	150	73,58	110,28
	40	250	85,76	214,4
	398	160	25,55	40,98
	153	160	69,35	110,96
3	165	200	70,3	140,61
	107	100	45,9	45,9
	762	100	0,00	0,00
	432	160	0,00	0,00
	142	250	66,71	166,77
	449	100	0,00	0,00
4	860	200	36,03	72,05
	114	160	0,00	0,00

Tabel A-3
Data Beban Tiap Seksi Penyalang Asahan

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVA)	Persen Beban (%)	Beban Trafo (kVA)
1	267	100	80,24	109,44
	125	160	137,56	206,34
	124	100	33,99	67,98
	128	160	19,95	19,95
	757	630	0,00	0,00
	623	200	0,00	0,00
	622	100	0,00	0,00
	735	160	33,34	53,33
2	285	25	4,8	1,2
	752	200	34,2	68,3
	582	160	0,00	0,00
3	667	160	0,00	0,00
	354	160	85,46	128,18
	815	630	0,00	0,00
	234	100	66,83	66,83
	314	150	85,17	127,75
	3	200	59,63	119,25
	906	160	0,00	0,00
	354	160	85,46	128,18
	2	200	78,59	147,17
	910	100	0,00	0,00
	234	100	66,83	66,83
	624	630	0,00	0,00
	4	279	37,07	74,15
		528	800	0,00
5	668	250	75	187,5
	865	200	75	150
	654	100	23	36,9
	88	100	75	187,5
	621	100	12,6	20,1
	660	160	6,8	10,9
	445	630	75	120
6	924	200	0,00	0,00
	726	160	29,56	47,84
	735	160	33,34	53,33
	913	100	0,00	0,00
	960	160	0,00	0,00
	372	250	102,24	264,02
	373	160	62,93	100,72
	697	160	93,05	150,22
	434	160	0,00	0,00
	694	160	0,00	0,00
	767	160	0,00	0,00
	734	160	8,90	13,39
	735	160	33,34	53,33
	875	160	31,24	40,59
	938	200	12,35	21,74
	939	100	0,00	0,00
	899	1250	0,00	0,00

Tabel A-4
Data Beban Tiap Seksi Penyalang Wendit

Seksi	No. Trafo	Nominal (kVA)	Persen Beban (%)	Beban Trafo (kVA)
1	224	200	49,50	79,20
2	606	160	43,24	64,86
	28	160	49,35	77,38
3	763	160	126,26	202,02
	844	200	36,54	73,08
4	215	160	43,96	87,91
	577	250	89,50	223,74
5	727	160	73,84	118,14
	185	150	67,61	101,42
	254	150	64,08	0,00
	428	100	57,98	57,98
	469	630	0,00	0,00
	705	50	15,77	7,88
	714	160	34,53	55,25
	715	160	73,84	118,14
	854	100	43,39	43,99
6	537	200	60,06	120,12
	699	100	0,00	0,00
	955	200	18,09	36,19
	956	100	88,66	88,66
	822	100	45,15	90,31
	768	160	37,91	60,65
	769	160	63,85	102,15
	844	200	36,54	73,08
	864	200	27,50	55,00
	974	160	17,17	27,47

Sumber : Data Trafo Distribusi Unit Jaringan Malang

PT. PLN (Persero)

Seksi : Mapping

Bulan : Mei 2005

Tabel A-5
Penghantar AAAC

Penampang Nominal (mm ²)	Jari-Jari (mm)	Urat	GMR (mm)	Impedansi Urutan Positif (Ω /km)	Impedansi Urutan Nol (Ω /km)
16	2,2563	7	1,6380	2,0161 + j0,4036	2,1641 + j1,6911
25	2,8203	7	2,0475	1,2903 + j0,3895	1,4384 + j1,6770
35	3,3371	7	2,4227	0,9217 + j0,3790	1,0697 + j1,6665
50	3,9886	7	2,8957	0,6452 + j0,3678	0,7932 + j1,6553
70	4,7193	7	3,4262	0,4608 + j0,3572	0,6088 + j1,6447
95	5,4979	19	4,1674	0,3396 + j0,3449	0,4876 + j1,6324
120	6,1791	19	4,6837	0,2688 + j0,3376	0,4168 + j1,6251
150	6,9084	19	5,2368	0,2162 + j0,3305	0,3631 + j1,6180
185	7,6722	19	5,8155	0,1744 + j0,3239	0,3224 + j1,6114
240	8,7386	19	6,6238	0,1344 + j0,3158	0,2824 + j1,6033

Tabel A-6
KHA Penghantar Campuran Aluminium Telanjang (AAAC)

Luas Penampang (mm ²)	KHA terus menerus (A)
16	105
25	135
35	170
50 (7 kawat)	210
50 (19 kawat)	210
70	255
95	320
120	365
150	425
185	490
240	585
300	670
400	810
500	930
630	1075
800	1255
1000	1450

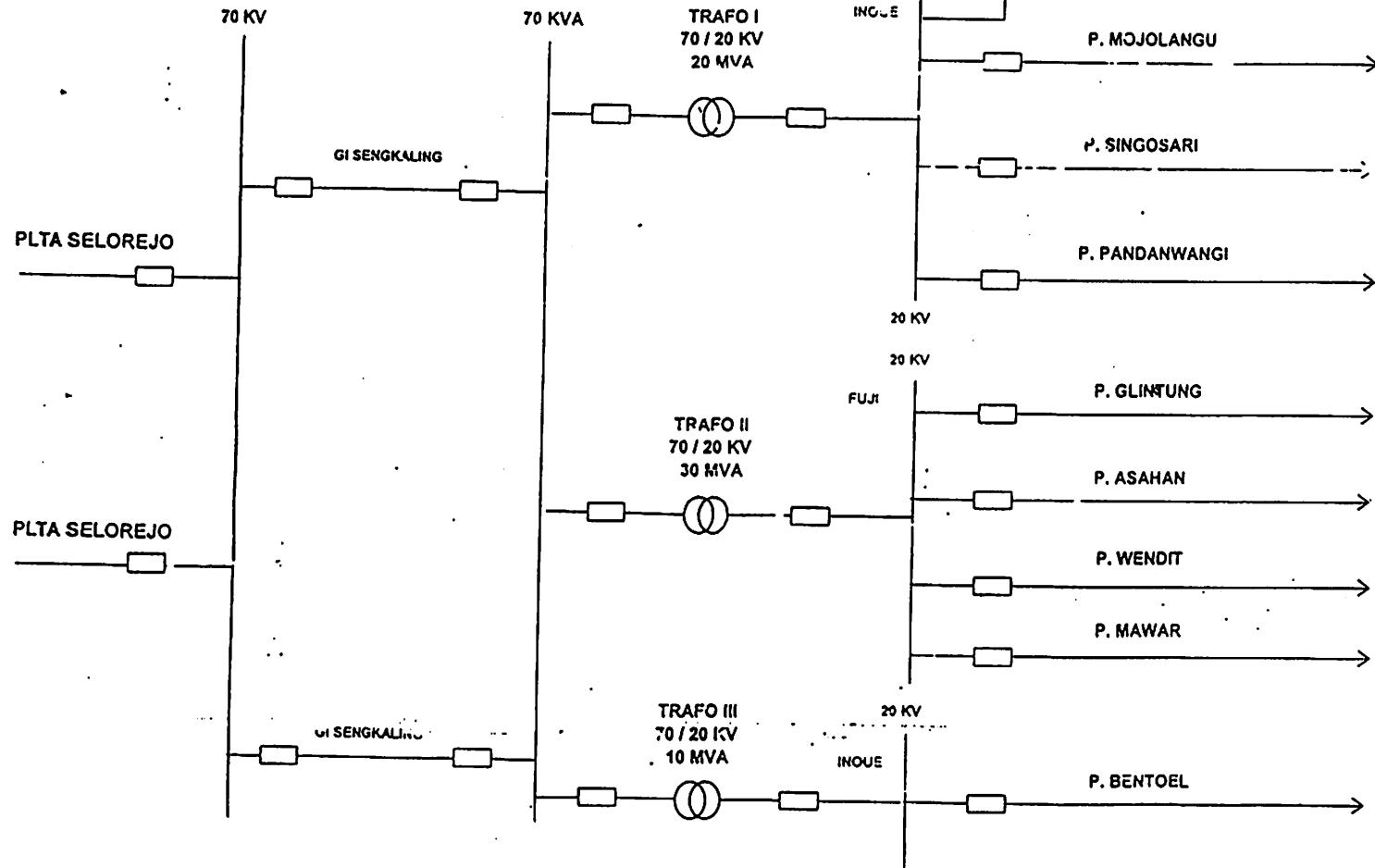
Tabel A-7
Pengelompokan Switch

Penyalur	Seksi	Switch	Jumlah Beban (kVA)
Mawar	1	1	2286,80
	2	2	745,25
	3	3	1120,78
	4	4	921,11
	5	5	544,81
	6	6	653,89
Glintung	1	7	600,24
	2	8	769,82
	3	9	353,28
	4	10	72,05
Asahan	1	11	457,04
	2	12	69,5
	3	13	784,19
	4	14	74,15
	5	15	712,90
	6	16	745,18
Wendit	1	17	79,2
	2	18	142,24
	3	19	275,1
	4	20	311,65
	5	21	458,81
	6	22	697,62

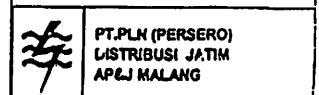
SINGLE LINE DIAGRAM

SINGLE LINE DIAGRAM

GI. BLIMBING

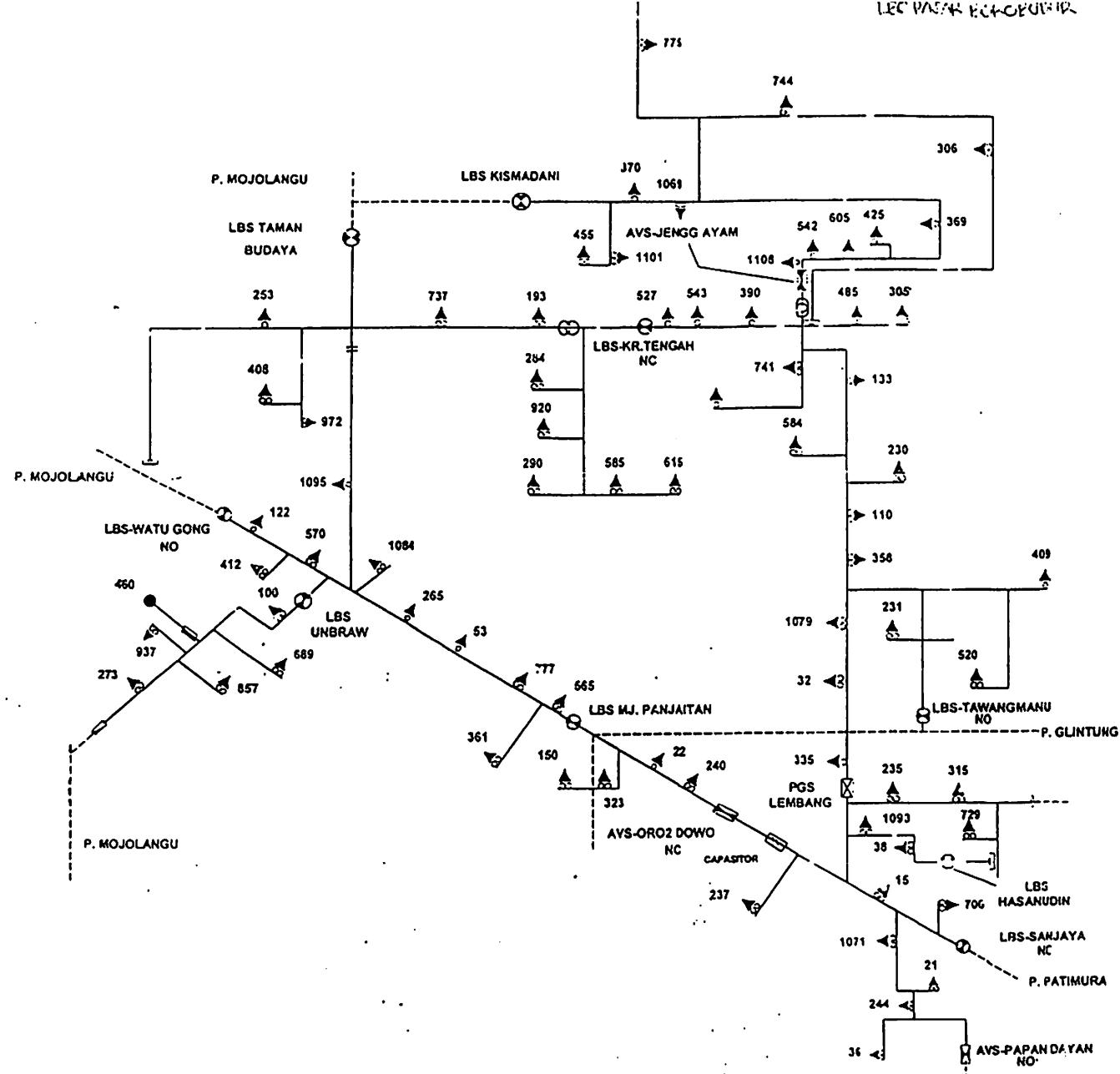


- (○) : TRANSFORMATOR
- (—) : PEMUTUS
- (→) : PENYULANG

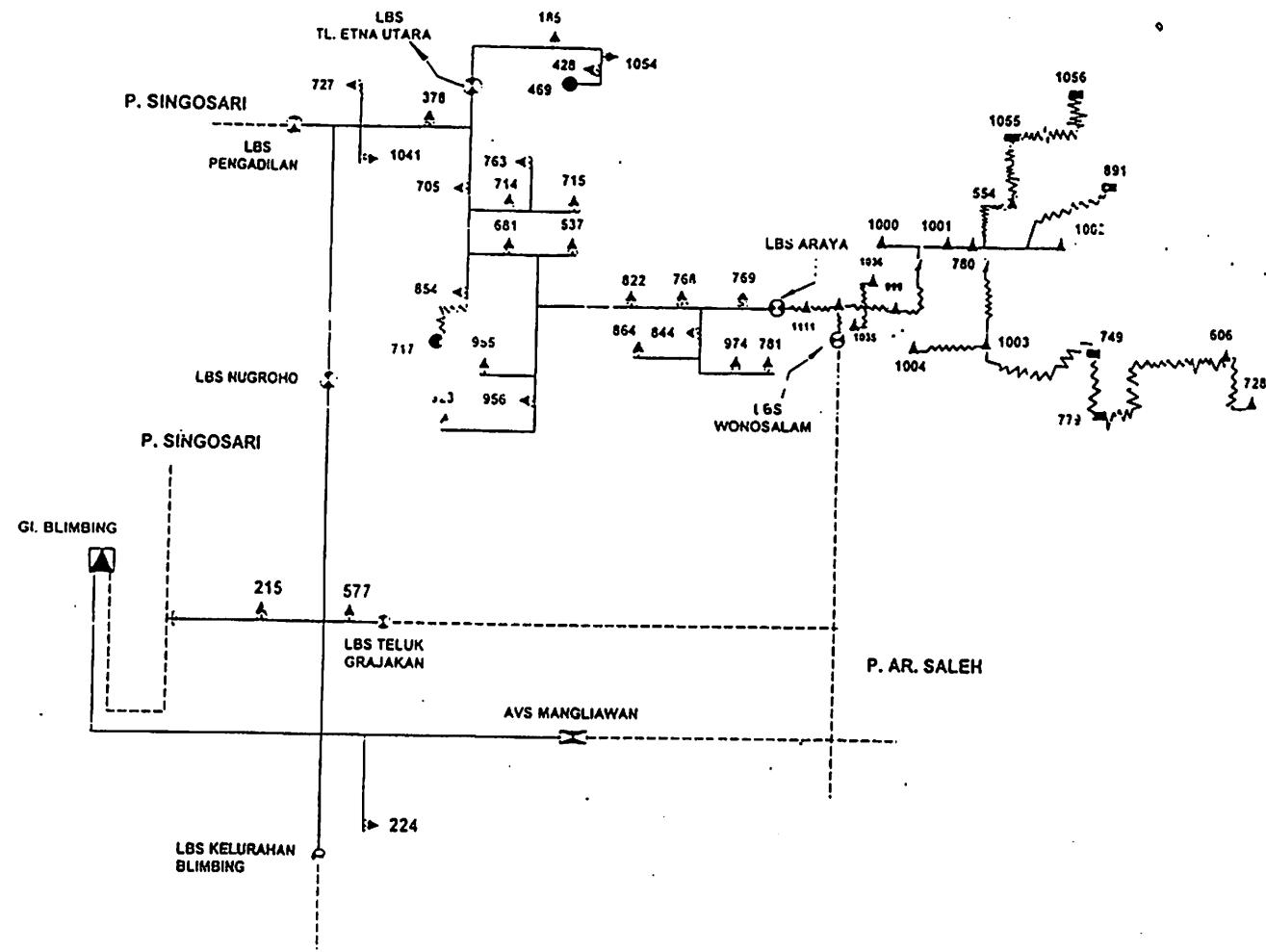


SINGLE LINE DIAGRAM
GARDU INDUK BLIMBING

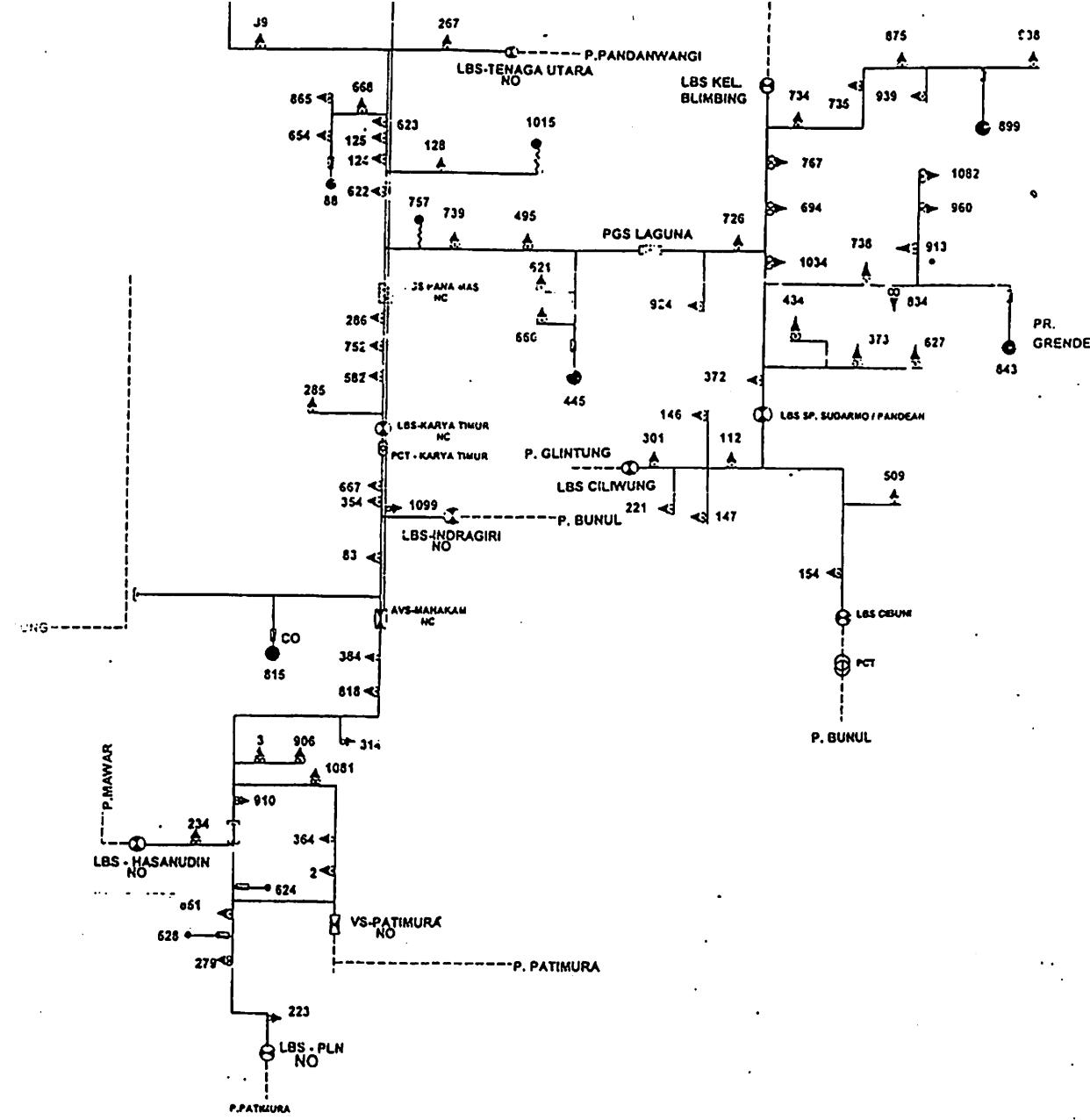
DITAMBAR	DIPERIKSA	DISETUJUH
OPDIST	DUJUMADIL D	ARISF H



	PT.PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM AP&J MALANG	
P. MAWAR GI. BLIMBING		
DIGITALISASI	DIPERIKSA	DISELEKSI
OPDST	DUJUMADIL.D	ARIF H



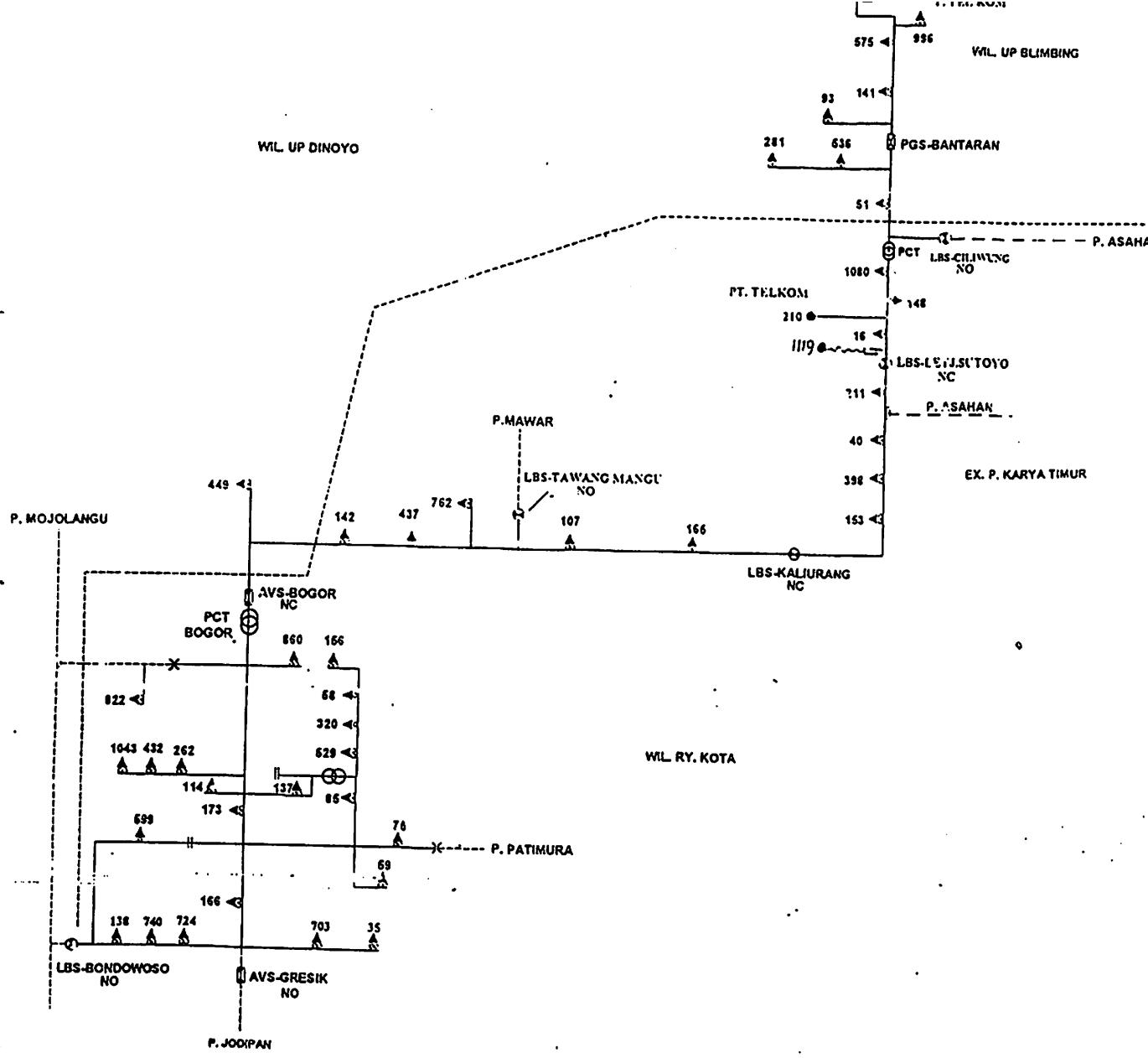
	PT.PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM AP&J MALANG	
P. WENDIT GI. BLIMBING		
DIGAMBAR	DIPERUSA	DISETJUH
OPOSTIT	OJUMADOL	ARIEF H



 PT.PLN (PERSERO)
 DISTRIBUSI JATIM
 AP&J MALANG

P. ASAHAH
GI. BLIMBING

DIGAMBAR	DIPERKASA	DISETJUJA
OPOST	GUJADLO	ARIEF H

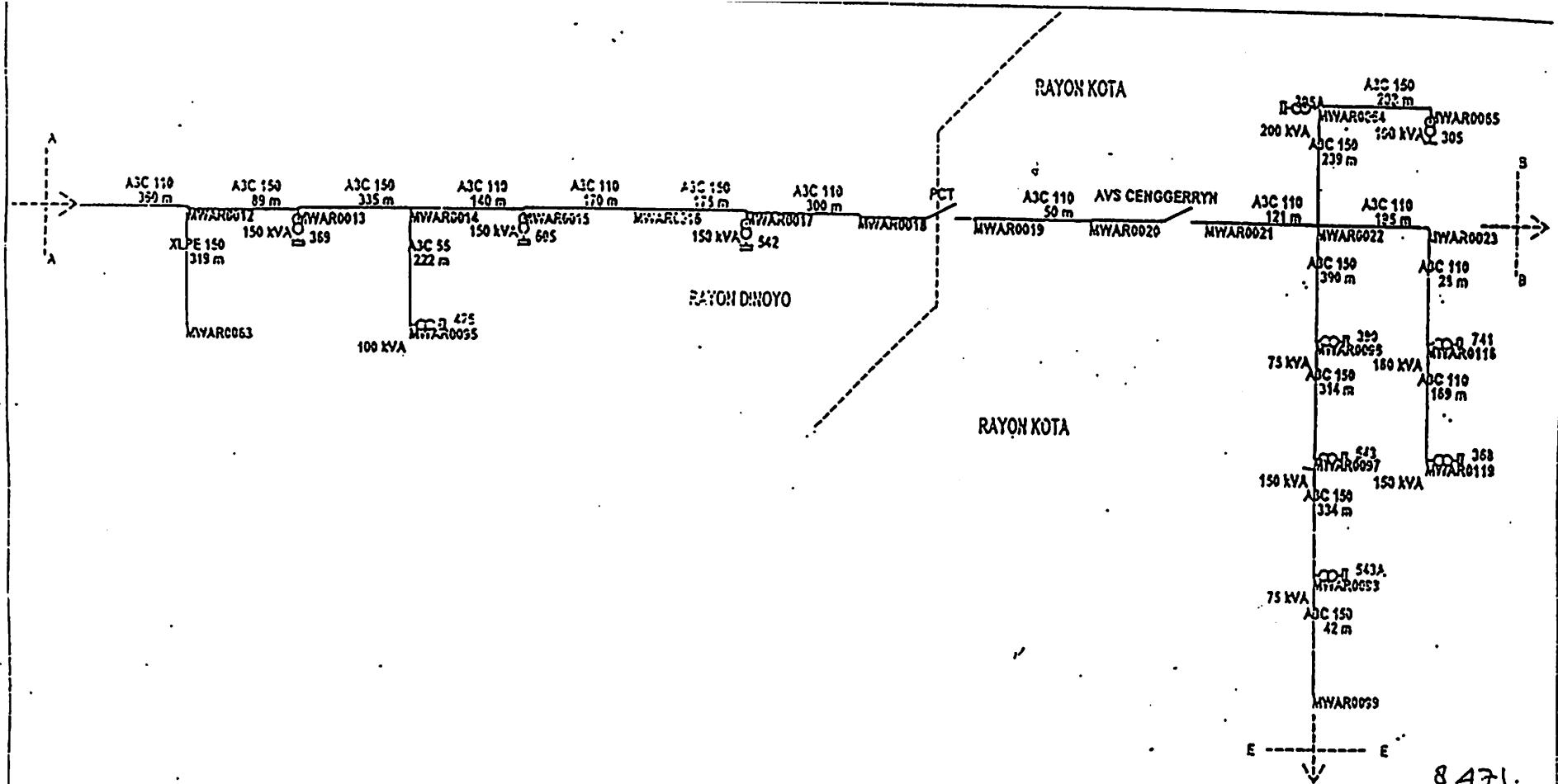


GI
PGS
AVS
CO
LBS
RECLOSER
SUTM 20 KV
PCT

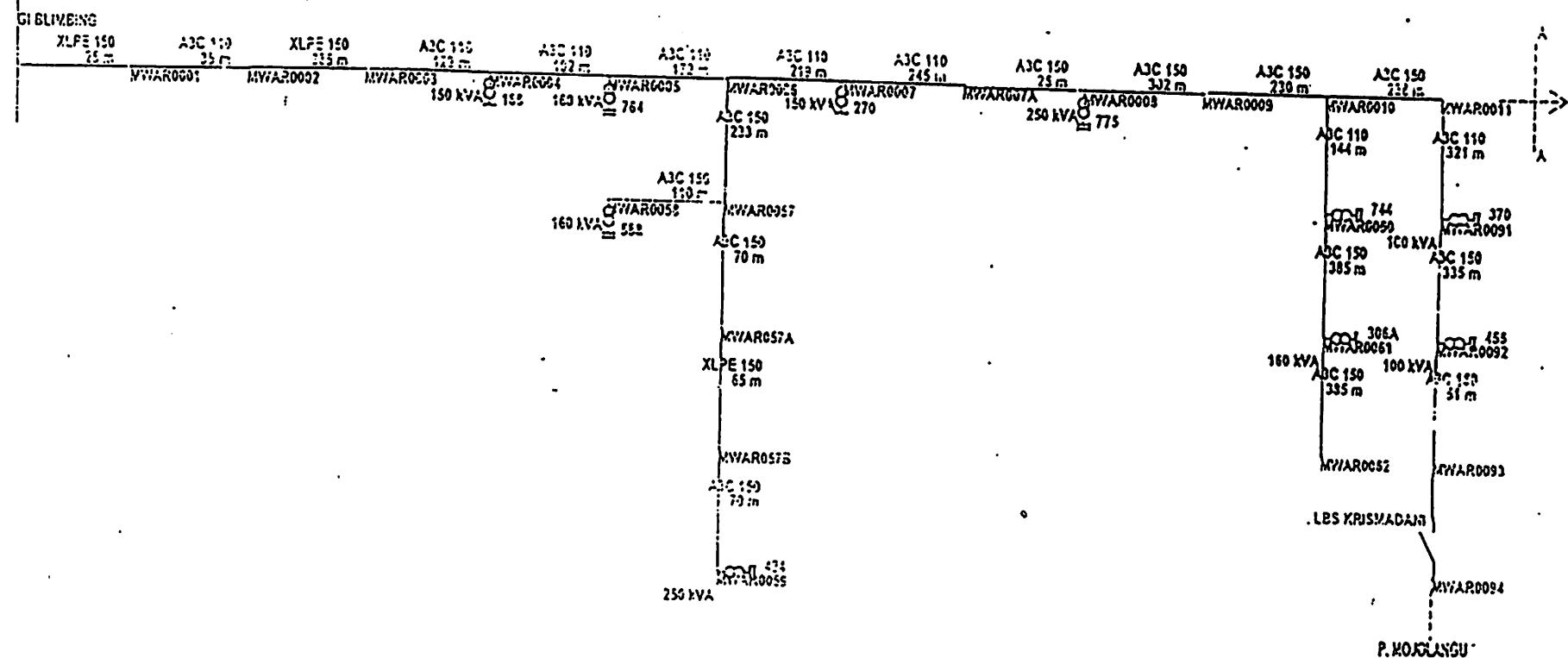
 PT.PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
AP&J MALANG

P. GLINTUNG
GI. BLIMBING

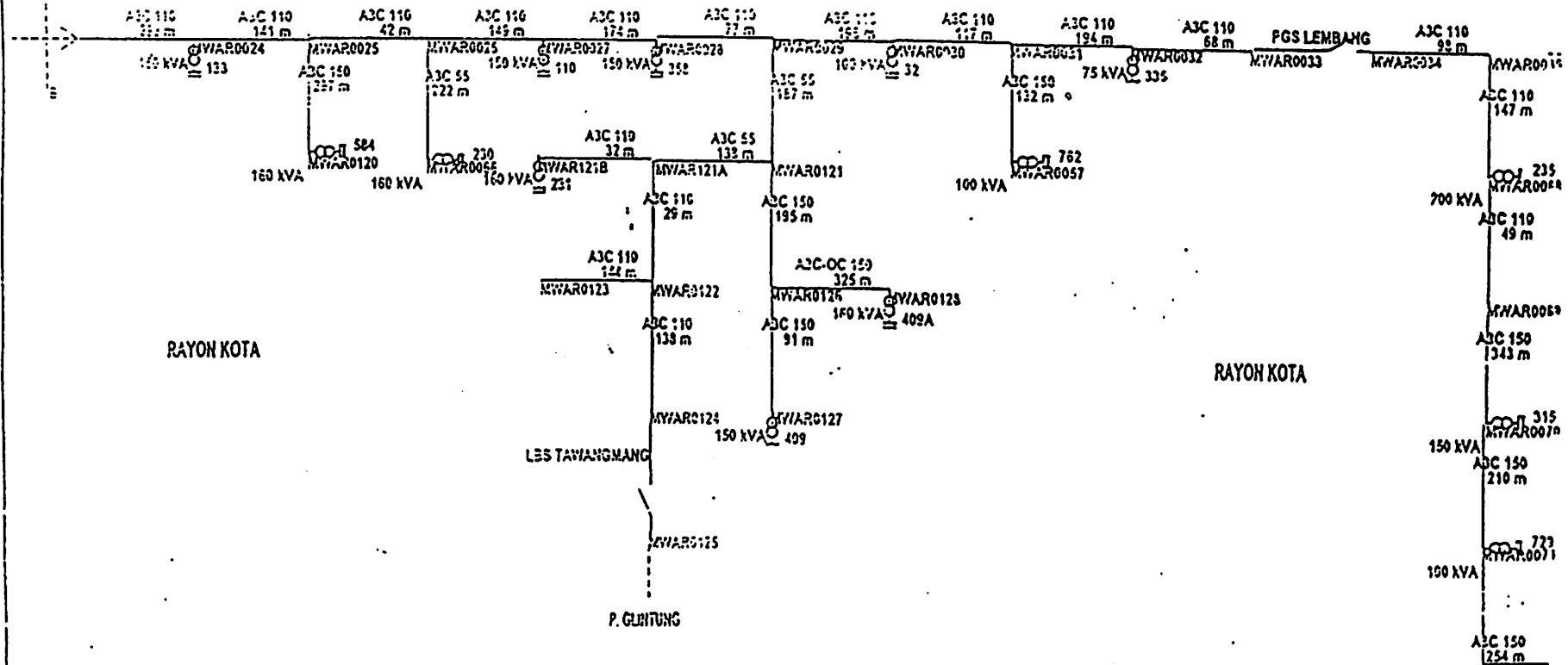
DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISETUJUI
OPODIST	DUJUMADI D	AREUF H



PT. PLN (PERSERO)	
JASA ENGINERING	
Project Name: PENURUNAN SUSUT KWH	
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG MWAR	
Design By :	Coding No.:
Drawn By :	
Approved By :	4102-3100-L-51-DS-MWAR-013-C2-0
Checked By :	
Date : SEPTEMBER, 2000	Rev.: 0



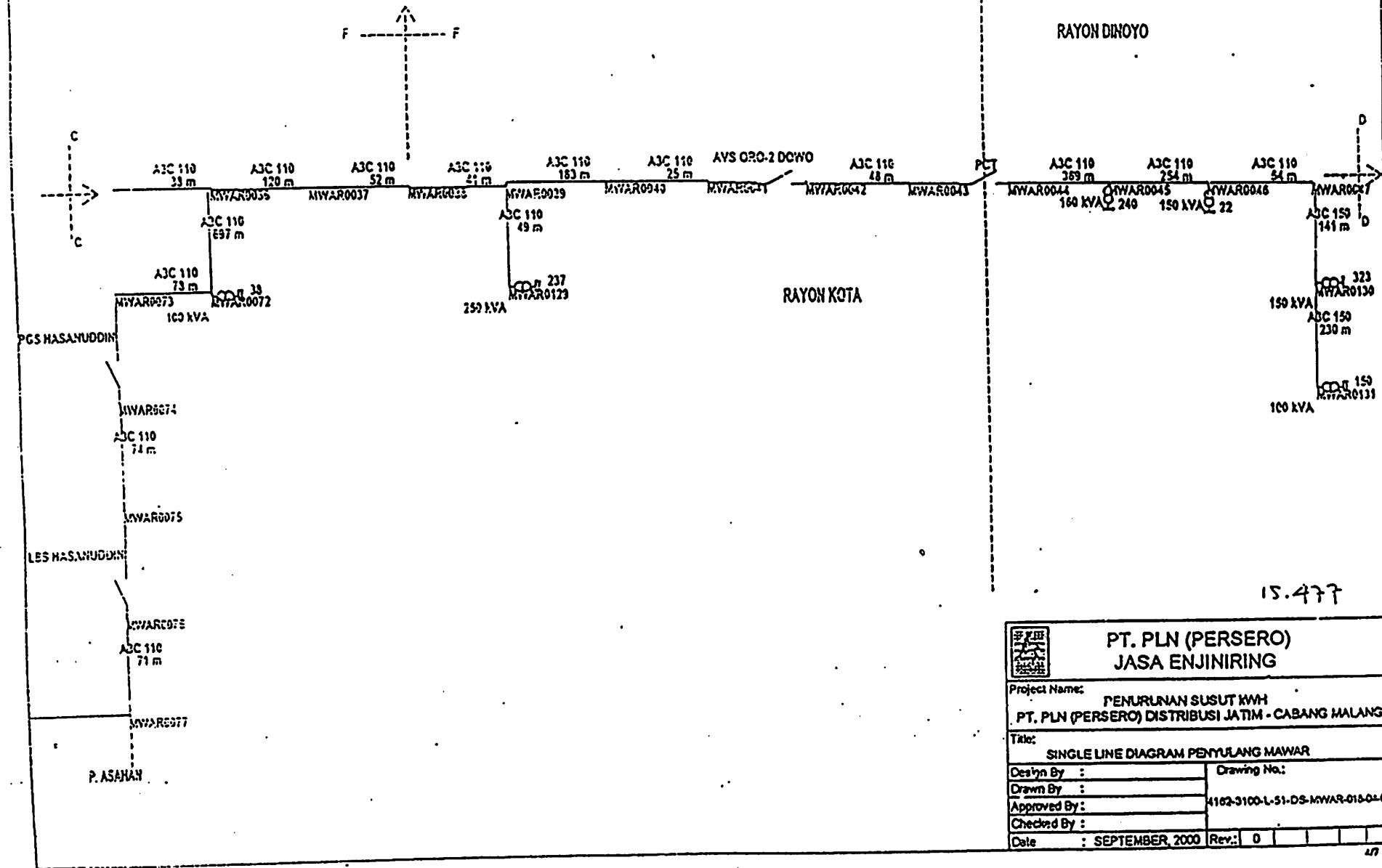
	PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING	
Project Name: PENURUNAN SUSUT kWh PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG		
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG MAVOR		
Design By :	Drawing No.:	
Drawn By :		
Approved By :	4102-3100-L-31-DS-MVAR-013-01-0	
Checked By :		
Date : SEPTEMBER, 2000	Rev. : 0	



12.653

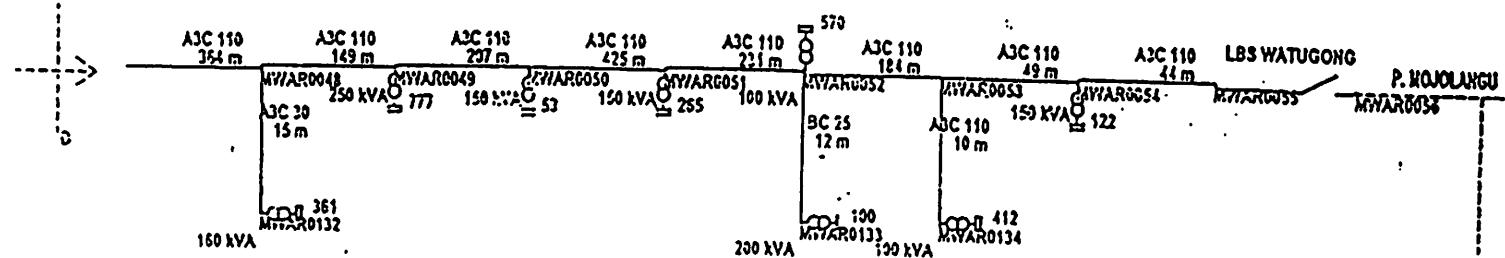
 PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING	
Project Name : PENURUNAN SUSUT XWH	
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG M	
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENGULANG MAJAPAHIT	
Design By :	Drawing No.:
Drawn By :	
Approved By :	4102-3100-L-51-DS-MWAR0033
Checked By :	
Date : SEPTEMBER, 2000	Rev.: 0

RAYON DINYO



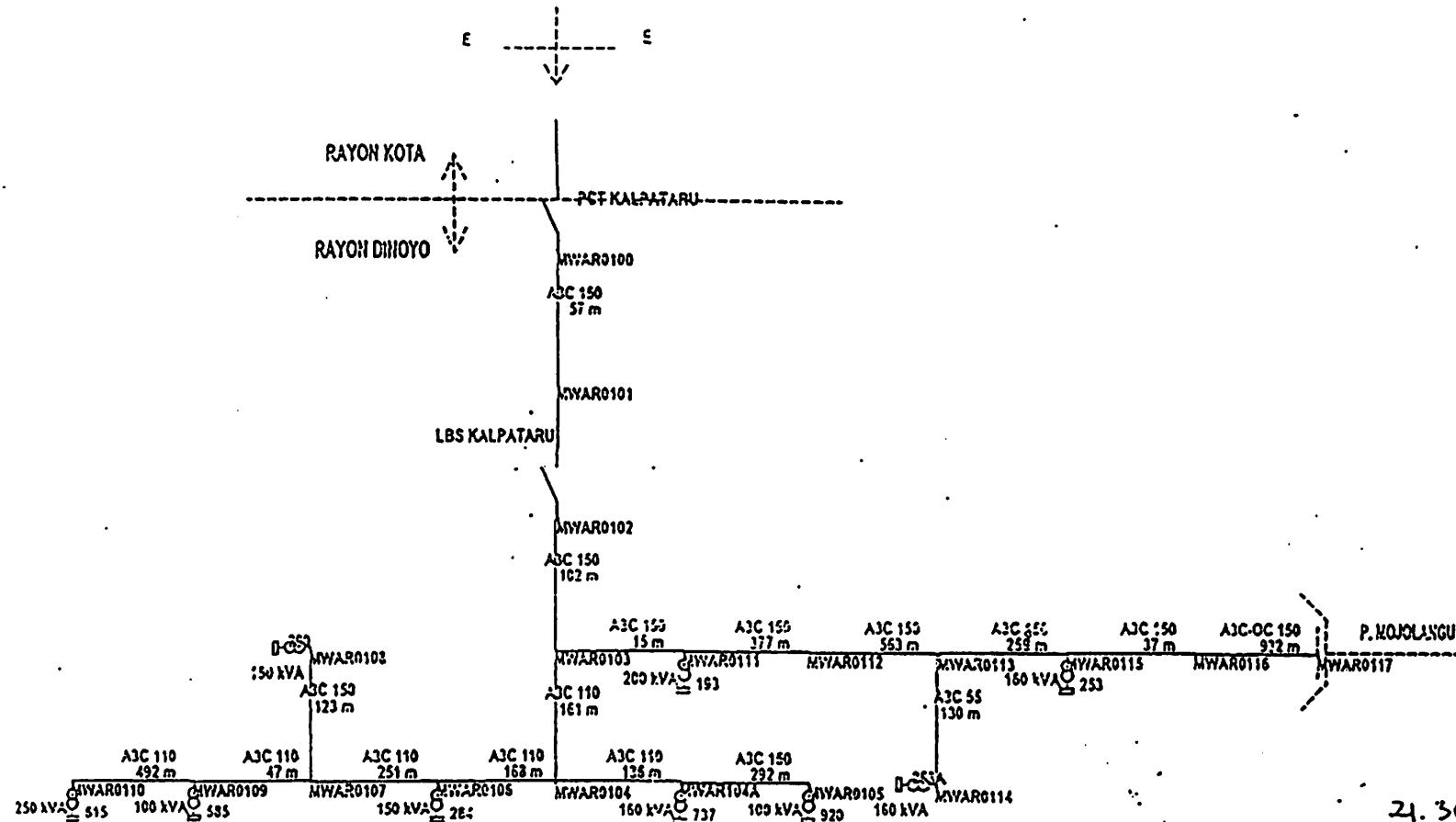
PT. PLN (PERSERO)
JASA ENGINERING

Project Name: PENURUNAN SUSUT KWH	
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG MAWAR	
Design By:	Drawing No.:
Drawn By:	
Approved By:	4162-3100-L-51-DS-MWAR-0130LO
Checked By:	
Date : SEPTEMBER, 2000	Rev.: 0

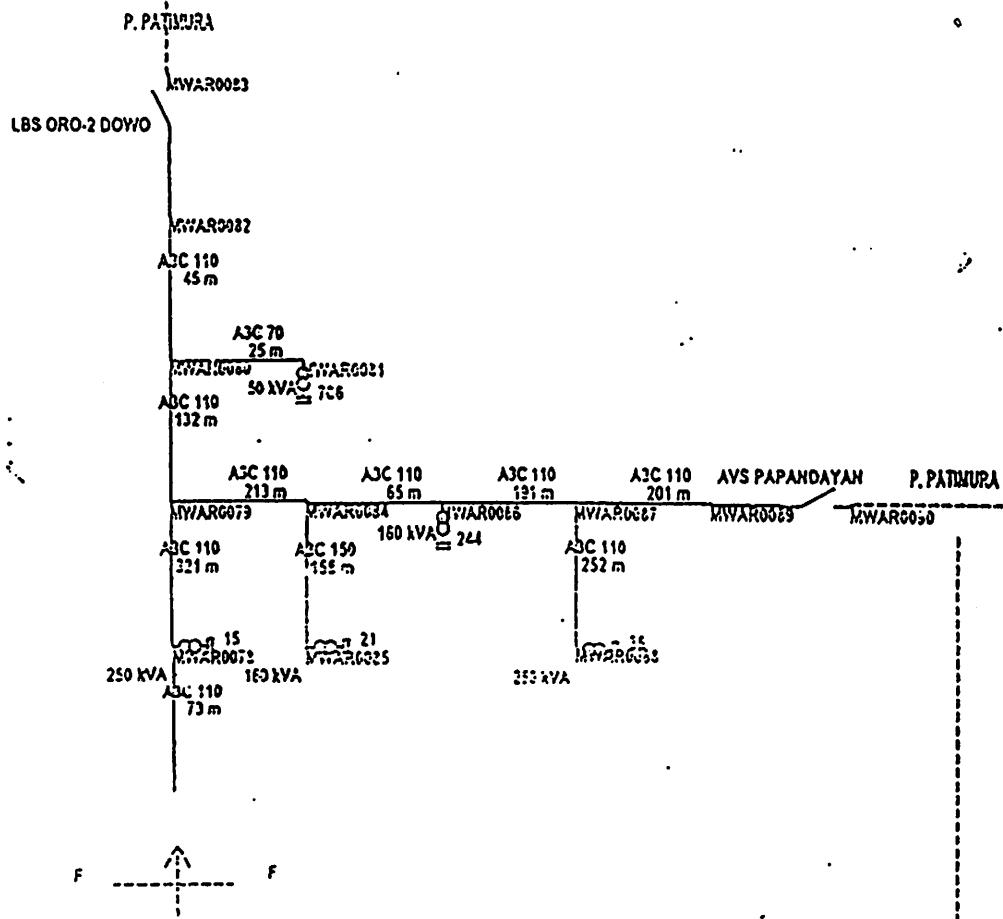


17.167

 PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING	
Project Name: PENURUNAN SUSUT KWH	
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG MAWAR	
Design By :	Drawing No.:
Drawn By :	
Approved By :	4162-3100-L-51-DS-MWAR-01&02-0
Checked By :	
Date : SEPTEMBER 2000	Rev.: 0

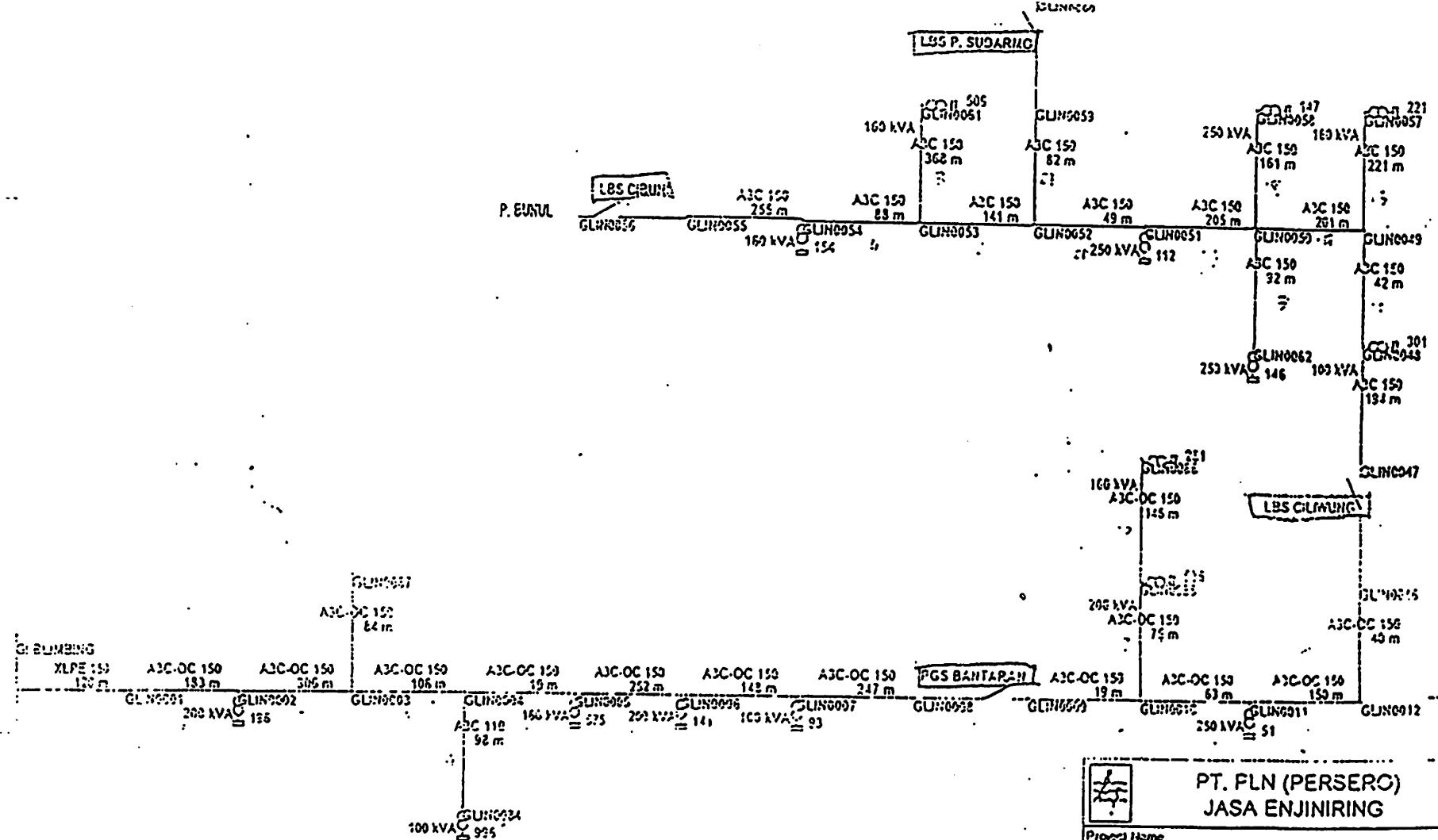


	PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING
Project Name: PENURUNAN SUSUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG MAWAR	
Design By :	Drawing No.:
Drawn By :	
Approved By :	4102-3100-L-S1-DS-MWAR-015-0
Checked By :	
Date : SEPTEMBER, 2000	Rev.: 0



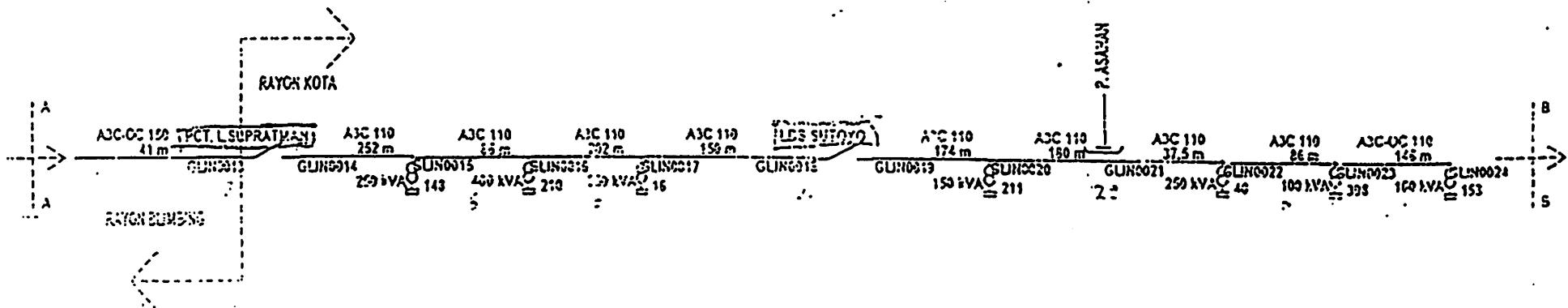
PT. PLN (PERSERO)
JASA ENGINERING

Project Name:	
PENURUNAN SUSUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Title:	
SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG MAWAR 22,985	
Design By :	Drawing No.:
Drawn By :	
Approved By:	4102-3100-L-51-OS-MVAR-015-G7-0
Checked By :	
Date : SEPTEMBER, 2000	Rev.: 0

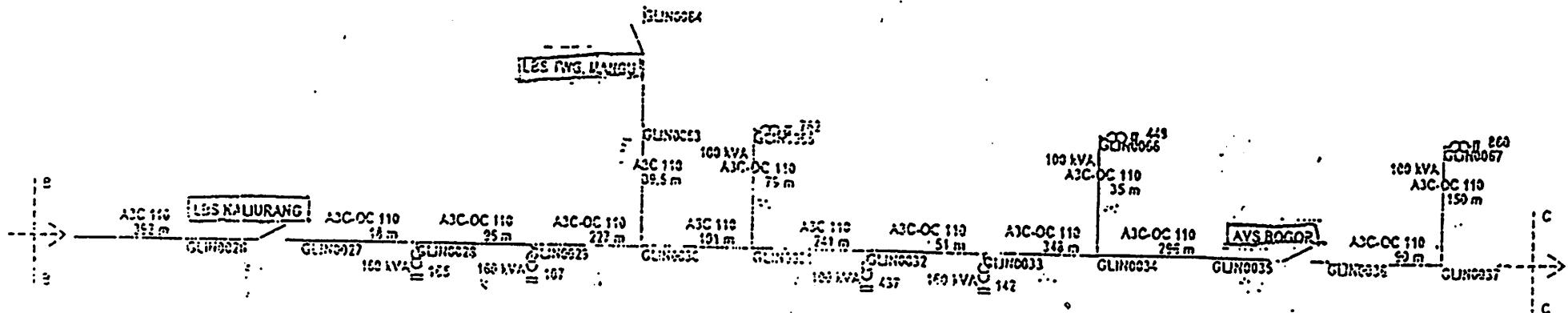


PT. PLN (PERSERO)
JASA ENGINERING

Project Name:	PENYULANGAN SUSUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CATANG MAIA 17
Date:	SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANGAN GLUNGTING
Drawn By:	Approved By: 4162-3100-L-51-DS-GLTU-01001
Checked By:	Checked By: SEPTEMBER, 2009 Rev: 0
Date:	10/09/2009

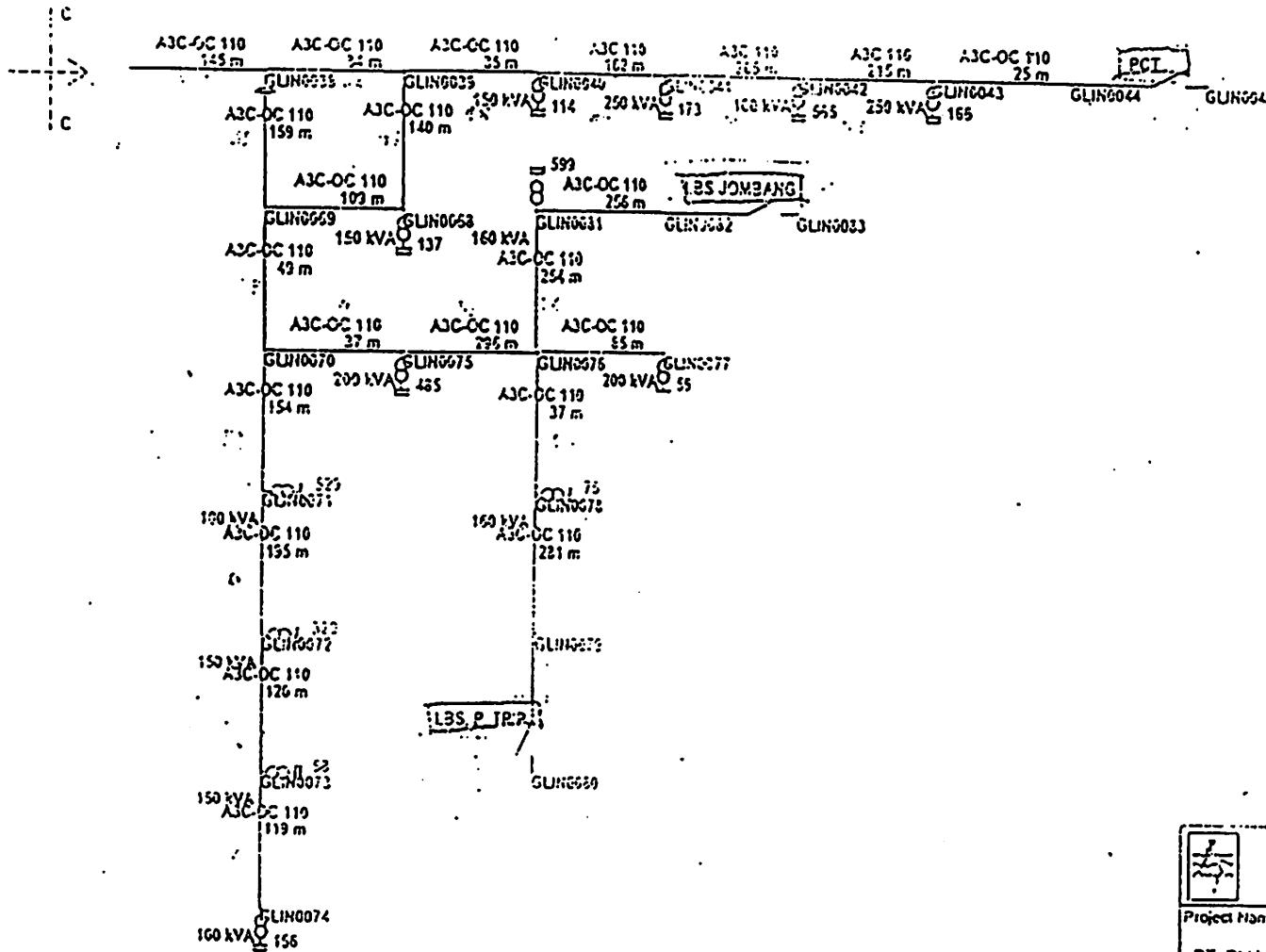


	PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING	
Project Name: PENURUNAN SUSUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG		
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG GUNUNG		
Drawn By:	Drawing No.: 41.02-31051-01-05-CL 1001522	
Drawn By:		
Approved By:		
Checked By:		
Date: SEPTEMBER, 20XX	Rev.: 0	



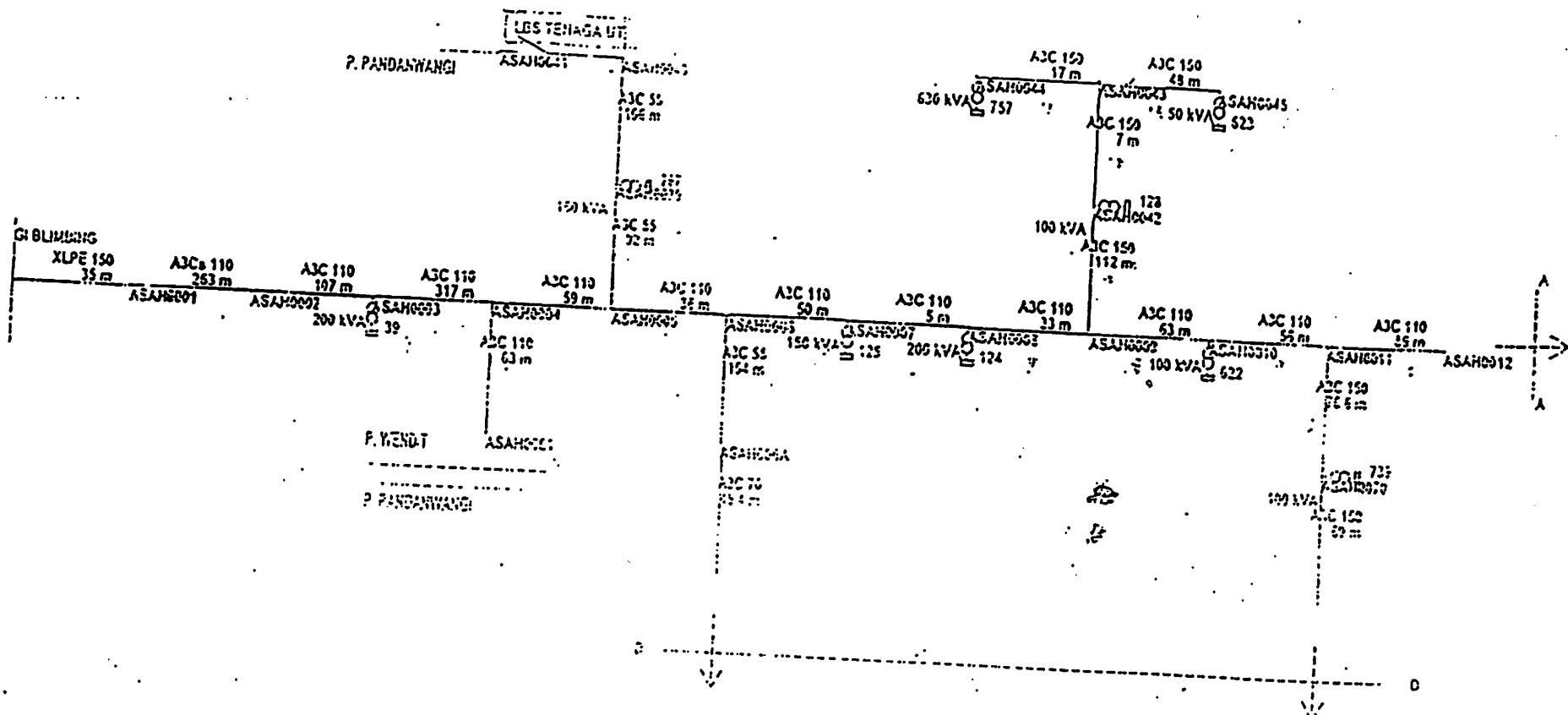
PT. PLN (PERSEPO)
JAŞA ENJINIRING

Project Name:	
PT. PLN (PERSEPO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MAIAZ	
Title:	
SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG GUNTUR 3	
Design By:	Reviewing No.:
Drawn By:	
Approved By:	41603100101000000000
Checked By:	
Date:	Rev. 0



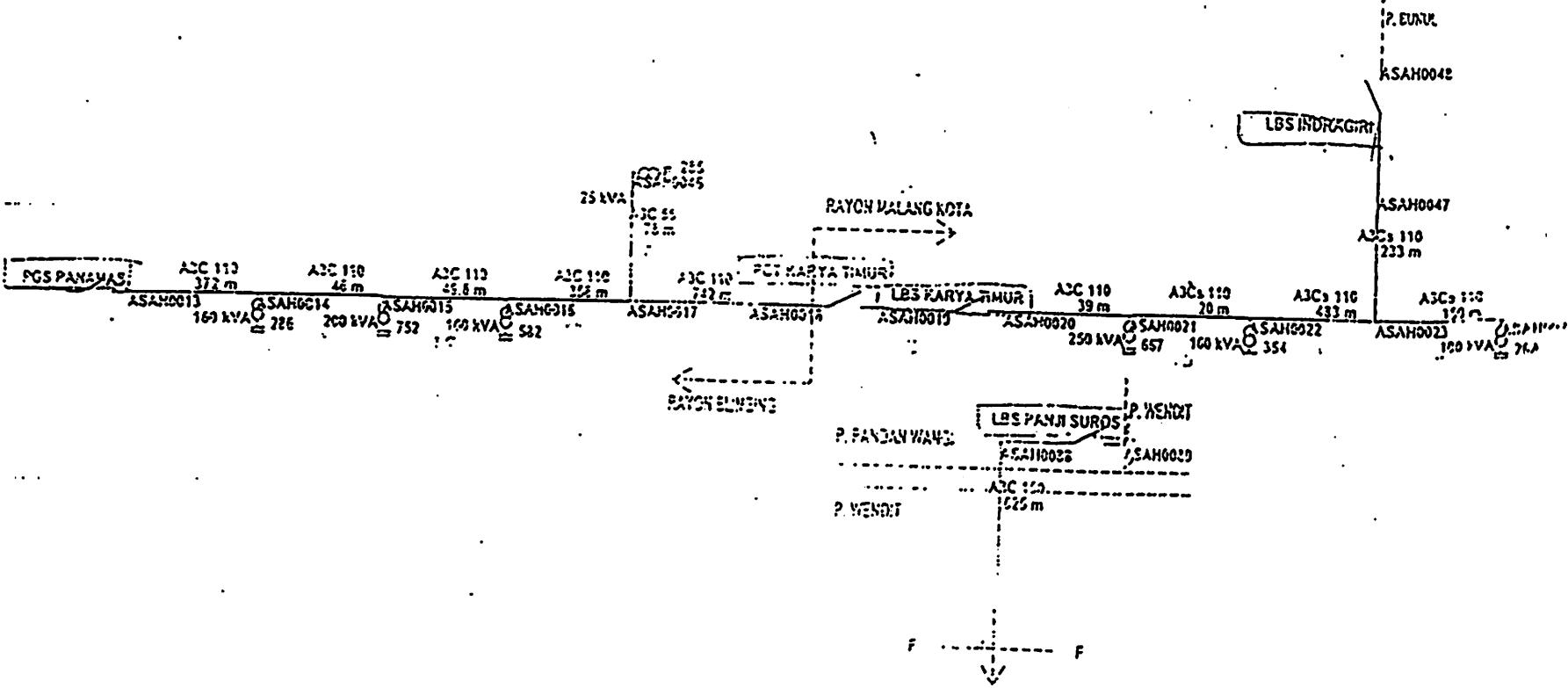
PT. PLN (PERSERO)
JASA ENJINIRING

Project Name:	PENURUNAN SUSUT KWH	
	PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG	
Date:	SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG GUNTUR	
Design By :	Drawing No.	
Drawn By :		
Approved By :	10033109 L 21-05-2011	



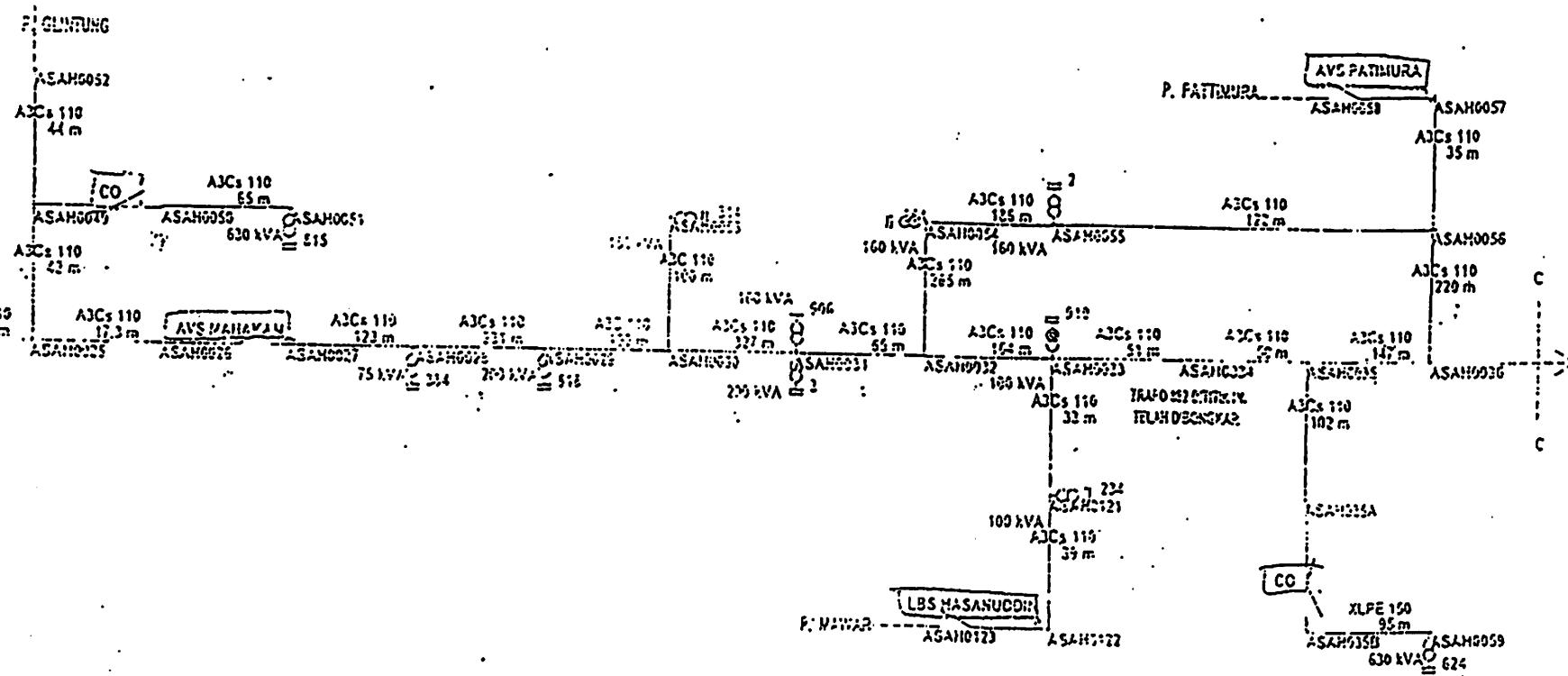
PT. PLN (PERCERO)
JASA ENGINERING

Project Name:	PENURUNAN SUSUT kWh PT. PLN (PERCERO) DISTRIBUJATIM - CABANG MALANG
Date:	
SINGLE LINE DIAGRAM PENYIAKITING ACARAH	
Design By:	
Drawn By:	
Approved By:	
Checked By:	
Date:	2010-11-09



**PT. PLN (PERSEKSI)
JASA ENGINERING**

Project Name:	
PENURUMAN SUGUT WAH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CASSI	
Date:	
SINGLE LINE DIAGRAM PENYULUHAN	
Design By:	Editor By:
Drawn By:	Reviewer By:
Approved By:	Accepted By:
Checked By:	Supervisor By:
Date:	Rev:
SEPTEMBER, 2020	

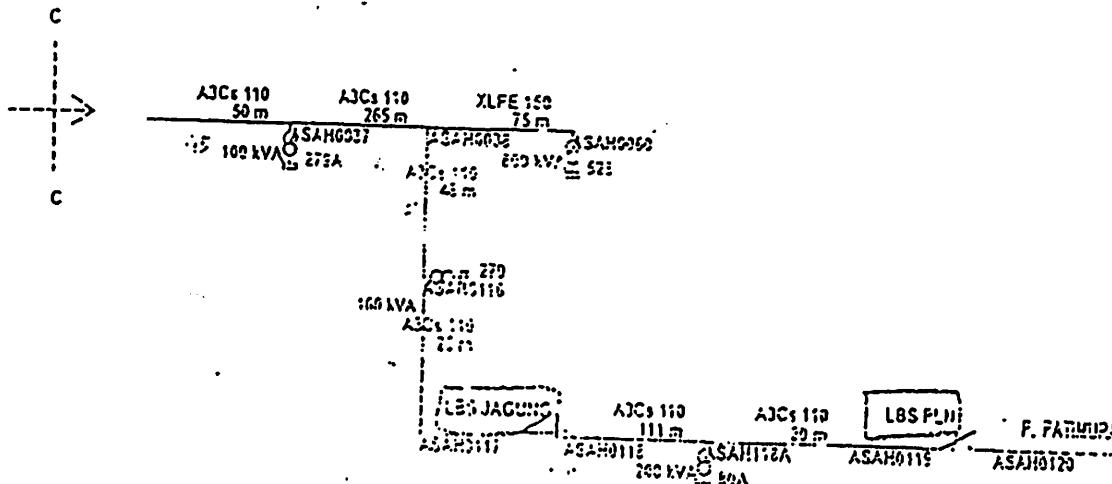


PT. PLN (PERSERO)
JASA ENGINERING

PERIJURUANAI SUSUT kWh
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG

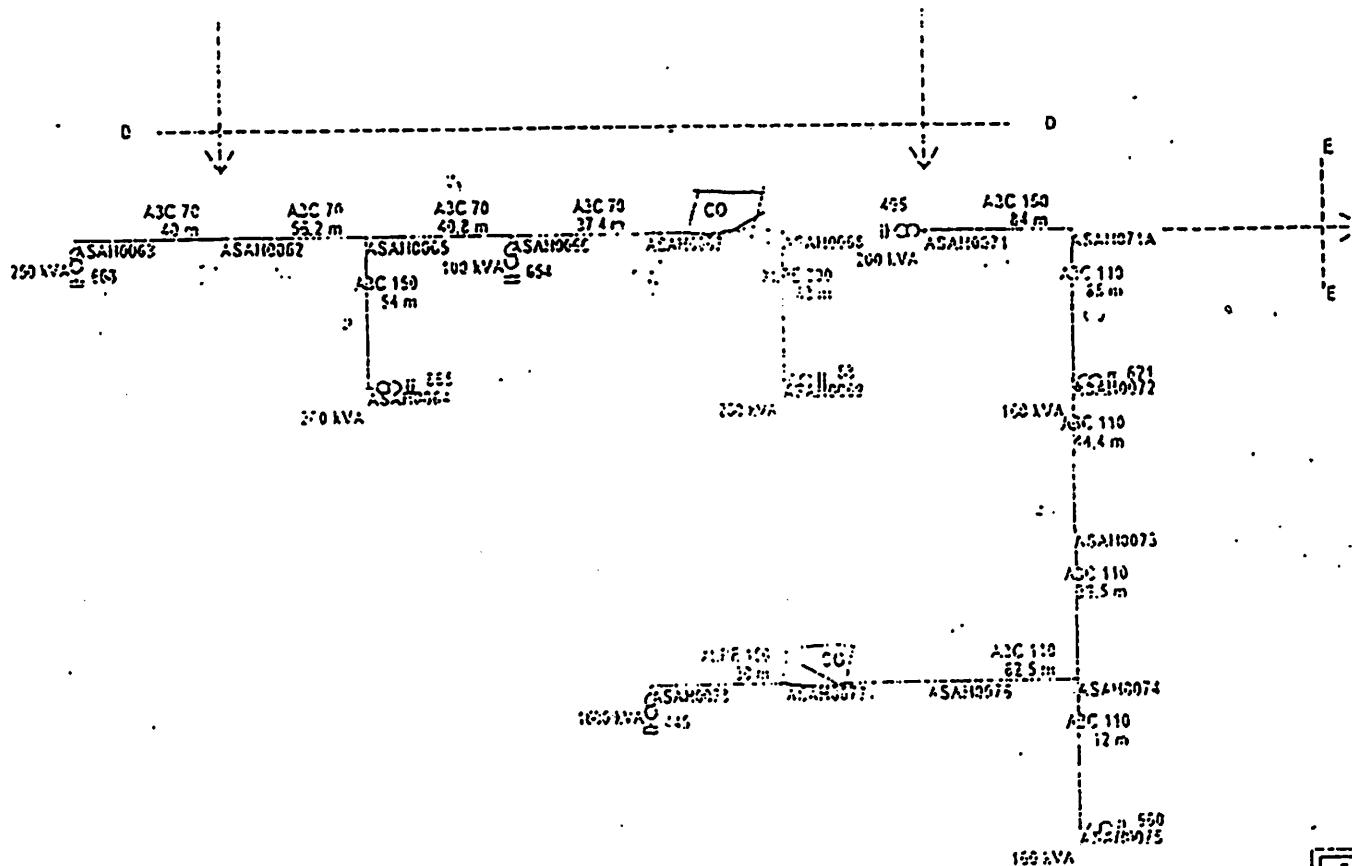
SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG ASAHO54

Design By	Crowne Ibu
Drawn By	
Approved By	4162 31/01/2021 DT AGO INI 01/2/2020
Checked By	
Date	01/02/2021 10:24 AM



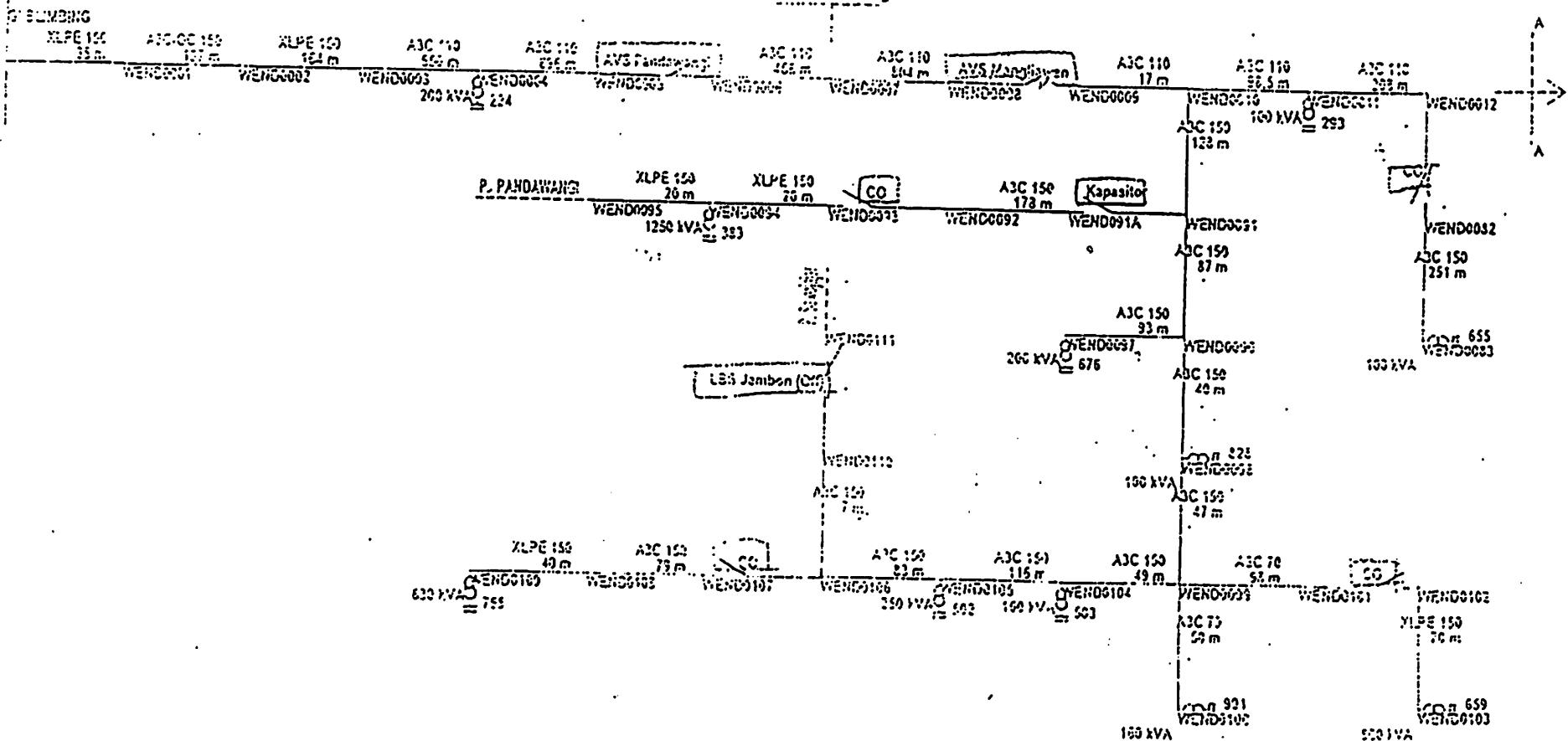
PT. PLN (PERSERO)
JASA ENGINERING

Project Name: PENURUNAN SUSUT KWH
PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MADIUN
Drawing No.:
SINGLE LINE DIAGRAM PEMULANG ASAHAH
Drawn By: Drawing No.:
Approved By: Date: 4162-3100-L-S-DS-ASHAH/03/2016
Checked By:



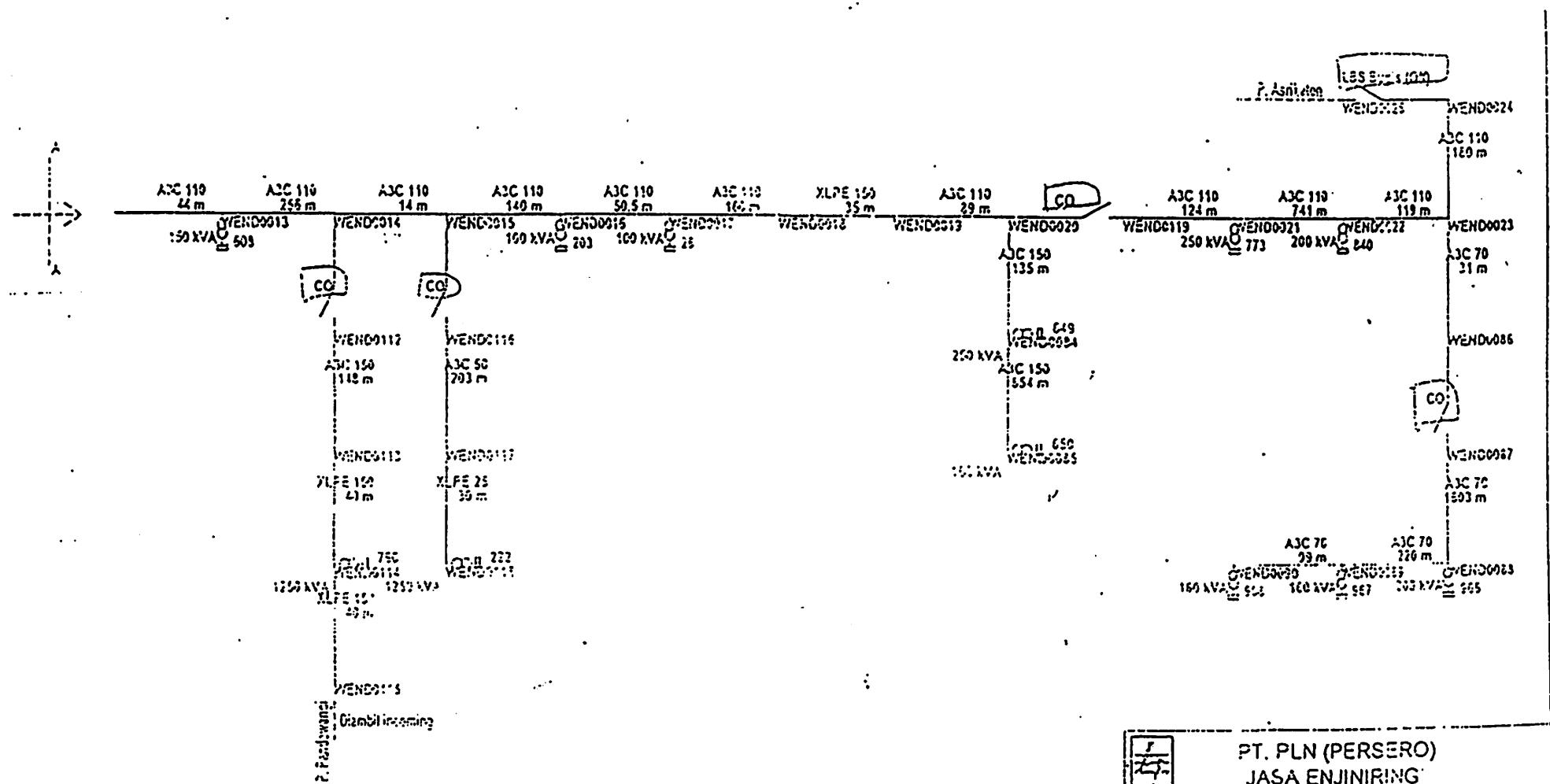
PT. PLN (PERSERO)
JASA ENJINIRING

Project Name:	PENURUNAN SUSUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Date:	SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG ASAHAN	
Design By:	Drawing No:	
Drawn By:		
Approved By:		4162-3102-L-S1-DS-ASAHAN-013
Checked By:		
Date:	SEPTEMBER, 2000	Rev.: 0

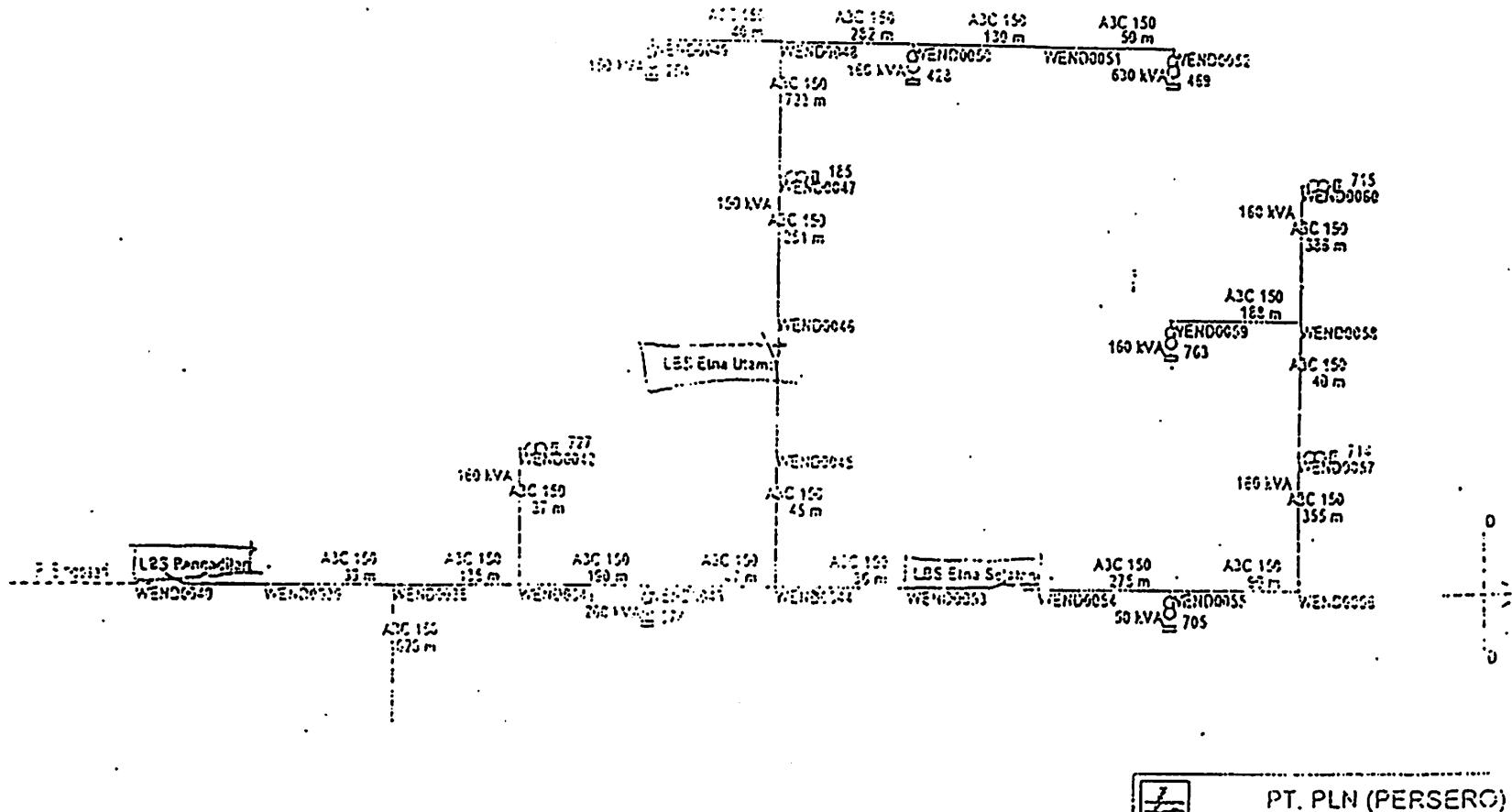


PT. PLN (PERSERO)
JASA ENGINERING

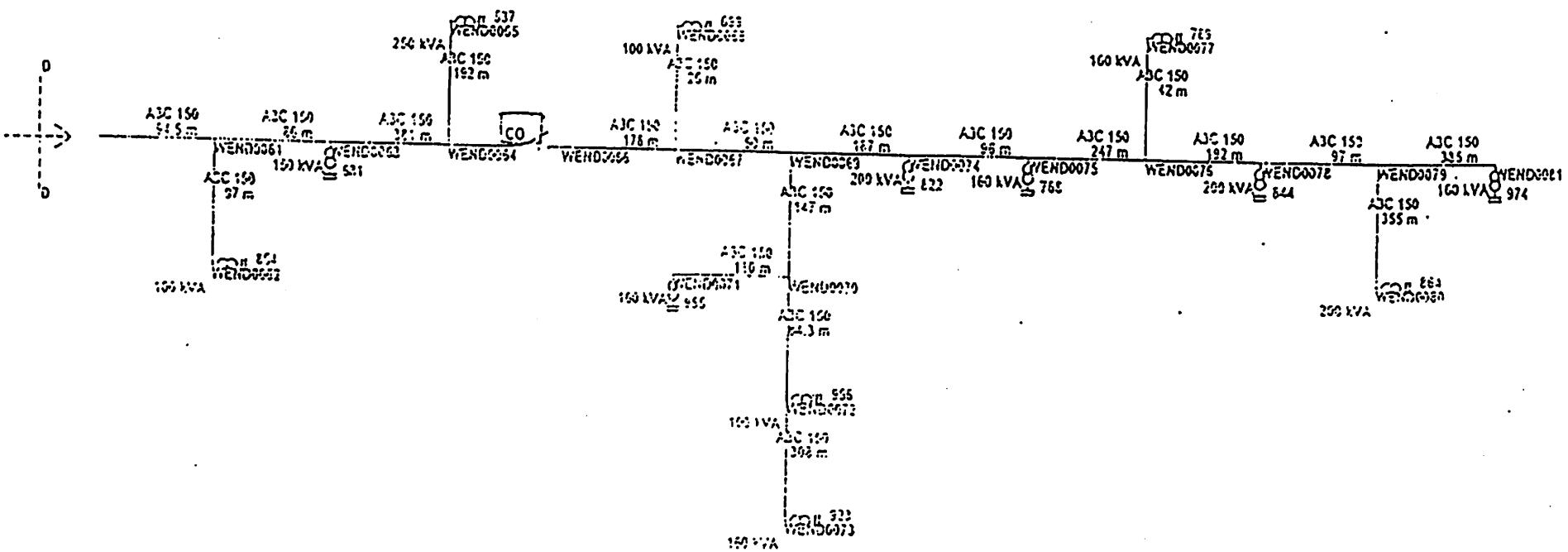
Project Name:	
PENURUNAN SUSUT kWh PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
149	
SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG WENDIT	
Drawn By:	Drawn By:
Drawn By:	Drawn By:
Approved By:	Approved By:
Checked By:	Checked By:
Date:	SEPTEMBER, 2020 Rev. 5



		PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING	
Project Name: PENURUNAN SUGUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG			
Title: SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG WEI-COT			
Design By:	DIAKARINA		
Drawn By:	A. MULYONO		
Approved By:	A. MULYONO		
Checked By:	A. MULYONO		
Date:	SEPTEMBER, 2009 Rev. 0		



	PT. PLN (PERSERO) JASA ENJINIRING
Project Name:	PENURUNAN SUSUT KWH PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG KALITIM
Date:	SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG WEND 41
Drawn By:	Drawing No.
Drawn By:	
Approved By:	416331031-51-000000000000000000



	PT. PLN (PERSERO) JASA ENGINERING	
Project Name:	PENURUNAN SULUT KM PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM - CABANG MALANG	
Date:	SINGLE LINE DIAGRAM PENYULUNG WENDIT	
Design By:	Drawing No.	
Drawn By:		
Approved By:	4107-3100-L-1-05-WEND-012-006	
Checked By:		
Date:	SEPTEMBER 2001 IPM [0]	

LISTING PROGRAM

LISTING PROGRAM

```
unit uAbout;

interface

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

type
  TfrmAbout = class(TForm)
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmAbout: TfrmAbout;

implementation

{$R *.dfm}

end.
```

```
unit uHasil;

interface

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

type
  TfrmHasil = class(TForm)
    TabSheet2: TTabSheet;
    fGBus: TStringGrid;
    TabSheet3: TTabSheet;
    fgBranch: TStringGrid;
    TabSheet4: 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;
    TabSheet9: TTabSheet;
    Panel1: TPanel;
    btnClose: TButton;
    btnHitung: TButton;
    TabSheet1: TTabSheet;
    TabSheet5: TTabSheet;
    TabSheet6: TTabSheet;
    TabSheet7: TTabSheet;
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    Series2: TLineSeries;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
```

```
Label5: TLabel;
lblGen2: TLabel;
lblLoad2: TLabel;
lblLoss2: TLabel;
edtSumGen2: TEdit;
edtSumLoad2: TEdit;
edtSumLoss2: TEdit;
edtIterasi2: TEdit;
edtTime2: TEdit;
fgBranch2: TStringGrid;
fgBus2: TStringGrid;
PageControl1: TPageControl;
GroupBox2: TGroupBox;
Label6: TLabel;
Label7: TLabel;
edtNLoop: TEdit;
edtKp: TEdit;
btnUseDefault: TButton;
GroupBox3: TGroupBox;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
edtSebelum: TEdit;
edtSesudah: TEdit;
btnCreate: TButton;
GroupBox5: TGroupBox;
fgOS: TStringGrid;
pbCount: TProgressBar;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label18: TLabel;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure btnHitungClick(Sender: TObject);
procedure btnCreateClick(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure edtNLoopChange(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;
```

implementation

```
uses uUtils, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex, uTopology,
    uRecursive, uMatrix, uFitness;

{$R *.dfm}

var Nsal:integer;
    CostSebelum,CostSesudah:double;

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

procedure TfrmHasil.btnHitungClick(Sender: TObject);
var ia,ja,i,Nbus:integer;
    mulai,selesai,selang:TDateTime;
    jam,menit,detik,mdetik:word;
    V,Sg,SL:CxArr1;
    Cap:dArr1;
    TypBus:iArr1;
    Z,Tp,Alir,Arus:CxArr2;
    Lc,Tr:dArr2;
begin
    DecodeCommDataToLFData(gBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,gBranch,
    Z,Tp,Lc,Tr);
    gZrec:=CopyMatrix(Z);
    Z[3,10]:=Cmplx(0,0);
    Z[8,12]:=Cmplx(0,0);
    Z[14,18]:=Cmplx(0,0);
    Z[4,15]:=Cmplx(0,0);
    btnUseDefault.Enabled:=true;
    mulai:=time;
    NewtonRaphson(gParamLF,V,Sg,SL,Cap,TypBus,Z,Tp,Alir,Arus,Lc,Tr);
    selesai:=time;
    selang:=selesai-mulai;
    Series1.Clear;
    for i:=0 to Nbus-1 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*
            ANGLE_OF_DEGREES/ANGLE_OF_RADIAN,5);
        fgBus.Cells[3,i+1]:=RealToStr(Sg[i].real,3);
        fgBus.Cells[4,i+1]:=RealToStr(Sg[i].imag,3);
    end;
end;
```

```

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;
fgBranch.RowCount:=high(gBranch)+2;
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(ia+1);
  fgBranch.Cells[2,i+1]:=IntToStr(ja+1);
  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(ja+1);
  fgBranch.Cells[8,i+1]:=IntToStr(ia+1);
  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);
CostSebelum:=gParamLF.SumLoss.real;
end;

procedure TfrmHasil.btnCreateClick(Sender: TObject);
var ia,ja,i,Nbus,Nsal:integer;
  List:TStringList;
  fit:TFitness;
  Count,NLoop:integer;
  Kp,CostSwith:double;
  sw:TSwithArr1;
  V,Sg,SL:CxArr1;
  Cap:dArr1;
  TypBus,Data:iArr1;
  Zb,Tp,Alir,Arus:CxArr2;

```

```

Lc,Tr:dArr2;
mulai,selesai,selang:TDateTime;
jam,menit,detik,mdetik:word;
begin
DecodeCommDataToLFData(gBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,gBranch,
Zb,Tp,Lc,Tr);
NLoop:=StrToInt(edtNLoop.Text);
Kp:=StrToFloat(edtKp.Text);
CostSwith:=1;
pbCount.Max:=round(pangkat(Nsal,NLoop)-1);
fit:=TFitness.Create(NLoop,Kp,CostSwith);
List:=TStringList.Create;
mulai:=time;
fit.CreateCombinasi(List,Count);
Data:=fit.BestChrom;
sw:=fit.GetSwith(Data);
Zb:=BuatZBaru(gZrec,sw);
List.Free;
fit.Free;
NewtonRaphson(gParamLF,V,Sg,SL,Cap,TypBus,Zb,Tp,Alir,Arus,Lc,Tr);
selesai:=time;
selang:=selesai-mulai;
Series2.Clear;
for i:=0 to Nbus-1 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*
ANGLE_OF_DEGREES/ANGLE_OF_RADIAN,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(ia+1);
fgBranch2.Cells[2,i+1]:=IntToStr(ja+1);
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(ja+1);
fgBranch2.Cells[8,i+1]:=IntToStr(ia+1);
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(gParamLF.Iterasi);
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);
edtTime2.Text:=IntToStr(jam)+':' + IntToStr(menit) + ':'
               + IntToStr(detik) + ':' + IntToStr(mdetik);
CostSesudah:=gParamLF.SumLoss.real;
edtSebelum.Text:=FormatFloat('#,##0.000',CostSebelum);
edtSesudah.Text:=FormatFloat('#,##0.000',CostSesudah);
for i:=0 to 3 do
begin
  fgOS.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
  fgOS.Cells[1,i+1]:=IntToStr(sw[i].dari+1);
  fgOS.Cells[2,i+1]:=IntToStr(sw[i].ke+1);
end;
end;

```

```

procedure TfrmHasil.btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
begin
  edtNLoop.Text:='4';
  fgOS.RowCount:=StrToInt(edtNLoop.Text)+1;
  edtKp.Text:='0.001';
  btnCreate.Enabled:=true;
end;

```

```

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgOS.Cells[0,0]:='No';
  fgOS.Cells[1,0]:='Asal';
  fgOS.Cells[2,0]:='Tujuan';
end;

```

```

procedure TfrmHasil.edtNLoopChange(Sender: TObject);
begin
  if edtNLoop.Text="" then
  begin

```

```
fgOS.RowCount:=2;  
end  
else  
begin  
 fgOS.RowCount:=StrToInt(edtNLoop.Text)+1;  
end;  
end;  
  
end.
```

```
unit uMenu;

interface

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

type
  TfrmMenu = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    btnNew: TButton;
    btnOpen: TButton;
    btnExit: TButton;
    StatusBar1: TStatusBar;
    Panel2: TPanel;
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    procedure btnExitClick(Sender: TObject);
    procedure btnNewClick(Sender: TObject);
    procedure btnOpenClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frmMenu: TfrmMenu;

implementation

uses uInputLFChild,uComplex, uUtils, uLoadflow;

{$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;
  except
  end;
end;
```

```

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:double;
begin
try
  if OpenDialog1.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;
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)';
  frmInput.fgBranch.Cells[10,0]:= 'P (W)';
  frmInput.fgBranch.Cells[11,0]:= 'Q (VAR)';
  frmInput.fgBranch.Cells[16,0]:= 'P (W)';
  frmInput.fgBranch.Cells[17,0]:= 'Q (VAR)';
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)';
  frmInput.fgBranch.Cells[10,0]:= 'P (kW)';
  frmInput.fgBranch.Cells[11,0]:= 'Q (kVAR)';
  frmInput.fgBranch.Cells[16,0]:= 'P (kW)';
  frmInput.fgBranch.Cells[17,0]:= 'Q (kVAR)';
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)';
frmInput.fgBranch.Cells[10,0]:='P (MW)';
frmInput.fgBranch.Cells[11,0]:='Q (MVAR)';
frmInput.fgBranch.Cells[16,0]:='P (MW)';
frmInput.fgBranch.Cells[17,0]:='Q (MVAR)';
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);
  end;
end;

```

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

end.
```

```

unit uFitness;

interface

uses uUtils,uComplex,uLoadflow,uNewtonRaphson,uRecursive,
SysUtils,Classes,uHasil,uMatrix;

type
TIndividu=record
  chrom:iArr1;
  fitness:double;
end;

TPopulasi=array of TIndividu;

TFitness=class
private
  FNbus,FNsal,FNLoop:integer;
  FKp,FCostSwith:double;
  FVb:TBatas;
  FV,FSG,FSL:CxArr1;
  FCap:dArr1;
  FTyPBus:iArr1;
  FZ,FTp:CxArr2;
  FLc,FTr:dArr2;
  FSwith:TSwithArr1;
  FBestIndi:TIndividu;
  function getIndividu(const rIndi:TIndividu):TIndividu;
  function CekStopRecomb(const rData:iArr1):boolean;
  function isNumeric(const rStr:Char):boolean;
  function isSameData(const rStr1,rStr2:string):boolean;
  function isSameDataList(var rList:TStringList;
    const rStr:string):boolean;
  function CalcVPinality(const rV:CxArr1):integer;
  function CalcFitness(const rData:iArr1):double;
  function getChrom:iArr1;
public
  constructor Create(const rNLoop:integer;
    const rKp,rCostSwith:double);
  procedure CreateCombinasi(var rList:TStringList;
    var rCount:integer);
  function GetSwith(const rData:iArr1):TSwithArr1;
  function DecodeStrToData(const rStr:string):iArr1;
  function DecodeDataToStr(const rData:iArr1):string;
  property BestChrom:iArr1 read getChrom;
end;

```

implementation

```
constructor TFitness.Create(const rNLoop:integer;
                           const rKp,rCostSwith:double);
begin
  inherited Create;
  FNLoop:=rNLoop;
  FKp:=rKp;
  FCostSwith:=rCostSwith;
  DecodeCommDataToLFData(gBus,FNbus,FNsal,FV,FSg,FSL,FCap,FTypBus,
  gBranch,FZ,FTp,FLc,FTr);
  FSwith:=InitSwith(FZ);
  FVb.min:=0.95;
  FVb.max:=1.05;
end;

function TFitness.getIndividu(const rIndi:TIndividu):TIndividu;
var i:integer;
begin
  SetLength(result.chrom,FNLoop);
  for i:=0 to FNLoop-1 do
    begin
      result.chrom[i]:=rIndi.chrom[i];
    end;
  result.fitness:=rIndi.fitness;
end;

function TFitness.GetSwith(const rData:iArr1):TSwithArr1;
var i,NData:integer;
begin
  NData:=high(rData)+1;
  SetLength(result,NData);
  for i:=0 to NData-1 do
    begin
      if (rData[i]<0) or (rData[i]>=FNsal) then
        begin
          raise Exception.Create('Melebihi Indeks Matrik!');
        end;
      result[i].dari:=FSwith[rData[i]].dari;
      result[i].ke:=FSwith[rData[i]].ke;
    end;
end;

function TFitness.CekStopRecomb(const rData:iArr1):boolean;
var i:integer;
```

```

begin
  result:=true;
  for i:=0 to FNLoop-1 do
  begin
    if rData[i]>(FNsal-1) then
    begin
      result:=false;
      break;
    end;
  end;
end;

function TFitness.isNumeric(const rStr:Char):boolean;
begin
  result:=false;
  if rStr in ['1','2','3','4','5','6','7','8','9','0'] then
  begin
    result:=true;
  end;
end;

function TFitness.DecodeStrToData(const rStr:string):iArr1;
var i,sa:integer;
  st,str:string;
begin
  str:=trim(rStr);
  SetLength(result,4);
  sa:=0;
  for i:=1 to length(str)+1 do
  begin
    if isNumeric(str[i])=true then
    begin
      st:=st+str[i];
    end
    else
    begin
      result[sa]:=StrToInt(st);
      inc(sa);
      st:=";
    end;
  end;
end;

function TFitness.DecodeDataToStr(const rData:iArr1):string;
var i,NData:integer;
begin

```

```

NData:=high(rData)+1;
result:="";
for i:=0 to NData-1 do
begin
  result:=result+IntToStr(rData[i])+' ';
end;
end;

function TFitness.isSameData(const rStr1,rStr2:string):boolean;
var Data1,Data2:iArr1;
  i,j,Count:integer;
begin
  Data1:=DecodeStrToData(rStr1);
  Data2:=DecodeStrToData(rStr2);
  result:=false;
  Count:=0;
  for i:=0 to high(Data1) do
  begin
    for j:=0 to high(Data2) do
    begin
      if Data1[i]=Data2[j] then
      begin
        inc(Count);
        break;
      end;
    end;
  end;
  if Count=high(Data1)+1 then result:=true;
end;

function TFitness.isSameDataList(var rList:TStringList;
  const rStr:string):boolean;
var i:integer;
begin
  result:=false;
  for i:=0 to rList.Count-1 do
  begin
    if isSameData(rStr,rList.Strings[i])=true then
    begin
      result:=true;
      break;
    end;
  end;
end;

function TFitness.CalcVPinality(const rV:CxArr1):integer;

```

```

var i:integer;
begin
  result:=0;
  for i:=0 to FNbus-1 do
  begin
    if rV[i].real>1.05 then inc(result);
    if rV[i].real<0.95 then inc(result);
  end;
end;

function TFitness.CalcFitness(const rData:iArr1):double;
var Vpin:integer;
  V,Sg:CxArr1;
  Zb,Alir,Arus:CxArr2;
  sw:TSwithArr1;
begin
  sw:=GetSwith(rData);
  Zb:=BuatZBaru(FZ,sw);
  V:=CopyMatrix(FV);
  Sg:=CopyMatrix(FSg);
  NewtonRaphson(gParamLF,V,Sg,FSL,FCap,FTypBus,
  Zb,FTp,Alir,Arus,FLc,FTr);
  Vpin:=CalcVPinalty(FV);
  result:=168*10*1000+1000*FNbus;
  if gParamLF.Iterasi<gParamLF.MaxIterasi then
  begin
    result:=FKp*gParamLF.SumLoss.real*1000+1000*Vpin;
  end;
end;

procedure TFitness.CreateCombinasi(var rList:TStringList;
  var rCount:integer);
var i:integer;
  CekRadial,CekCombinasi:boolean;
  str:string;
  sw:TSwithArr1;
  Zb:CxArr2;
  Data:iArr1;
  CekIndi:TIndividu;
begin
  SetLength(Data,FNLoop);
  for i:=0 to FNLoop-1 do
  begin
    Data[i]:=0;
  end;
  rCount:=0;

```

```

rList.Clear;
repeat
  GenCombinasi(FNsal,Data,CekCombinasi);
  if CekCombinasi=true then
    begin
      sw:=GetSwith(Data);
      Zb:=BuatZBaru(FZ,sw);
      CekRadial:=TesJaringan(Zb);
      if (CekCombinasi=true) and (CekRadial=true) then
        begin
          str:=DecodeDataToStr(Data);
          if isSameDataList(rList,str)=false then
            begin
              if rCount=0 then
                begin
                  FBestIndi.chrom:=CopyMatrix(Data);
                  FBestIndi.fitness:=CalcFitness(Data);
                end
              else
                begin
                  CekIndi.chrom:=CopyMatrix(Data);
                  CekIndi.fitness:=CalcFitness(Data);
                  if CekIndi.fitness<FBestIndi.fitness then
                    begin
                      FBestIndi:=getIndividu(CekIndi);
                    end;
                  end;
                end;
              rList.Add(str);
              inc(rCount);
            end;
          end;
        end;
      frmHasil.pbCount.StepBy(1);
    until CekStopRecomb(Data)=true;
end;

function TFitness.getChrom:iArr1;
var i:integer;
begin
  SetLength(result,FNLoop);
  for i:=0 to FNLoop-1 do
    begin
      result[i]:=FBestIndi.chrom[i];
    end;
end;

```

```
unit uInputLFChild;

interface

uses uInputLF,SysUtils,uHasil,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';
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';
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';
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;

```

```
unit uRecursive;  
  
interface  
  
uses uUtils,uComplex,uLoadflow;  
  
function InitSwith(const rZb:CxArr2):TSwithArr1;  
function BuatZBaru(const rZ:CxArr2;  
           const rSwith:TSwithArr1):CxArr2;overload;  
function BuatZBaru(const rZ:CxArr2;  
           const rChrom:bArr1):CxArr2;overload;  
function TesJaringan(const rZ:CxArr2):boolean;  
procedure GenCombinasi(const rNData:integer;  
           var rData:iArr1;  
           var rCek:boolean);
```

```
var gZrec:CxArr2;  
gSw:TSwithArr1;
```

implementation

```
var bus:bArr1;  
Njar:integer;  
findLoop:boolean;  
  
function InitSwith(const rZb:CxArr2):TSwithArr1;  
var i,j,sa,Nbus:integer;  
begin  
  Nbus:=high(rZb)+1;  
  sa:=0;  
  for i:=0 to Nbus-1 do  
  begin  
    for j:=0 to Nbus-1 do  
    begin  
      begin  
        if rZb[i,j].imag<>0 then  
        begin  
          inc(sa);  
        end;  
      end;  
    end;  
  end;  
  SetLength(result,sa);  
  sa:=0;  
  for i:=0 to Nbus-1 do  
  begin  
    for j:=0 to Nbus-1 do  
    begin
```

```

if rZb[i,j].imag<>0 then
begin
  result[sa].dari:=i;
  result[sa].ke:=j;
  inc(sa);
end;
end;
end;

function BuatZBaru(const rZ:CxArr2;
  const rSwith:TSwithArr1):CxArr2;
var i,j,NSwith,Nbus:integer;
begin
  Nbus:=high(rZ)+1;
  SetLength(result,Nbus,Nbus);
  for i:=0 to Nbus-1 do
begin
  for j:=0 to Nbus-1 do
  begin
    result[i,j]:=Cmplx(rZ[i,j]);
  end;
end;
  NSwith:=high(rSwith)+1;
  for i:=0 to NSwith-1 do
begin
  result[rSwith[i].dari,rSwith[i].ke].real:=0;
  result[rSwith[i].dari,rSwith[i].ke].imag:=0;
end;
end;

function BuatZBaru(const rZ:CxArr2;
  const rChrom:bArr1):CxArr2;
var i,j,Nbus,sa:integer;
begin
  Nbus:=high(rZ)+1;
  SetLength(result,Nbus,Nbus);
  sa:=0;
  for i:=0 to Nbus-1 do
begin
  for j:=0 to Nbus-1 do
  begin
    if rZ[i,j].imag<>0 then
    begin
      if rChrom[sa]=true then
begin

```

```

    result[i,j]:=Cmplx(0,0);
end
else
begin
    result[i,j]:=Cmplx(rZ[i,j]);
end;
inc(sa);
end;
end;
end;
end;

function BuatMatrikJalur(const rZ:CxArr2):iArr2;
var i,j,Nbus:integer;
begin
Nbus:=high(rZ)+1;
SetLength(result,Nbus,Nbus);
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
    for j:=0 to Nbus-1 do
    begin
        result[i,j]:=0;
    end;
end;
for i:=0 to Nbus-1 do
begin
    for j:=0 to Nbus-1 do
    begin
        if rZ[i,j].imag<>0 then
        begin
            result[i,j]:=1;
            result[j,i]:=1;
        end;
    end;
end;
end;

function TesJaringan(const rZ:CxArr2):boolean;
var i:integer;
    Jalur:iArr2;

procedure doRecursive(dari,ke:integer);
var i:integer;
begin
    if findLoop=true then
    begin

```

```
exit;
end;
if bus[ke]=false then
begin
  bus[ke]:=true;
end
else
begin
  findLoop:=true;
  exit;
end;
for i:=0 to Njar-1 do
begin
  if Jalur[ke,i]=1 then
  begin
    if i>>dari then
    begin
      doRecursive(ke,i);
      if findLoop=true then
      begin
        exit;
      end;
      end;
    end;
  end;
end;
end;

begin
  Jalur:=BuatMatrikJalur(rZ);
  Njar:=high(Jalur)+1;
  SetLength(bus,Njar);
  for i:=0 to Njar-1 do
  begin
    bus[i]:=false;
  end;
  findLoop:=false;
  result:=true;
  doRecursive(0,0);
  if findLoop=true then
  begin
    result:=false;
    exit;
  end;
  for i:=0 to Njar-1 do
  begin
    if bus[i]=false then
```

```

begin
  result:=false;
  exit;
end;
end;

function CekCombinasi(const rData:iArr1):boolean;
var i,j:integer;
begin
  result:=true;
  for i:=0 to high(rData)-1 do
  begin
    for j:=i+1 to high(rData) do
    begin
      if rData[i]=rData[j] then
      begin
        result:=false;
        break;
      end;
    end;
  end;
end;

procedure GenCombinasi(const rNData:integer;
  var rData:iArr1;
  var rCek:boolean);
var i,NData,Ncom:integer;
begin
  NData:=rNData-1;
  Ncom:=high(rData)+1;
  for i:=Ncom-1 downto 0 do
  begin
    inc(rData[i]);
    if rData[i]<=NData then
    begin
      break;
    end
    else
    begin
      rData[i]:=0;
    end;
  end;
  rCek:=CekCombinasi(rData);
end;

```