

SKRIPSI

RESTORASI SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETICH ALGORITHM* ANTARA TRAF0 I DAN TRAF0 II GI BLIMBING MALANG



Disusun oleh:

ANDY HANDOKO

NIM : 96 12 146



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

SEPTEMBER 2007

LEMBAR PERSETUJUAN

**RESTORASI SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN
METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETIC ALGORITHM*
ANTARA TRAF0 I DAN TRAF0 II GARDU INDUK
BLIMBING MALANG**

SKRIPSI


*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Guna
Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :
ANDY HANDOKO
NIM : 96. 12. 146

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II


Ir. H. Taufik Hidavat, MT
NIP.Y. 101 870 0151


Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 102 870 0172



Mengetahui,
Dekan Jurusan Teknik Elektro S-1


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

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, hanya karena rahmat dan kemurahanNya skripsi ini dapat terselesaikan, meski jauh dari sempurna tapi penulis telah berusaha agar skripsi ini benar-benar sempurna. Karenanya segala kritik dan saran akan sangat membantu demi kesempurnaan skripsi ini, tentunya sangat penulis harapkan.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Banyak pihak yang rela meluangkan waktu dan tenaga, memberi bantuan, nasehat, bimbingan yang membuat penulis lebih bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini, karenanya penulis berterima kasih kepada :

1. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro ITN Malang.
2. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT, Selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, Selaku Dosen Pembimbing II
4. Seluruh Dosen Teknik Elektro Energi Listrik ITN Malang.
5. Rekan-rekan Elektro ITN Malang.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Abstraksi	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Grafik	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metode Pembahasan	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Kontribusi Penelitian	5

BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.2. Sistem Distribusi	7
2.2.1. Struktur Jaringan Radial	7
2.2.2. Struktur Jaringan Loop	8
2.2.3. Struktur Jaringan Mesh	9
2.3. Daya Sistem Distribusi	10
2.3.1. Daya Aktif (Real Power)	10
2.3.2. Daya Semu (Apparent Power)	10
2.3.3. Daya Reaktif (Reactive Power)	11
2.4. Faktor Daya	11

2.5. Beban Sistem Distribusi	13
2.6. Rugi-rugi Jaringan	13

**BAB III RESTORASI JARINGAN DISTRIBUSI MENGGUNAKAN
METODE KOMBINASI FUZZY-GENETIC ALGORITHM**

3.1. Analisa Aliran Daya	14
3.1.1. Tujuan	14
3.1.2. Klasifikasi Bus	15
3.1.3. Sistem Per-Unit	17
3.1.4. Metode <i>Newton Raphson</i>	18
3.1.5. Diagram Alir Aliran Daya <i>Newton Raphson</i>	23
3.2. Rekonfigurasi Jaringan	24
3.3. Pengenalan Konsep Logika <i>Fuzzy</i>	25
3.3.1. Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	26
3.3.2. Aturan Dasar <i>Fuzzy</i>	28
3.3.3. Defuzzifikasi	28
3.4. Algoritma Genetika	29
3.4.1. Istilah-istilah Algoritma Genetika	31
3.4.2. Proses Algoritma Genetika	34
3.4.3. <i>Elitism</i>	38
3.5. <i>Crossover</i> (Pindah Silang)	38
3.6. <i>Mutation</i> (mutasi)	39
3.7. Kendala-kendala Restorasi	40
3.8. Fungsi Obyektif	40
3.9. Fungsi Keanggotaan Nilai Obyektif	41
3.10. Kriteria Restorasi Sistem Distribusi	43

**BAB IV ANALISA SIMULASI RESTORASI PADA SISTEM DISTRIBUSI
MENGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY-GENETIC
ALGORITHM**

4.1. Sistem Distribusi Gardu Induk Blimbing Malang	44
4.2. Data Pembangkitan dan Pembebanan.....	45
4.3. Algoritma Program Penyelesaian Masalah.....	46
4.3.1. Flowchart Penyelesaian Masalah	47
4.4. Tampilan Program	48
4.5. Hasil Perhitungan Pada Kondisi Awal.....	53
4.6. Simulasi Gangguan	53
4.6.1. Gangguan Terjadi Pada Seksi 4 Penyulang Mawar	53
4.6.2. Gangguan Terjadi Pada Seksi 27 Penyulang Mojolangu	53
4.7. Analisa Perhitungan Sesudah Perbaikan Pelayanan	55
4.7.1. Kasus I (Gangguan di Penyulang Mawar)	55
4.7.2. Kasus II (Gangguan Penyulang Mojolangu)	58
BAB V KESIMPULAN	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

TABEL 3-1 Istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika	31
TABEL 4-1 Hasil Perhitungan Sebelum Restorasi	53
TABEL 4-2 Hasil Simulasi Tegangan, Pembangkitan, dan Pembebanan Sesudah Restorasi	55
TABEL 4-3 Hasil switch yang optimal untuk dibuka dan ditutup	56
TABEL 4-4 Hasil Perbandingan total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Saluran	57
TABEL 4-5 Hasil Simulasi Tegangan, Pembangkitan, dan Pembebanan Sesudah Restorasi.....	58
TABEL 4-6 Hasil switch yang optimal untuk dibuka dan ditutup	59
TABEL 4-7 Hasil Perbandingan total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Saluran	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan sistem tenaga listrik dari waktu ke waktu semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pemakaian tenaga listrik oleh para pelanggan. Peningkatan kebutuhan energi listrik yang cukup tinggi setiap tahun menyebabkan PT. PLN sebagai pemasok energi listrik dituntut untuk dapat menyediakan pasokan energi listrik dalam jumlah besar dengan kualitas yang baik dan handal. Untuk mengatasi hal itu perlu dibangun suatu pembangkit energi listrik yang besar. Karena pembangkit energi listrik jauh dari konsumen, maka perlu dibangun suatu saluran distribusi untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit ke konsumen.

Karena sistem distribusi berfungsi menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk ke pusat beban atau konsumen, maka diperlukan suatu sistem distribusi yang efektif dan handal. Pada saat ini sistem distribusi banyak menggunakan jaringan radial yang menyebabkan kehandalan sistem masih kurang, apabila terjadi gangguan pada sistem distribusi maka beban yang berada pada titik dibelakang gangguan akan mengalami pemadaman karena jaringan radial hanya mendapat suplai dari satu sisi saja. Ketika gangguan terjadi pada sistem distribusi, maka setelah gangguan diketahui dan di isolasi sedapat mungkin beban-beban yang terganggu suplai dayanya segera perbaiki dengan memindahkan beban dari daerah yang mengalami gangguan ke daerah pelayanan yang normal atau tidak mengalami gangguan. Sehingga kontinuitas suplai daya tetap terjaga.

Secara umum, dalam pemindahan beban ini ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan yaitu, pengoperasian *switch* yang sedikit, beban yang terganggu menjadi minimal, tidak ada peralatan tenaga listrik yang kelebihan beban^[1].

1.2. Rumusan Masalah

Untuk merestorasi suatu jaringan pada suatu daerah yang mengalami gangguan, apakah perlu adanya metode alternatif untuk menentukan status *switch-switch* yang optimal sehingga kontinuitas penyaluran dapat terjaga dan bisa didapatkan rugi-rugi seminimal mungkin.

1.3. Tujuan Pembahasan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah menganalisa restorasi dengan menggunakan metode kombinasi *Fuzzy – Genetic Algorithm* untuk menentukan status *switch-switch* yang optimal sehingga kontinuitas penyaluran tetap terjaga serta rugi-rugi daya sistem distribusi bisa seminimal mungkin.

1.4. Batasan Masalah

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

1. Beban diasumsikan beban 3 fasa seimbang.
2. Sistem distribusi GI Blimbing merupakan struktur jaringan radial.
3. Tidak membahas jenis dan penyebab terjadinya gangguan.
4. Gangguan diasumsikan pada saluran 3 penyulang Mawar dan saluran 1 penyulang Mojolangu.

5. Tidak membahas cara pengontrolan switch yang dilakukan.
6. Metode yang digunakan metode kombinasi Fuzzy-GA.
7. Metode Fuzzy digunakan hanya untuk membership function fitness GA.
8. Tidak membahas secara detail mengenai aliran daya.
9. Data dan acuan yang digunakan adalah dari trafo I dan II GI Blimbing Malang.

1.5. Metode Pembahasan

Agar diperoleh hasil yang maksimal, maka digunakan metode sebagai berikut :

1. Studi pustaka, yaitu mempelajari teori-teori tentang sistem tenaga listrik khususnya sistem distribusi dari literatur atau pustaka yang ada dan dari bahan kuliah.
2. Survey data, yaitu pengambilan data dari lapangan atau di PT. PLN. (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Pelayanan dan Jaringan Malang. Bentuk data yang digunakan adalah data kuantitatif yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka dan data kualitatif yaitu data yang berbentuk diagram, dalam hal ini berupa *single line diagram* penyulang.
3. Simulasi dan analisa data. Menganalisa aliran daya tiap saluran menggunakan metode *Newton Raphson*, sedangkan untuk menentukan status switch-switch menggunakan metode kombinasi *Fuzzy-Genetic Algorithm* program komputasi.

Memuat intisari dan hasil pembahasan yang berisi kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya.

1.7. Kontribusi Penelitian.

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi PLN untuk meningkatkan kontinuitas pelayanan dan kualitas penyaluran energi listrik yang lebih efektif, mulai dari sistem transmisi tenaga sampai dengan distribusi kepada pelanggan.

BAB II

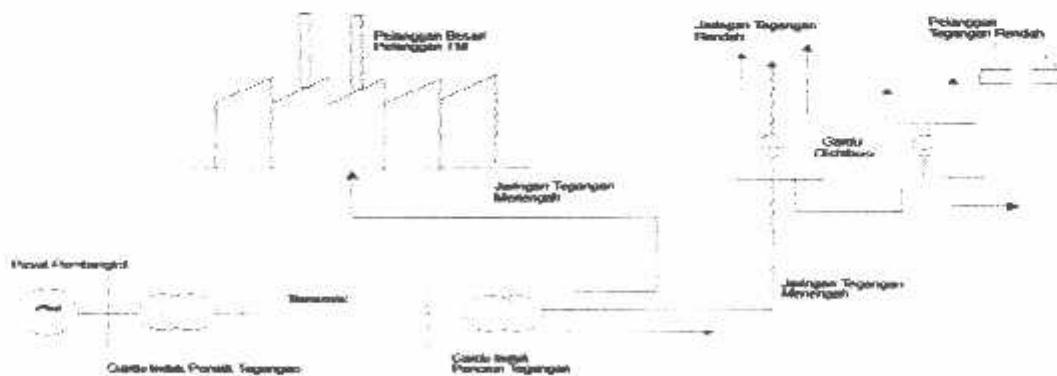
SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Tenaga Listrik

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

Secara umum suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian sub sistem, yaitu :

1. Sistem pembangkitan, berperan sebagai sumber daya listrik dan juga disebut produsen 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 listrik ke konsumen yang membutuhkan energi.



Gambar 2.1
Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik ⁽²⁾

2.2. Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berperan dalam mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk ke konsumen.

Sistem distribusi dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu :

1. Jaringan Distribusi Primer

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

2. Jaringan Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

Jaringan distribusi sekunder merupakan jaringan tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik antara Gardu distribusi sampai ke konsumen dengan tegangan kerja 110 V atau 220 V.

Secara garis besar jaringan distribusi diklasifikasikan menjadi :

1. Struktur Jaringan Radial
2. Struktur jaringan *Loop* (lingkaran)
3. Struktur Jaringan *Grid* atau *Mesh* (anyaman)

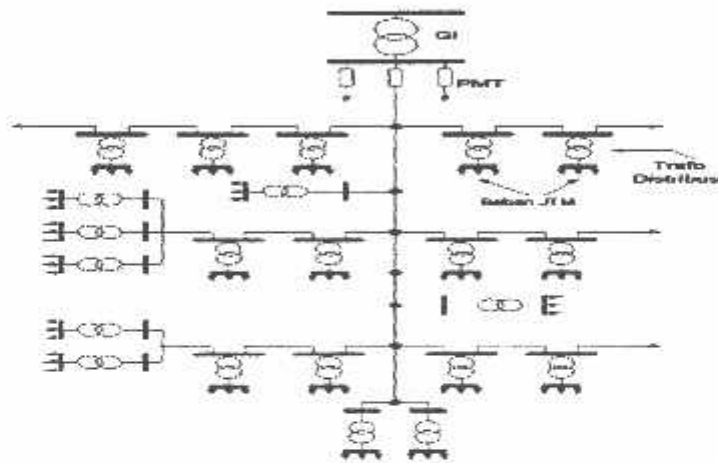
2.2.1. Struktur Jaringan Radial

Jaringan Radial merupakan struktur jaringan yang paling sederhana, dan paling murah biaya investasinya. Dengan bentuk paling sederhana dibandingkan dengan jaringan yang lain, jaringan ini dalam menyalurkan energi listrik mempunyai keandalan yang kurang. Suatu gangguan pada penyulang dapat

mengakibatkan gangguan dalam penyaluran energi listrik ke konsumen yang berada dibelakang titik gangguan tersebut.

Jaringan ini dalam perkembangannya mengalami beberapa bentuk modifikasi sehingga dikenal beberapa macam jaringan distribusi radial, yaitu :

1. Sistem jaringan radial pohon.
2. Sistem radial dengan *Tie* dan *switch* pemisah.
3. Sistem radial dengan pusat beban.

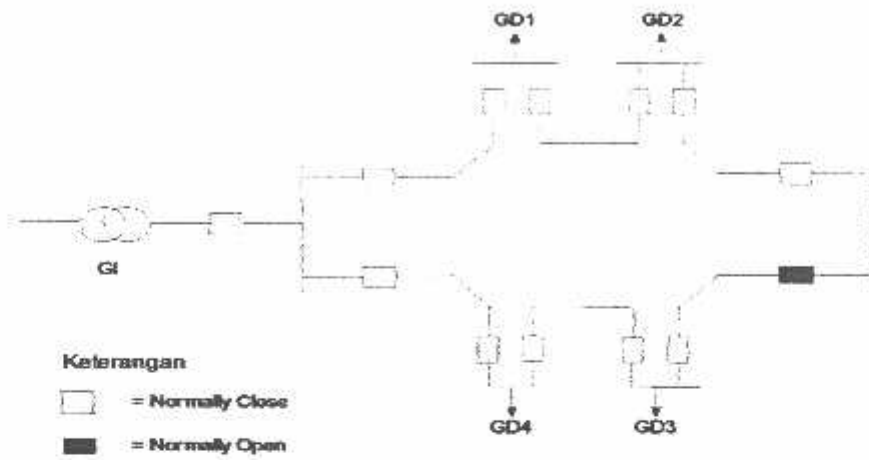


Gambar 2.2.
Struktur Jaringan Distribusi Radial¹²¹

2.2.2. Struktur Jaringan Loop

Jaringan loop merupakan gabungan dari 2 struktur jaringan radial, dimana pada kedua ujung jaringan dipasang sebuah pemutus atau pemisah. Pemutus atau pemisah ini akan ditutup apabila terjadi gangguan dan lokasi gangguan tersebut sudah di isolasi, sehingga aliran daya listrik yang tidak mengalami gangguan tidak terputus untuk jangka waktu yang lama. Dalam kondisi normal, jaringan ini merupakan dua struktur jaringan radial. Struktur ini mempunyai

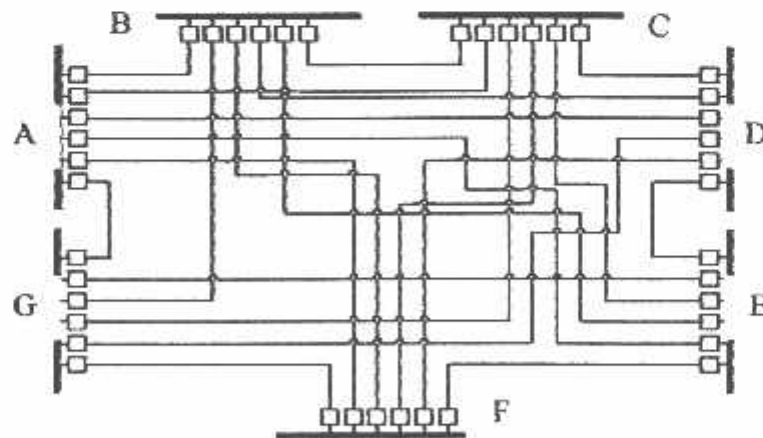
keandalan yang cukup, sehingga biaya pembangunannya lebih mahal dibandingkan dengan jaringan radial.



Gambar 2-3
Struktur Jaringan Loop^[2]

2.2.3. Struktur Jaringan Mesh

Jaringan ini merupakan kombinasi antara struktur jaringan radial dengan struktur jaringan loop. Titik beban memiliki lebih banyak alternatif penyulang, sehingga bila salah satu penyulang terganggu maka dengan segera dapat digantikan oleh penyulang yang lain. Dengan demikian kontinuitas penyaluran daya sangat terjamin.



Gambar 2.4. Struktur Jaringan Mesh^[2]

2.3. Daya Sistem Distribusi

Daya merupakan banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Satuan daya adalah watt. Daya yang diserap oleh suatu beban pada setiap saat adalah hasil kali jatuh tegangan sesaat diantara beban dalam volt dengan arus sesaat yang mengalir dalam beban tersebut dalam ampere.

2.3.1. Daya Aktif (Active Power)

Secara umum daya aktif dinyatakan oleh persamaan :

$$P = [V][I] \cos \varphi \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana : V dan I nilai efektifnya

P adalah daya rata-rata yang juga disebut daya aktif

Bila beban fasa-tiganya seimbang maka :

$$P = \sqrt{3}[V_{jala}][I_{jala}] \cos \varphi \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana : V_{jala} = tegangan jala efektif dan I_{jala} = arus jala efektif

2.3.2. Daya Semu (Apparent Power)

Daya semu untuk sistem fasa tunggal, sirkuit dan kawat adalah perkalian skalar arus efektif dan beda tegangan efektifnya.

Jadi daya semu S dinyatakan oleh persamaan :

$$S = [V][I] \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk sistem fasa-tiga daya semunya adalah :

$$S = \sqrt{3}[V_1][I_1] \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana V_1 = Tegangan Jala dan I_1 = Arus Jala

2.3.3. Daya Reaktif (*Reaktif Power*)

Suku kedua dari persamaan (2.4) dimana suku ini mengandung $\sin \varphi$ yang nilainya berganti-ganti antara positif dan negatif dan nilai rata-ratanya nol. Komponen sesaat dari P ini disebut daya reaktif sesaat dan ini menunjukkan bahwa aliran dayanya bolak-balik menuju beban dan meninggalkan beban. Nilai maksimum daya yang berayun ini dinyatakan dengan Q, yang disebut daya reaktif.

Jadi daya reaktif adalah :

$$Q = [V][I] \sin \varphi \dots\dots\dots(2.5)$$

Bila beban fasa-tiganya seimbang maka :

$$Q = \sqrt{3}[V_{juka}][I_{juka}] \sin \varphi \dots\dots\dots(2.6)$$

2.4. Faktor Daya

Setiap pemakaian daya reaktif akan menyebabkan turunnya faktor daya yang kemudian menyebabkan memburuknya karakteristik kerja peralatan-peralatan sistem pada umumnya, baik dari segi teknik operasional maupun dari segi ekonomisnya. Faktor Daya adalah perbandingan antara daya nyata dan daya semu.

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Nyata (kW)}}{\text{Daya Semu (kVA)}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk daya semu sendiri dibentuk oleh dua komponen daya nyata (kW) dan komponen daya reaktif (kVAR). Hubungan ini dapat digambarkan sebagai berikut :

2.5. Beban Sistem Distribusi

Secara garis besar beban sistem distribusi dapat diklasifikasikan menjadi

3, yaitu :

1. Beban perumahan (Rumah Tangga)

Beban rumah tangga pada umumnya berupa penerangan, kipas angin, alat-alat rumah tangga, dll.

2. Beban Komersial

Beban komersial pada umumnya berupa penerangan toko, reklame, dll.

3. Beban Industri

Beban industri diklasifikasikan menjadi 2, yaitu skala besar dan skala kecil.

2.6. Rugi-rugi Jaringan

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

BAB III

RESTORASI JARINGAN DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETICH ALGORITHM*

Restorasi jaringan perlu diatur demi kelancaran operasi sistem dalam mengatasi gangguan dengan rekonfigurasi jaringan. Dalam menganalisa metode rekonfigurasi diperlukan suatu proses aliran daya untuk mengetahui tegangan pada bus beban dan rugi-rugi daya pada saluran. Oleh karena itu pembahasan selanjutnya sebelum membahas proses rekonfigurasi adalah analisa aliran daya menggunakan metode *Newton Raphson*.

3.1. Analisa Aliran Daya

3.1.1. Tujuan

Dalam analisa aliran daya dilakukan perhitungan tegangan, arus, daya nyata dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik dalam jala-jala listrik dalam pengoperasian normal untuk waktu sekarang maupun mendatang. Perhitungan ini dibutuhkan untuk mengevaluasi kondisi sistem tenaga dan menganalisa kondisi pembangkitan maupun pembebanan.

Tujuan dari aliran daya adalah :

- Untuk menentukan daya nyata dan daya reaktif
- Untuk mengetahui apakah semua peralatan pada sistem memenuhi batas-batas yang telah ditetapkan untuk operasi aliran daya.
- Untuk mengetahui kondisi awal pada perencanaan sistem yang baru.
- Untuk menentukan daya yang mengalir ditiap saluran jaringan tenaga listrik.

Dalam analisa aliran daya terdapat 3 jenis variabel, yaitu :

1. Variabel bebas, misalnya $|V|$ dan δ pada bus beban atau δ 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.

3.1.2. Klasifikasi Bus

Tujuan aliran daya pada sistem tenaga listrik adalah untuk menghitung besar tegangan $|V|$ dan sudut fasa tegangan δ pada semua bus, sehingga dengan diketahui parameter-parameter tersebut akan dapat dihitung besar daya yang mengalir beserta rugi-ruginya.

Pada setiap bus dari jaringan terdapat parameter sebagai berikut :

1. Daya nyata, dinyatakan dengan P satuannya MW.
2. Daya reaktif, dinyatakan dengan Q satuannya MVAR.
3. Besar magnitudo tegangan, dinyatakan dengan $|V|$ satuannya kV.

4. Sudut fasa tegangan, dinyatakan dengan δ satuannya derajat.

Untuk 1 dan 2 menyatakan daya yang dibangkitkan oleh generator yang mengalir ke bus. Jika pada bus terdapat beban, maka daya tersebut menyatakan selisih antara daya yang dibangkitkan dengan beban.

Dalam aliran daya, pada setiap busnya perlu diketahui 2 parameter dari 4 parameter yang diperhitungkan. Dengan melihat kedua parameter tersebut dapat diketahui jenis busnya, yaitu :

1. Bus beban

Pada bus ini daya nyata P dan daya reaktif Q diketahui, sementara magnitudo tegangan $|V|$ dan sudut fasa δ dicari (dihitung).

2. Bus generator

Pada bus ini daya nyata P dan magnitudo tegangan $|V|$ diketahui besarnya, sementara daya reaktif Q dan sudut fasa δ dihitung.

3. Bus berayun

Pada bus ini magnitudo tegangan $|V|$ dan sudut fasa δ diketahui besarnya sementara daya nyata P dan daya reaktif Q dicari. Sedangkan sudut fasa tegangan δ bernilai nol, karena pada bus ini fasor tegangan dari bus dipakai untuk referensi.

3.1.3 Sistem Per-Unit^[3]

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 :

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

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

- Untuk sistem 1 fasa

$$\text{Arus dasar, A} = \frac{\text{Dasar } kVA_{\phi}}{\text{Tegangan dasar, } kV_{LN}} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{\text{Tegangan Dasar, } V_{LN}}{\text{Arus Dasar}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan Dasar, } kV_{LN})^2 \times 1000}{\text{Dasar } kVA_{\phi}} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Impedansi dasar} = \frac{(\text{Tegangan Dasar, } kV_{LN})^2}{\text{Dasar } MVA_{\phi}} \dots\dots\dots(3.5)$$

- Untuk sistem 3 fasa

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

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

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

3.1.4 Metode Newton Raphson¹⁴⁾

Metode *Newton Raphson* dibentuk berdasarkan matriks admitansi simpul (*Ybus*), sehingga merupakan suatu prosedur yang langsung dan sederhana.

Pada admitansi simpul elemen diagonalnya (*Ypp*) adalah jumlah admitansi dari semua elemen-elemen jaringan yang terhubung dengan simpul *p* tersebut. Untuk elemen bukan diagonal (*Ypq*) adalah sama dengan negatif admitansi dari elemen jaringan yang menghubungkan simpul *p* dan simpul *q*.

Karena pada jaringan sistem tenaga listrik tidak semua simpul saling berhubungan satu dengan yang lainnya, maka *Ybus* akan membentuk matriks yang terdiri dari elemen-elemen yang mempunyai nilai tidak sama dengan nol (diantara simpul-simpul tersebut mempunyai hubungan saluran) dan elemen-elemen yang bernilai sama dengan nol (diantara simpul-simpul tersebut tidak mempunyai hubungan saluran). Secara matematis persamaan aliran daya metode *Newton Raphson* dapat menggunakan koordinat rectangular, koordinat polar atau bentuk hibrid (gabungan antara bentuk kompleks dengan bentuk polar). Dalam pembahasan ini digunakan bentuk koordinat polar.

Persamaan daya aktif dan reaktif pada bus *l* adalah :

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

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

Kedua persamaan diatas akan menghasilkan suatu kumpulan persamaan serempak (*simultan*) yang tidak linier untuk setiap simpul sistem tenaga listrik. Untuk mengetahui magnitude tegangan (*V*) dan sudut fasa (δ) di setiap simpul

dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (3.9) dan (3.10) yang dilinierkan dengan metode *Newton Raphson* seperti persamaan berikut ini :

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

Dimana :

ΔP = selisih injeksi bersih daya nyata dengan penjumlahan aliran daya nyata tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan V yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k.

ΔQ = selisih injeksi bersih daya reaktif dengan penjumlahan aliran daya reaktif tiap saluran yang menghubungkan simpul dengan V yang didapat dari perhitungan iterasi ke-k.

$\Delta \delta$ = vektor koreksi sudut fasa tegangan.

$\Delta |V|$ = vektor koreksi magnitudo tegangan.

H, L, M, N merupakan elemen-elemen bukan diagonal dan diagonal dari sub matriks Jaqobian yang dibentuk dengan mendefinisikan persamaan (3.9) dan (3.10), dimana :

$$H_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} \qquad N_{pq} = \frac{\partial P_p}{\partial |V_q|}$$

$$M_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial \delta_q} \qquad L_{pq} = \frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|}$$

Adapun rumus dari elemen matriks Jaqobian adalah :

Untuk H :

$$\frac{\partial P_p}{\partial \delta_q} = |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p \quad \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial \delta_p} = - \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_p V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad \dots\dots\dots(3.13)$$

Untuk N :

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_q|} = |V_p Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial |V_p|} = 2|V_p Y_{pp}| \cos \theta_{pp} + \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

Untuk M :

$$\frac{\partial Q_p}{\partial \delta_q} = -|V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p \quad \dots\dots\dots(3.16)$$

$$\frac{\partial Q_p}{\partial \delta_p} = \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_p V_q Y_{pq}| \cos(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad \dots\dots\dots(3.17)$$

Untuk L :

$$\frac{\partial Q_p}{\partial |V_q|} = |V_p Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad q \neq p \quad \dots\dots\dots(3.18)$$

$$\frac{\partial Q_p}{\partial |V_p|} = 2|V_p Y_{pp}| \sin \theta_{pp} + \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^n |V_q Y_{pq}| \sin(\delta_p - \delta_q + \theta_{pq}) \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

Untuk menghitung selisih daya, maka mula-mula ditentukan nilai awal tegangan simpul dan sudut fasanya. Kemudian daya nyata dan daya reaktif dihitung dengan menggunakan persamaan (3.9) dan (3.10). Selisih antara daya yang telah ditentukan dengan daya hasil perhitungan ini merupakan perubahan daya yang terjadi pada simpul.

$$\Delta P = P_{\text{pembangkitan}} - P_{\text{beban}} - P_{\text{perhitungan}} \dots\dots\dots (3.20)$$

$$\Delta Q = Q_{\text{pembangkitan}} - Q_{\text{beban}} - Q_{\text{perhitungan}} \dots\dots\dots (3.21)$$

Magnitude tegangan $|V|$ dan sudut fasa δ_p yang diasumsikan serta selisih daya yang dihitung (ΔP_p dan ΔQ_p) digunakan untuk memperoleh elemen-elemen matriks Jaqobian.

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 tegangan yang baru, yaitu :

$$|V|^{k+1} = |V|^k + \Delta|V|^k \dots\dots\dots(3.22)$$

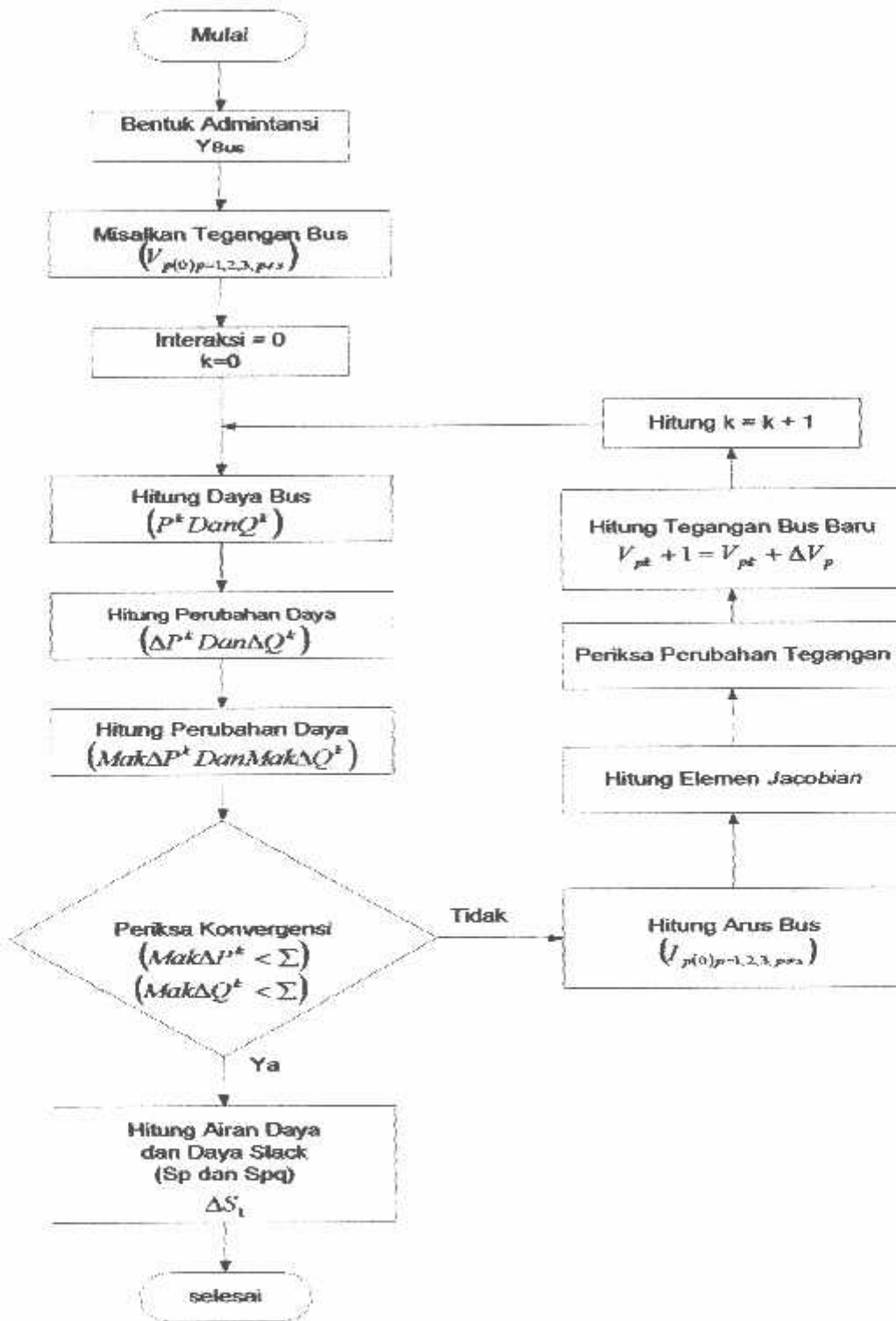
$$\delta_{k+1} = \delta_k + \Delta\delta_k \dots\dots\dots(3.23)$$

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

Prosedur aliran daya *Newton Raphson*

1. Tentukan nilai P_p (ditetapkan) dan Q_p (ditetapkan) yang mengalir ke dalam sistem pada setiap rel untuk nilai yang ditentukan atau diperkirakan dari tegangan nyata dan tegangan reaktif untuk iterasi pertama atau tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya.
2. Hitung ΔP dan ΔQ pada setiap rel.
3. Hitung nilai-nilai untuk *Jacobian* dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari tegangan nyata dan tegangan reaktif dalam persamaan untuk konduktansi parsial yang ditentukan.
4. Balikkan *Jacobian* itu dan hitung koneksi magnitude tegangan $\Delta |V|$ dan sudut fasa ($\Delta \delta_p$) pada setiap rel.
5. Hitung nilai baru dari $|V_p|$ dan δ_p dengan menambahkan $\Delta |V_p|$ dan $\Delta \delta_p$ pada nilai sebelumnya.
6. Kembali ke langkah 1 dan ulangi proses ini dengan menggunakan nilai untuk tegangan nyata dan tegangan reaktif yang ditentukan paling akhir sehingga nilai ΔP dan ΔQ lebih kecil atau sama dengan nilai toleransi yang telah ditetapkan.

3.1.5 Diagram Alir Aliran Daya Newton Rhapson



Gambar 3-1
Diagram Alir Aliran Daya Newton Rhapson

3.2. Rekonfigurasi Jaringan

Proses menata konfigurasi awal dari jaringan (initial condition) menjadi suatu konfigurasi optimum akhir (optimal condition), sehingga dari konfigurasi yang terakhir ini diperoleh kerugian daya sistem distribusi yang paling kecil (aliran daya yang paling optimum). Dalam skripsi ini rekonfigurasi jaringan digunakan untuk memindahkan beban dari daerah operasi yang terganggu ke daerah dengan kondisi operasi yang normal.

Meskipun jaringan distribusi dioperasikan menggunakan sistem radial, namun besarnya sistem tersebut dikombinasikan ke dalam beberapa tipe. Tipe yang paling umum adalah model jaringan radial dengan *tie* dan *switch* pemisah.

Rekonfigurasi jaringan distribusi dapat dilakukan dengan mengatur kondisi dari *switch-switch* ini dalam keadaan *ON* dan *OFF*. *Switch* yang terdapat dalam distribusi terdapat 2 macam:

1. *Normally closed switch (NC switch)* yang dalam keadaan operasi normal, posisi kontakannya selalu tertutup (*ON*).
2. *Normally open switch (NO switch)* yang dalam keadaan operasi normal, posisi kontakannya selalu terbuka (*OFF*).



Gambar 3-1.
NC dan NO Switch

Jadi jelas bahwa sebenarnya rekonfigurasi jaringan dalam sistem distribusi tenaga listrik adalah operasi mengganti struktur topologi dari jaringan distribusi dengan mengubah status *open/closed* dari *NO/NC switch*.

3.3. Pengenalan Konsep Logika *Fuzzy*^[5]

Pada dasarnya manusia mengenal obyek dengan memberikan kualifikasi secara kualitatif seperti besar, kecil, tinggi, rendah, agak, cukup, sangat dan sebagainya yang semuanya itu dikatakan sebagai variabel linguistik. Variabel linguistik inilah yang digunakan dalam konsep *fuzzy*.

Secara leksikal, *fuzzy* berarti kabur atau tidak jelas, *fuzzy* merupakan metodologi untuk menyatakan hukum operasional sistem dengan ungkapan bahasa bukan dengan persamaan matematis. Pada himpunan klasik hanya memberikan jawaban yang merupakan anggota dan bukan anggota dari suatu himpunan. Nilai yang dimungkinkan terbatas antara 0 dan 1 yang menunjukkan anggota atau bukan anggota himpunan, seperti hitam atau putih serta tidak mempunyai keputusan untuk abu-abu. Suatu himpunan A sebagai objek dalam suatu semesta pembicaraan X , didefinisikan sebagai elemen-elemen dari X yang memenuhi sifat-sifat keanggotaan yang didefinisikan untuk A . Pada teori klasik tiap elemen dari x merupakan anggota atau bukan anggota dari A . Keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* ditandai dengan μ_A , misal A , dapat mempunyai derajat keanggotaan mulai dari derajat keanggotaan penuh sampai derajat keanggotaan tidak penuh.

Fungsi keanggotaan $\mu(x)$ memberi derajat keanggotaan untuk tiap elemen $x \in X$. $\mu(x)$ didefinisikan dalam interval $[0,1]$ dimana 1 menyatakan elemen yang berada dalam \tilde{A} . Dimana 0 sampai 1 menyatakan sebagian berada dalam \tilde{A} . Secara umum \tilde{A} dinyatakan sebagai pasangan berurutan $(x, \mu(x))$ dimana :

$$\tilde{A} = \{(x, \mu(x) \mid x \in X, 0 \leq \mu(x) \leq 1\} \dots\dots\dots(3.24)$$

Variabel linguistik merupakan variabel yang nilainya diekspresikan dengan kata-kata atau kalimat daripada angka. Nilai linguistik yang dapat diberikan pada suatu variabel dinamakan "himpunan istilah", yang umumnya dinyatakan sebagai himpunan *fuzzy* yang bertindak sebagai pembatas pada nilai dasar yang telah dinyatakan setiap dari himpunan *Fuzzy* ini merupakan atau terdapat sebuah distribusi kemungkinan pada domain dari variabel dasar.

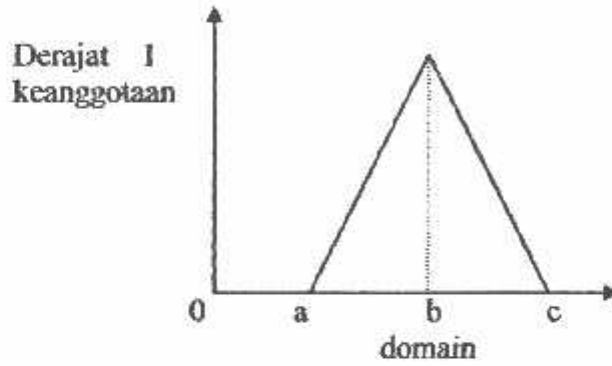
3.3.1. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Untuk menyatakan tingkat keanggotaan dari tiap penyokong dalam himpunan fuzzy digunakan fungsi keanggotaan (membership) fungsi keanggotaan ini mengkarakteristik setiap penyokong dalam interval $(0:1)$. Jenis S, fungsi Z, fungsi π , fungsi segitiga dan fungsi trapesium. Dua jenis fungsi terakhir (fungsi segitiga dan trapesium) mempunyai sifat kesederhana (simplicity) dalam menentukan derajat keanggotaan. Dalam skripsi ini fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium, maka penulis hanya menjelaskan bagaimana mencari nilai derajat keanggotaan dengan kedua fungsi tersebut.

- **Kurva Segitiga**

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada Gambar 2.6. Fungsi keanggotaan untuk kurva segitiga adalah:

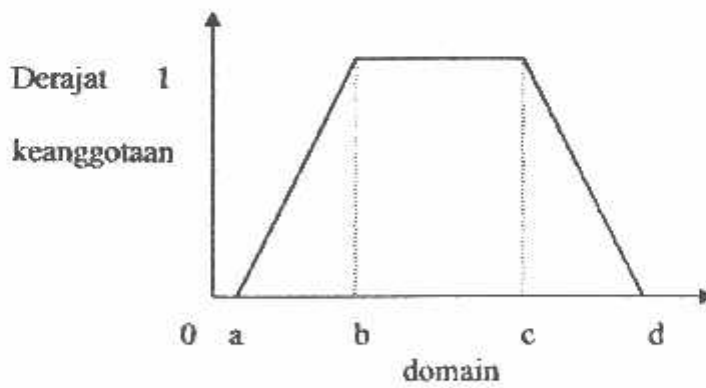
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad \dots\dots\dots (3.25)$$



Gambar 3-2.
Kurva Segitiga

- **Kurva Trapesium**

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1



Gambar 3-3
Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan kurva trapesium :

$$\mu[x]=\begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c); & x \geq d \end{cases} \dots\dots\dots (3.26)$$

3.3.2. Aturan Dasar Fuzzy

Aturan fuzzy pada dasarnya adalah relasi antara masukan fuzzy dengan keluaran fuzzy sebagai suatu hubungan sebab akibat yang disebut sebagai fungsi implikasi fuzzy. Pada suatu sistem kontrol dengan logika fuzzy hubungan ini menyatakan pemetaan variabel fuzzy melalui pernyataan kondisional, yaitu :

‘ Jika A adalah X maka B adalah Y’

3.3.3. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi yaitu mentransformasikan nilai fuzzy ke nilai non fuzzy (crisp) atau pemetaan dari ruang aksi kontrol fuzzy ke ruang aksi kontrol crisp.

3.4 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan metode adaptif yang bisa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam “siapa yang kuat, dia yang bertahan (*survive*)”. Dengan meniru proses ini, Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

Algoritma Genetika ditemukan oleh John Holland pada awal tahun 1970 yang dilandasi oleh sifat-sifat evolusi alam. Holland percaya bahwa ini sangat cocok digabungkan dalam sebuah algoritma komputer, menghasilkan sebuah teknik penyelesaian untuk permasalahan-permasalahan yang sulit dengan langkah alami yaitu melalui evolusi. John Holland mulai bekerja dengan algoritma yang dibentuk dari string-string biner 1 dan 0 yang disebut *kromosom*. Seperti halnya alam, algoritma ini menyelesaikan permasalahan-permasalahan dengan menemukan kromosom-kromosom yang baik dengan manipulasi materi dan sifat (*gene*) kromosom-kromosom. Algoritma ini tidak mengetahui tipe permasalahan yang akan diselesaikan. Hanya informasi yang diberikan dari evaluasi berupa nilai fitness setiap kromosom dengan nilai fitness terbaik yang bertahan hidup dan selalu diproduksi.

Sebelum Algoritma Genetika dijalankan, maka sebuah kode yang sesuai (representasi) untuk persoalan harus dirancang. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri dari

komponen genetik terkecil yaitu gen. pemakaian bilangan seperti integer, floating point dan abjad sebagai *allele* (nilai gen) memungkinkan penerapan operator genetika yaitu proses produksi (*reproduction*), pindah silang (*crossover*), mutasi (*mutation*) untuk menciptakan himpunan titik-titik solusi. Untuk memeriksa hasil optimasi, kita membutuhkan fungsi *fitness* yang menandakan gambaran hasil (*solution*) yang sudah dikodekan. Selama proses, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan (*offspring*). Jika Algoritma Genetika didesain dengan baik, populasi akan mengalami konvergensi dan akan mendapatkan sebuah solusi yang optimum.

Algoritma Genetika memiliki empat dasar kerja yaitu :

1. Bekerja dengan mengkodekan parameter-parameter permasalahan dan tidak bekerja secara langsung dengan parameter-parameter tersebut.
2. Mencari solusi masalah dari sejumlah populasi kandidat solusi, tidak hanya memproses satu solusi saja.
3. Hanya memperhitungkan fungsi fitness setiap kandidat solusi untuk mendapatkan hasil optimum global.
4. Menggunakan aturan transisi secara probabilistik bukan deterministik.

3.4.1. Istilah-Istilah Algoritma Genetika

Algoritma Genetika menggunakan mekanisme genetika yang ada pada proses alami dan sistem buatan. Istilah-istilah yang digunakan adalah gabungan dari dua disiplin ilmu, yaitu ilmu Biologi dan ilmu Komputer. Mitsuo Gen dan Runwei Cheng (1997)^[6] menjelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika sebagai berikut :

Tabel 3-1. Istilah Yang Digunakan Dalam Algoritma Genetika

Istilah	Keterangan
Kromosom	Individu berupa segmen string yang sudah ditentukan
Gen	Bagian dari string
Loci	Posisi dari gen
Allele	Nilai yang dimasukkan dalam gen
Phenotype	String yang merupakan solusi terakhir
Genotype	Sejumlah string hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam Algoritma Genetika. Parameter tersebut digunakan untuk melihat kompleksitas dari Algoritma Genetika. Parameter yang digunakan tersebut adalah :

Jumlah Generasi (MAXGEN)

Merupakan jumlah perulangan (iterasi) dilakukannya rekombinasi dan seleksi. jumlah generasi ini mempengaruhi kestabilan output dan lama iterasi (waktu proses Algoritma Genetika). Jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan kearah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada local optimum.

Ukuran Populasi (POPSIZE)

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektifitas dari Algoritma Genetika. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencakup ruang permasalahan. Sehingga pada umumnya kinerja Algoritma Genetika menjadi buruk. Dalam hal ini dibutuhkan ruang yang lebih untuk mempersentasikan keseluruhan ruang permasalahan. Selain itu menggunakan populasi yang besar dapat mencegah terjadinya konvergensi pada wilayah lokal. Zbigniew Michalewics (1996) berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika mempergunakan populasi pada range 50-100.

Probabilitas Crossover (Pc)

Probabilitas Crossover ini digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator crossover. Dalam hal ini, didalam populasi terdapat $P_c \times \text{POPSIZE}$ struktur (individu) yang melakukan pindah silang. Semakin besar nilai probabilitas crossover maka semakin cepat struktur baru yang dipekenalkan dalam populasi. Namun jika probabilitas crossover terlalu besar maka struktur dengan nilai fungsi obyektif yang baik dapat hilang dengan lebih cepat dari seleksi. Sebaliknya jika probabilitas terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika. Zbigniew Michalewics (1996) berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika mempergunakan angka probabilitas crossover pada range 0,65-1.

Probabilitas Mutasi (P_m)

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi yang digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi, karena frekuensi terjadinya mutasi tersebut menjadi $P_m \times \text{POPSIZE} \times N$, dimana N adalah panjang struktur/gen dalam satu individu. Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan akan semakin mirip dengan induknya. Dalam Algoritma Genetika, mutasi menjalankan aturan penting yaitu :

1. Mengganti gen-gen yang hilang selama proses seleksi.
2. Menyediakan gen-gen yang tidak muncul pada saat inisialisasi awal populasi.

Zbigniew Michalewics (1996) berpendapat banyak aplikasi Algoritma Genetika mempergunakan angka probabilitas mutasi pada range 0,001-0,01.

Panjang Kromosom ($NVAR$)

Panjang kromosom berbeda-beda sesuai dengan model permasalahan. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri dari komponen genetik terkecil yaitu gen. pengkodean dapat memakai bilangan seperti string, biner, floating poin dan abjad.

3.4.2. Proses Algoritma Genetika

Sangat perlu untuk mengetahui proses dalam Algoritma Genetika. Dibawah ini akan diuraikan mengenai hal itu, dimana uraian ini merupakan penjabaran dari Algoritma Genetika seperti penjelasan pada bagian berikutnya.

A. Pengkodean atau Representasi

Langkah pertama kali yang dilakukan dalam penggunaan Algoritma Genetika adalah melakukan pengkodean atau representasi terhadap permasalahan yang akan dilakukan.

Secara umum Algoritma Genetika dibentuk oleh serangkaian kromosom yang ditandai dengan x_i ($i = 1, 2, \dots, N$). Setiap elemen dalam kromosom ini adalah variabel string yang disebut gen, berisi nilai-nilai atau *allele*. Variabel-variabel ini dapat dinyatakan dalam bentuk bilangan biner, bilangan real (*floating point*), integer, abjad. Pengkodean string biner merupakan pendekatan klasik yang digunakan dalam penelitian Algoritma Genetika karena sederhana. Meskipun representasi dengan cara ini menyulitkan untuk beberapa permasalahan optimasi. Misalnya permasalahan *graph coloring*. Digunakan teknik pengkodean yang lain seperti representasi real number (*floating point*), representasi *order-based* (untuk *bin-patching*, *graph coloring*), *embedded lists* (untuk permasalahan penjadwalan/*scheduling*), *variable element list* (untuk semi konduktor layout), dan *even LISP S-expressions*.

Selanjutnya beberapa kromosom dibentuk dan berkumpul membentuk populasi. Populasi inilah populasi awal bagi Algoritma Genetika untuk awal melakukan pencarian.

B. Fungsi *Fitness* (Fungsi Evaluasi)

Dalam Algoritma Genetika sebuah fungsi *fitness* $f(x)$ harus dirancang untuk masing-masing permasalahan yang akan diselesaikan. Dengan menggunakan kromosom tertentu, fungsi obyektif atau fungsi evaluasi akan mengevaluasi status masing-masing kromosom. Setiap gen x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) dipergunakan untuk menghitung $f_k(x)$ ($k = 1, 2, \dots, POPSIZE$).

Pada permulaan optimasi, biasanya nilai *fitness* masing-masing individu masih mempunyai rentang yang lebar. Seiring dengan bertambah besar generasi, beberapa kromosom mendominasi populasi dan mengakibatkan rentang nilai *fitness* semakin kecil. Hal ini dapat mengakibatkan konvergensi dini (*premature convergence*).

Permasalahan klasik dalam Algoritma Genetika adalah beberapa kromosom dengan nilai *fitness* yang tinggi (tetapi bukan nilai optimum) mendominasi populasi dan mengakibatkan Algoritma Genetika konvergen pada lokal optimum. Ketika mencapai konvergen, kemampuan Algoritma Genetika untuk mencari solusi yang lebih baik menghilang. Tukar silang antara kromosom induk yang hampir identik. Dalam hal ini hanya operasi mutasi yang mampu menghasilkan kromosom yang relatif baru dan merupakan cara untuk menghindari kromosom tertentu mendominasi populasi.

C. Seleksi

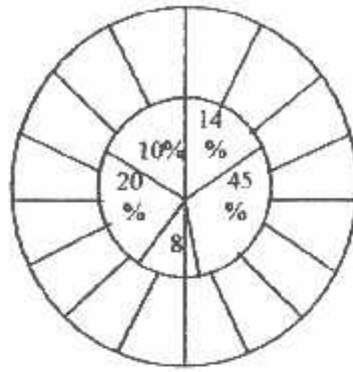
Pada Algoritma Genetika terdapat proses seleksi yaitu proses pemilihan kromosom yang akan di-crossover-kan dengan kromosom dari individu lain. Masalah yang paling mendasar pada proses ini adalah bagaimana proses penyeleksiannya. Menurut teori Darwin proses seleksi individu adalah: “ *individu terbaik akan tetap hidup dan akan menghasilkan keturunan*”. Pada proses seleksi ini dapat menggunakan banyak metode seperti *roulette wheel selection*, *rank selection*, *elitesm* dan lain sebagainya.

➤ **Roulette Wheel Selection**

Dimana setiap individual memiliki harga fitness sehingga didapatkan probabilitas individual $(f(i) / \sum f(i))$ tersebut dicopykan pada populasi yang baru. Untuk individual yang memiliki probabilitas 20% untuk jumlah populasi 10 maka kemungkinan individual tersebut dapat terpilih sebanyak dua kali. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3-1.

Adapun algoritma dari *roulette wheel* adalah sebagai berikut:

1. Menjumlahkan fitness dari seluruh anggota populasi.
2. Membangkitkan nilai k , suatu nilai random antara 0 dan total fitnessnya.
3. menjumlahkan fitness dari kromosom-kromosom dari populasi mulai 0 hingga total fitness lebih besar atau sama dengan nilai k lalu ambil kromosom tersebut.



Gambar 3-4
Roulette-Wheel^[6]

> Rank Selection

Apabila fitness yang dimiliki oleh suatu kromosom dalam populasi berbeda terlalu jauh dari kromosom lainnya maka hal ini dapat menjadi permasalahan. misalnya bila kromosom terbaik mempunyai fitness yang menyebabkan besarnya tempat yang dimilikinya dalam roulette wheel sebesar 90% maka kromosom-kromosom yang lain akan mempunyai peluang yang terlalu kecil untuk diseleksi.

Rank selection pertama kali merangking populasi dan kemudian setiap kromosom diberi nilai fitness baru berdasarkan hasil rangking tersebut. Yang pertama mempunyai fitness 1, yang kedua akan mempunyai fitness 2 dan seterusnya sampai yang terakhir akan mempunyai fitness n . dengan demikian semua kromosom akan mempunyai peluang untuk diseleksi.

3.4.3. Elitism

Selama membuat populasi baru *crossover* dan mutasi, kemungkinan akan terjadi kehilangan kromosom terbaik (*best/few best*). Elitism adalah metode yang pertama kali meng-copy-kan kromosom terbaik (*best/few best*) kedalam populasi baru. Sisanya dikerjakan dengan cara biasa, yaitu melalui seleksi, *crossover* dan mutasi. Elitism dapat secara cepat meningkatkan performan dari Algoritma Genetika karena *elitism* menghindari hilangnya solusi terbaik (*best/few best*) yang telah ditemukan.

3.5. Crossover (Pindah Silang)

Fungsi dari *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dari dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, \dots, \text{POPSIZE}$. Probabilitas *crossover* (P_c) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Apabila nilai $r_k < P_c$ maka kromosom ke- k terpilih untuk mengalami *crossover*.

Crossover yang paling sederhana adalah one point crossover. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian nilai offspring diambil dari dua parent tersebut dengan batas titik persilangan tersebut.

Kemudian ditingkatkan lagi drngan menggunakan *two poin crossover*, penentuan posisi titik persilangan sama seperti *one point crossover* sebelumnya. Pemilihan secara random dilakukan dua kali. Kemudian nilai

offspring diambil dari dua parents tersebut dengan batas dua titik persilangan tersebut.

3.6. Mutation (Mutasi)

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan suatu nilai random r_k dimana $k= 1,2,\dots,NVAR$ (panjang kromosom). Probabilitas mutasi (P_m) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator mutasi. Apabila nilai random $r_k.P_m$ maka gen ke-k kromosom tersebut dipilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dengan 0. biasanya disebut flip yaitu membalik nilai ke 1 atau 1 ke 0.

3.7. Kendala-kendala Restorasi^[1]

Dalam rekonfigurasi sistem distribusi tenaga listrik, terdapat berbagai kendala yang merupakan pembatas (constraint) yang harus dipenuhi. Kendala tersebut antara lain :

- Tidak ada peralatan tenaga listrik yang kelebihan beban.
- Jaringan distribusi harus tetap radial setelah proses rekonfigurasi

3.8. Fungsi Obyektif^[1]

Fungsi obyektif yang akan dicari nilai minimalnya adalah :

1. Daerah yang terganggu.

$$\text{Min } f_1(\bar{X}) \quad \bar{X} = (S_1, S_2, \dots, S_{N_s}) \quad (3.27)$$

Dimana :

N_s = Jumlah switch

X = Letak Switch

$f_1(\bar{X})$ = Jumlah daerah operasi yang tidak mengalami gangguan

2. Jumlah pengoperasian switch $f_2(X)$

$$f_2(X) = \sum_{i=1}^{N_{sw}} x_i \dots\dots\dots (3.28)$$

Dimana :

$f_2(X)$ = Jumlah pengoperasian switch

X = $[x_1, x_2, \dots, x_{N_{sw}}]$

N_{sw} = Jumlah switch pada sistem yang dipertimbangkan

x_i = Status dari switch i

$$\text{Dimana } \begin{cases} 1, \text{ jika status switch berubah} \\ 0, \text{ sebaliknya} \end{cases}$$

3. Deviasi Tegangan Bus.

$$\text{Min } f_3(\bar{X}) = \max |V_i - 1.0| \quad i = 1, 2, \dots, N_b \quad (3.29)$$

Dimana :

N_b = Jumlah total bus

V_i = Tegangan bus yang ke i

$f_3(\bar{X})$ = Deviasi dari tegangan bus

4. Beban Trafo

$$\text{Min } f_4(\bar{X}) = \max \left\{ \frac{tr_{load}}{tr_{max}} \right\} \quad i = 1, 2, \dots, N_t \quad (3.30)$$

Dimana :

N_t = Jumlah total trafo

tr_{load} dan tr_{max} = Arus dan rata-rata arus daritrafo ke i

$f_4(\bar{X})$ = Beban trafo

3.9. Fungsi Keanggotaan Nilai Fungsi Obyektif

Diskripsi linguistik dari nilai fungsi obyektif dikelompokkan menjadi 3, yaitu Kecil (K), Sedang (S), dan Besar (B).

- Jumlah pengoperasian *switch* (f_1)

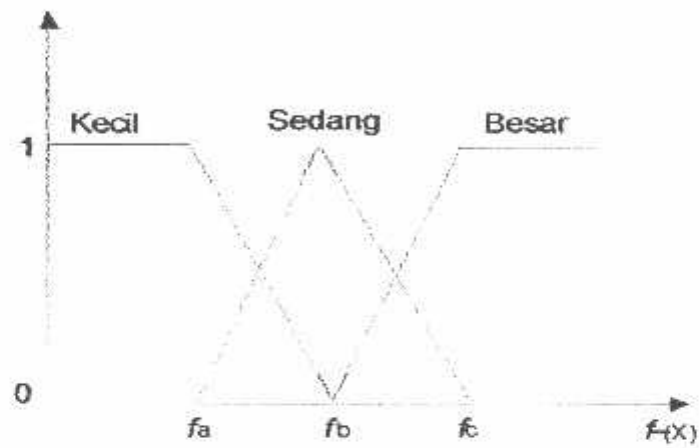
$$f_a = 1, \quad f_b = 9, \quad f_c = 17$$

- Pembebanan maksimum diantara *feeder* pendukung (f_2)

$$f_a = 100, f_b = 300, f_c = 500$$

- Indeks ketidak-seimbangan beban sistem dari *feeder* setelah pengoperasian *switch* (f_3)

$$f_a = 0, f_b = 50, f_c = 100$$



Gambar 3-5
fungsi Keanggotaan dari Fungsi Obyektif f_1^{51}

3.10. Kriteria Restorasi Sistem Distribusi^[1]

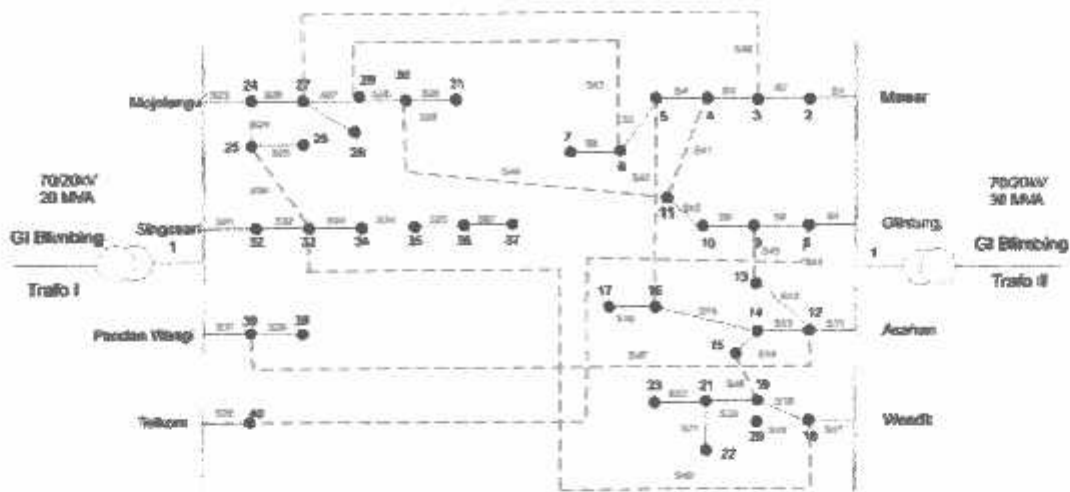
Rekonfigurasi sistem distribusi digunakan untuk memindahkan beban dari jaringan yang terganggu ke jaringan dengan operasi normal. Hal ini harus segera dilakukan apabila lokasi gangguan diketahui dan di isolasi. Rekonfigurasi sistem distribusi harus memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut :

- Rekonfigurasi harus dilakukan dengan cepat agar kenyamanan pelanggan tidak terlalu lama terganggu
- Harus dapat mensuplai beban yang terganggu sebanyak mungkin
- Jumlah pengoperasian *switch* seminimal mungkin
- Tidak ada peralatan sistem distribusi yang kelebihan beban
- Jaringan distribusi harus tetap radial setelah proses rekonfigurasi.

BAB IV
ANALISA SIMULASI RESTORASI PADA SISTEM
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI
FUZZY-GENETIC ALGORITHM

4.1. Sistem Distribusi Gardu Induk Blimbing Malang

Gardu Induk Blimbing Malang memiliki tiga buah trafo dan sembilan buah penyulang. Sedangkan data yang dijadikan sebagai data input dalam program perhitungan aliran daya dan *Fuzzy-Genetic Algorithm* adalah data dari trafo I dan Trafo II GI Blimbing, yang terdiri dari empat buah penyulang dari trafo I yaitu : Penyulang Mojolangu, Penyulang Singosari, Penyulang Pandan Wangi, dan Penyulang Telkom. Serta empat buah penyulang dari trafo II yaitu : Penyulang Mawar, Penyulang Glitung, Penyulang Asahan dan Penyulang Wendit. Sebelum perhitungan dilakukan, terlebih dahulu ditetapkan dari gambar single line diagram yang ada, bahwa yang dijadikan sebagai *slack bus* adalah Busbar dari GI Blimbing Malang, sedangkan *node-node* yang ada disepanjang saluran (yang ada trafo distribusinya) dipandang sebagai *load bus*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4-1.



Gambar 4-1
Konfigurasi Jaringan Radial GI Blimbing

4.2 Data Jaringan

Agar memudahkan perhitungan maka digunakan sistem per-unit (pu), dimana dasar yang digunakan :

- Tegangan dasar : 20 kV
- Daya dasar : 30 MVA
- Penghantar SUTM : AAC 150 mm
- Impedansi Penghantar : $0,2162 + j 0,3305 / \text{km}$
- $\text{Cos } \phi$: 0,8

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

- $P = 1784,55 \cdot 0,8 = 1,4276$
- $Q = 1784,55 \cdot 0,6 = 1,0707$

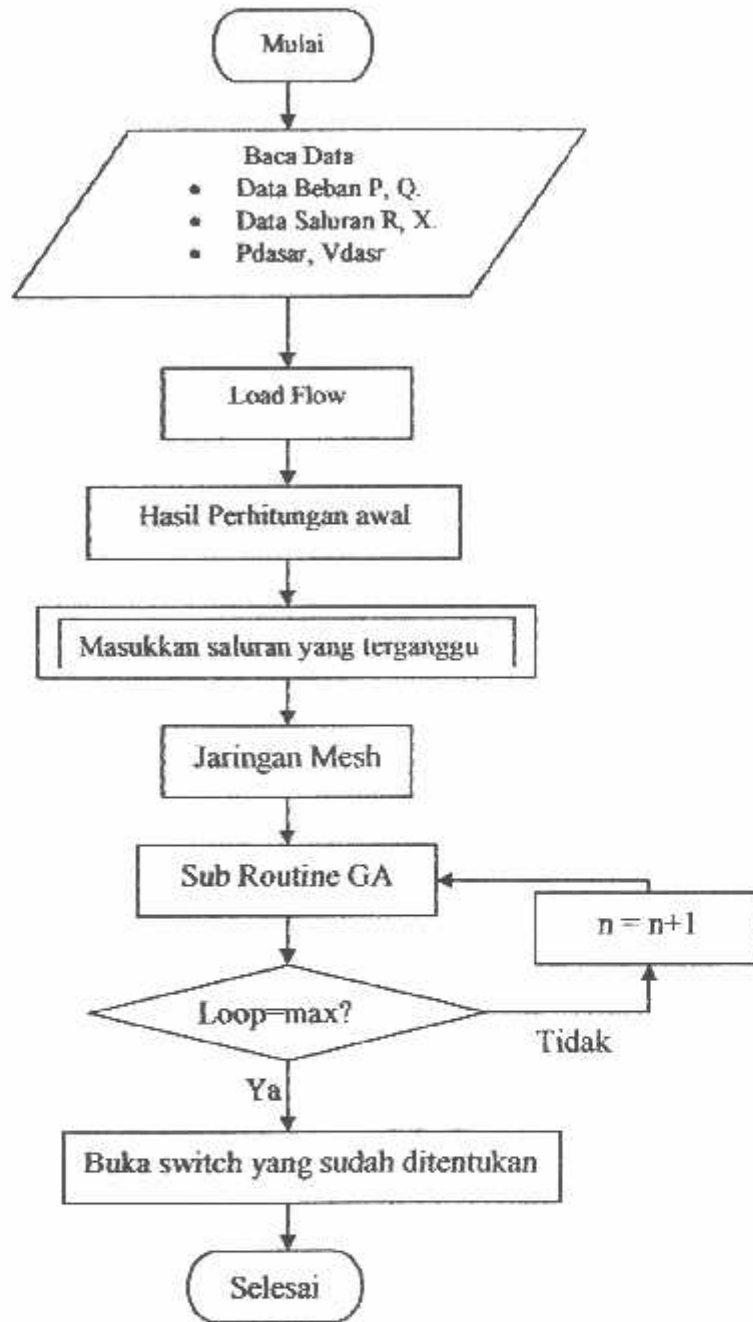
Dengan cara yang sama, maka beban untuk masing-masing bus hasilnya dapat dilihat pada lampiran dalam tabel A-2.

4.3. Algoritma Program Penyelesaian Masalah

Urutan langkah-langkah pada program komputer dapat dilihat pada algoritma program berikut ini :

1. Masukkan data jaringan yang meliputi :
 - Data beban P, dan Q.
 - Data saluran R, dan X
 - P dasar, V dasar.
2. Menjalankan proses aliran daya menggunakan metode *newton-raphson*.
3. Menampilkan hasil perhitungan awal (initial condition) dari proses aliran daya.
4. Menentukan titik gangguan yang akan dianalisa.
5. Menutup semua *tie switch* pada jaringan radial dan mengubah menjadi jaringan mesh.
6. Aplikasi GA untuk penyelesaian masalah
7. Memeriksa apakah loop sudah maksimal, apabila "iya" masuk ke langkah selanjutnya jika "tidak" kembali ke langkah 5 dengan menambahkan nilai $n = n + 1$
8. Mengubah status *open/close switch* yang sudah ditentukan.

4.3.1. Flowchart Penyelesaian Masalah

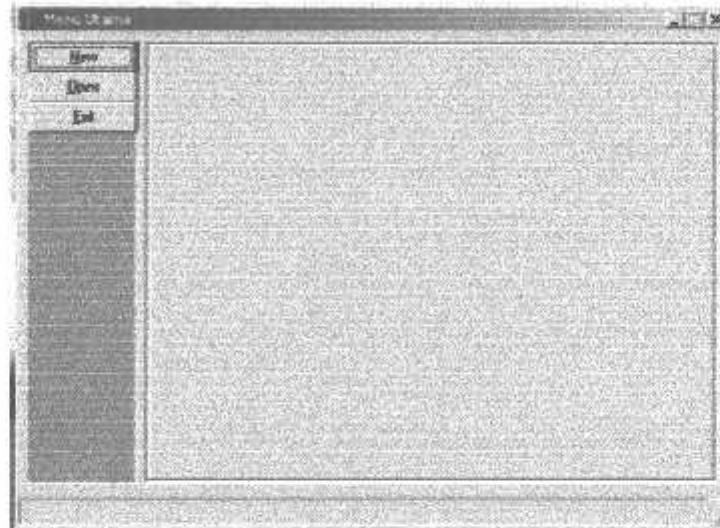


Gambar 4-2.
Flowchart Pemecahan Masalah

4.4. Tampilan Program

Program dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan program *Borland Delphi versi 7.0*. Mengenai jalannya program ikuti prosedur program sebagai berikut :

1. Tampilan utama dari program



Gambar 4-3. Tampilan Utama Program

Kemudian tekan tombol open dan klik *file* yang sudah tersimpan, sehingga akan masuk pada menu tampilan data seperti yang terlihat pada gambar 4-4



Gambar 4-4. Tampilan Inputan Data

Pada menu tampilan data terdapat beberapa tombol yaitu, tombol data bus, data saluran dan data generator. Untuk mengetahui data bus, tekan tombol data bus, maka akan tampil menu seperti pada gambar 4-5.

Bus	busV (pu)	angle (deg)	Pp (MW)	Qp (MVAR)	PL (MW)	QL (MVAR)	Cap (ohm)	Type Bus
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1.4276	1.0707	0	3
3	1	0	0	0	0.7655	0.5741	0	2
4	1	0	0	0	1.4842	1.1132	0	3
5	1	0	0	0	0.0594	0.6446	0	3
6	1	0	0	0	0.1661	0.1245	0	3
7	1	0	0	0	0.619	0.4643	0	3
8	1	0	0	0	0.3042	0.2506	0	3
9	1	0	0	0	0.7353	0.5515	0	3
10	1	0	0	0	0.2871	0.2153	0	3
11	1	0	0	0	0.4398	0.3299	0	3
12	1	0	0	0	1.4300	1.1181	0	3
13	1	0	0	0	1.4538	1.0900	0	3
14	1	0	0	0	0.7972	0.1479	0	3

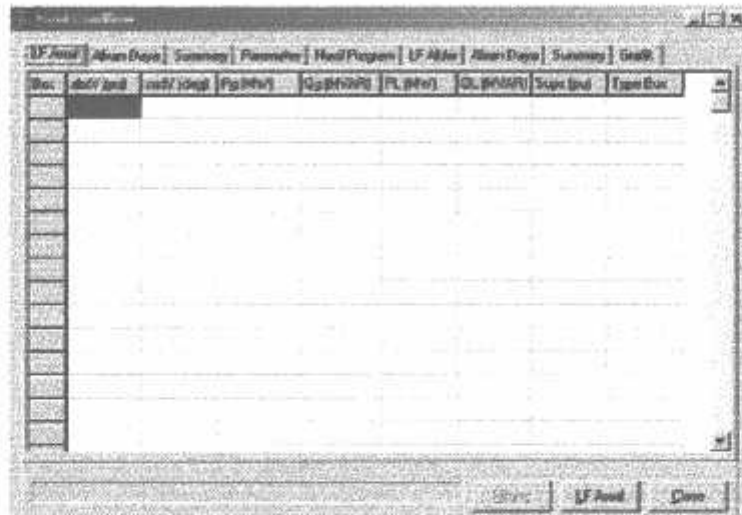
Gambar 4-5. Data Bus

Menu data bus berisikan data daya pembebanan masing-masing bus, dan tekan tombol data saluran untuk masuk ke tampilan data saluran seperti terlihat pada gambar 4-6.

No	Dari	Ke	R (ohm)	X (ohm)	Bc (ohm)	Tr	To	Ser (ohm)	Kap (MVAR)
1	2	3	1.2142	1.856	0	0	0	0	10000
2	2	3	0.9832	1.3901	0	0	0	0	10000
3	3	4	1.0936	1.6952	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	0.2628	0.9546	0	0	0	0	10000
7	1	8	0.2386	0.4964	0	0	0	0	10000
8	8	9	0.2591	0.3946	0	0	0	0	10000
9	9	10	0.2197	0.3358	0	0	0	0	10000
10	10	11	0.3226	0.4831	0	0	0	0	10000
11	1	12	0.5389	0.8177	0	0	0	0	10000
12	12	13	0.7464	1.1329	0	0	0	0	10000
13	12	14	0.2059	0.544	0	0	0	0	10000
14	14	15	0.7998	0.998	0	0	0	0	10000

Gambar 4-6. Data Saluran

Dimana data saluran adalah data reaktansi dan impedansi antar saluran. Setelah itu tekan tombol *next*, maka akan terlihat tampilan menu *load flow* seperti pada gambar 4-7.



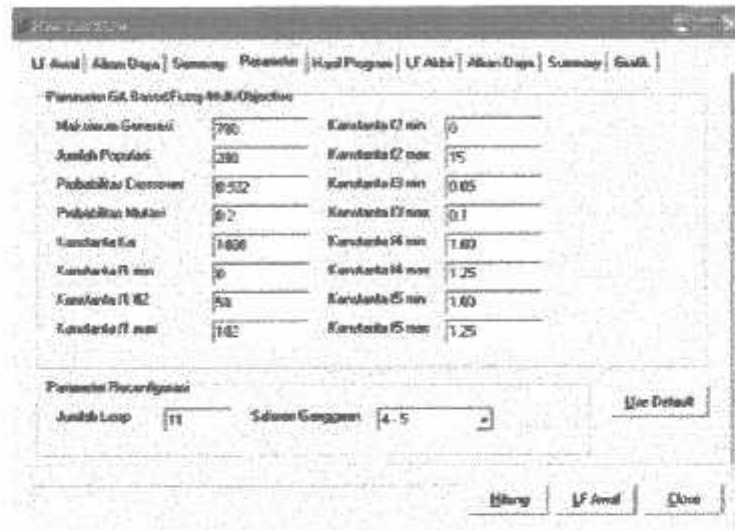
Gambar 4-7
Menu Tampilan Hasil Loadflow

Tekan tombol LF Awal maka dengan *Newton Raphson* dapat melihat hasil perhitungan aliran daya pada kondisi awal, seperti pada gambar 4-8.

Bus	absV (pu)	angV (deg)	Pg (MW)	Qg (MVAR)	PL (MW)	GL (MVAR)	Scap (pu)	Type Bus
1	1.00000	0.00000	28.451	22.926	0.000	0.000	0.000	1
2	0.96262	0.74855	0.000	0.000	1.428	1.971	0.000	3
3	0.94255	-1.17164	0.000	0.000	0.795	0.574	0.000	3
4	0.92259	1.60771	0.000	0.000	1.484	1.113	0.000	3
5	0.91445	-1.78952	0.000	0.000	0.899	0.645	0.000	3
6	0.91377	-1.89582	0.000	0.000	0.166	0.125	0.000	3
7	0.91245	-1.83579	0.000	0.000	0.619	0.484	0.000	3
8	0.90711	-0.89959	0.000	0.000	0.334	0.251	0.000	3
9	0.89507	-0.16342	0.000	0.000	0.735	0.591	0.000	3
10	0.99421	-0.13842	0.000	0.000	0.287	0.215	0.000	3
11	0.99344	-0.12644	0.000	0.000	0.440	0.330	0.000	3
12	0.98424	-0.22915	0.000	0.000	1.491	1.116	0.000	3
13	0.97591	-0.44897	0.000	0.000	1.454	1.080	0.000	3
14	0.97987	-0.42126	0.000	0.000	0.192	0.140	0.000	3
15	0.97025	-0.44885	0.000	0.000	0.654	0.490	0.000	3

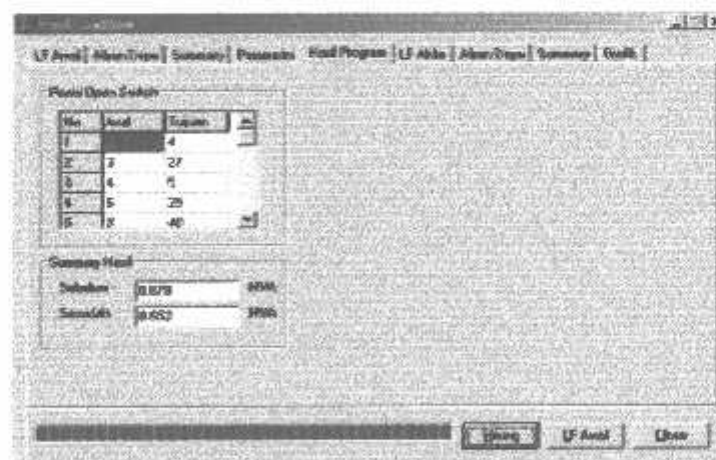
Gambar 4-8.
Hasil Aliran Daya Sebelum Restorasi

Kemudian tekan tombol parameter maka akan terlihat seperti pada gambar 4-9. Tekan tombol use default, pilih saluran gangguan, kemudian tekan tombol hitung.



Gambar 4-9.
Parameter Data

Setelah proses perhitungan simulasi selesai maka tekan tombol hasil program, maka akan terlihat seperti pada gambar 4-10, dimana hasil program tersebut berisi posisi open switch yang optimal dan perbandingan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah restorasi.



4-10
Tampilan Hasil Program

Untuk melihat hasil *loadflow* sesudah direstorasi, tekan tombol LF Akhir, maka akan terlihat tampilan seperti pada gambar 4-11.

Bus	V (kV)	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	PF	f (Hz)	D (Hz)	Other	Other
1	0.0000	26.224	21.722	0.000	0.980	0.000	0.000	0.000	1
2	0.93545	-0.39736	0.000	0.000	1.420	1.071	0.000	0.000	3
3	0.93477	-0.37938	0.000	0.000	0.765	0.574	0.000	0.000	3
4	0.97920	-0.50776	0.000	0.000	1.404	1.112	0.000	0.000	3
5	0.95017	-0.33004	0.000	0.000	0.859	0.605	0.000	0.000	3
6	0.90052	-0.46285	0.000	0.000	0.165	0.125	0.000	0.000	3
7	0.90827	-0.37122	0.000	0.000	0.619	0.464	0.000	0.000	3
8	0.90830	-0.10334	0.000	0.000	0.234	0.251	0.000	0.000	3
9	0.90259	-0.32944	0.000	0.000	0.725	0.531	0.000	0.000	3
10	0.97019	-0.43770	0.000	0.000	0.257	0.215	0.000	0.000	3
11	0.97057	0.50950	0.000	0.000	0.440	0.320	0.000	0.000	3
12	0.97504	0.42562	0.000	0.000	1.471	1.110	0.000	0.000	3
13	0.97329	0.55765	0.000	0.000	1.454	1.050	0.000	0.000	3
14	0.97124	-0.50000	0.000	0.000	0.137	0.140	0.000	0.000	3
15	0.99032	-0.44200	0.000	0.000	0.654	0.450	0.000	0.000	3

Gambar 4-11
Tampilan Load Flow Akhir

Dan untuk melihat aliran daya sesudah direstorasi tekan tombol aliran daya yang terletak disebelah tombol LF Akhir, maka akan terlihat tampilan seperti pada gambar 4-12.

No	Dari	Ke	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	f (Hz)	D (Hz)	Other	Other
1	2	2.293	1.604	116.937	84.200	2	1	-2.136	-
2	2	3	0.768	0.577	39.791	25.495	3	2	4.705
3	3	4	0.000	0.000	0.000	0.000	4	3	0.000
4	4	5	0.000	0.000	0.000	0.000	5	4	0.000
5	5	6	0.726	0.530	40.479	31.229	6	5	4.798
6	6	7	0.620	0.465	31.822	24.214	7	6	0.619
7	7	8	5.568	4.309	278.389	215.991	8	7	5.531
8	8	9	5.196	4.032	261.904	204.754	9	8	5.160
9	9	10	4.433	3.437	224.342	176.094	10	9	4.415
10	10	11	4.130	3.194	209.740	164.880	11	10	4.105
11	11	12	7.143	5.467	357.126	274.330	12	11	-7.034
12	12	13	1.480	1.108	74.139	56.727	13	12	-0.454
13	13	14	4.085	3.103	267.289	199.962	14	13	-4.059
14	14	15	0.054	0.401	35.428	25.634	15	14	0.054

Gambar 4-12.
Hasil Perhitungan Sesudah Restorasi.

4.5. Hasil Perhitungan Pada Kondisi Awal.

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan aliran daya pada kondisi normal masing-masing penyulang.

Tabel 4-1
Hasil perhitungan Sebelum Restorasi

Penyulang	Pembangkit		Pembebanan		Rugi-rugi	
	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR
Mawar	5,597	4,412	5,321	3,992	0,276	0,422
Glintang	1,803	1,358	1,796	1,347	0,007	0,009
Asahan	5,414	4,125	5,332	3,998	0,081	0,126
Wendit	5,218	4,006	5,100	3,825	0,117	0,181
Mojolangu	5,027	3,988	4,813	3,721	0,215	0,269
Singosari	3,764	2,907	3,597	2,699	0,163	0,205
Pandanwangi	1,567	1,185	1,549	1,162	0,18	0,024
Telkom	0,061	0,045	0,061	0,045	0,001	0
Jumlah	28,451	22,026	27,569	20,789	0,878	1,236

4.6. Simulasi Gangguan

Diasumsikan gangguan terjadi pada seksi 4 penyulang Mawar dan seksi 27 Penyulang Mojolangu.

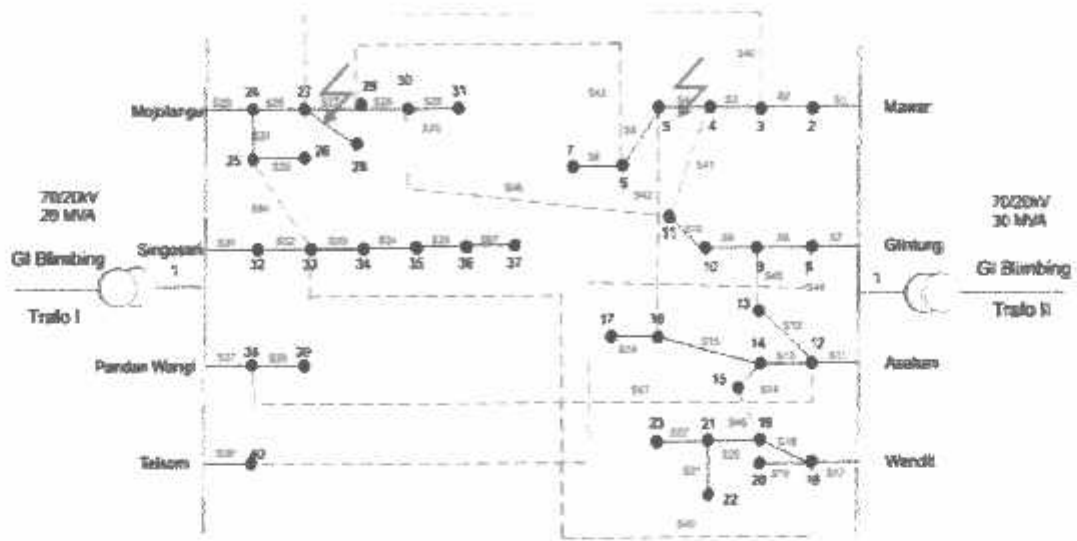
4.6.1. Simulasi I (Gangguan Terjadi Pada Seksi 4 Penyulang Mawar)

Akibat dari gangguan yang terjadi di seksi 4 Penyulang Mawar maka Bus 5, 6, dan 7 mengalami pemadaman.

4.6.2. Simulasi II (Gangguan Terjadi Pada Seksi 27 Penyulang Mojolangu)

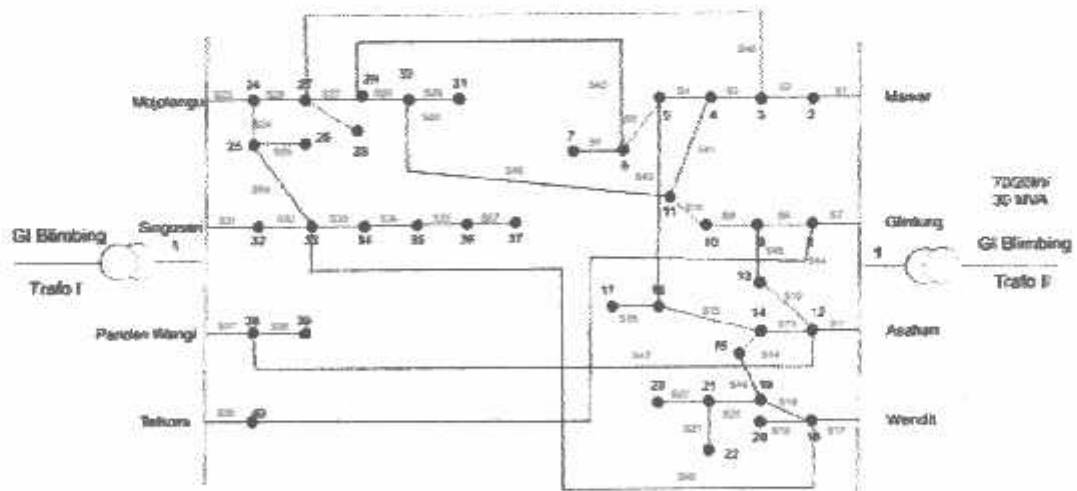
Akibat dari gangguan yang terjadi di seksi 27 penyulang Mojolangu, maka bus 29, 30, dan 31 mengalami pemadaman.

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4-13



Gambar 4-13
Konfigurasi GI Blimbing Saat terjadi gangguan di seksi 4 Penyulang Mawar dan di seksi 27 penyulang Mojolangu

Dalam analisis restorasi sistem distribusi daya listrik akibat terjadi gangguan, maka semua *Tie Switch* (Normally Open) ditutup, sehingga jaringan radial menjadi jaringan mesh seperti pada gambar 4-14



Gambar 4-14
Konfigurasi Jaringan Mesh GI Blimbing Malang

4.7. Analisa Perhitungan Sesudah Restorasi

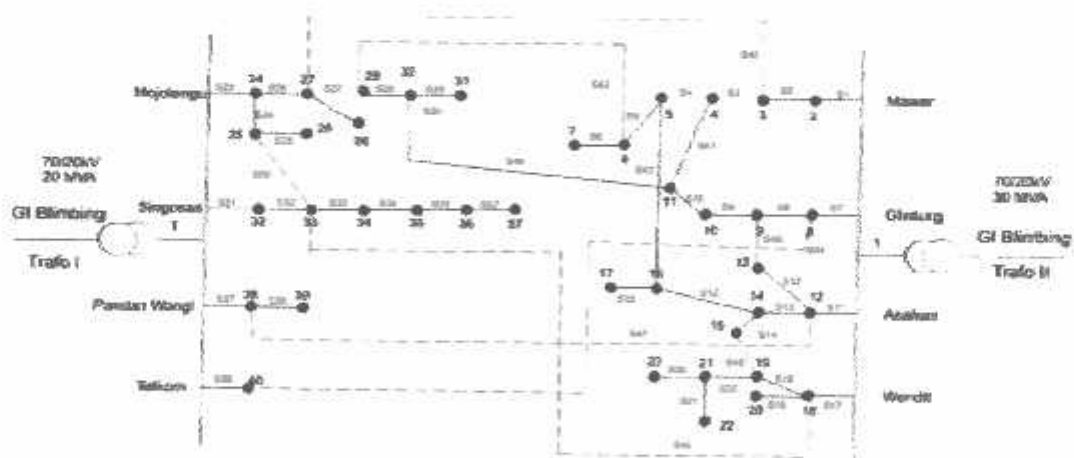
4.7.1. Kasus 1 (Gangguan di Penyulang Mawar)

Berikut ini adalah tabel hasil analisa simulasi gangguan sesudah mengalami restorasi.

Tabel 4-2
Hasil Simulasi Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan
Sesudah Restorasi

Penyulang	Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR
Mawar	2,219	1,684	2,193	1,645	0,027	0,039
Glintang	5,568	4,339	5,457	4,170	0,111	0,171
Asahan	7,143	5,487	6,976	5,232	0,167	0,255
Mojolangu	2,648	2,070	2,636	2,011	0,047	0,060
Wendit	5,218	4,006	5,100	3,825	0,117	0,181
Singosari	3,764	2,907	3,597	2,699	0,163	0,205
Pandarwangi	1,567	1,185	1,549	1,162	0,18	0,024
Telkom	0,061	0,045	0,061	0,045	0,001	0
Jumlah	28,188	21,723	27,569	20,789	0,651	0,935

Setelah gangguan disimulasikan dan diketahui switch-switch mana yang optimal untuk dibuka atau ditutup, maka kita diperoleh gambar single line diagram seperti pada gambar 4-15.



Gambar 4-15
Konfigurasi jaringan GI Blimbing Malang sesudah di Restorasi

Dari grafik 4-1 dapat dilihat bahwa sesudah restorasi terjadi kenaikan tegangan pada semua bus penyulang Mawar karena bus 4 mendapat disuplai dari penyulang Glintung dan bus 5 sampai 7 disuplai dari penyulang Asahan. Begitu juga terjadi kenaikan tegangan pada penyulang Mojolangu karena bus 29 sampai 31 mendapat suplai dari penyulang glintung. Sedangkan pada penyulang Glintung terjadi penurunan tegangan karena harus mensuplai daya ke bus 4 penyulang Mawar dan bus 29 sampai 31 penyulang Mojolangu. Juga terjadi penurunan tegangan pada penyulang Asahan karena harus mensuplai daya ke bus 5 sampai 7 penyulang Mawar

Setelah diketahui hasil simulasi pada kasus 1 maka dibandingkan dengan hasil perhitungan pada kondisi normal. Untuk itu dapat kita lihat pada tabel 4-4

Tabel 4-4
Hasil Perbandingan total Pembangkitan, Pembebanan dan Rugi-rugi Saluran

Penyulang	Pembangkit		Pembebanan		Rugi-rugi	
	Sebelum MW	Sesudah MW	Sebelum MW	Sesudah MW	Sebelum MW	Sesudah MW
Mawar	5,597	4,412	5,321	2,193	0,276	0,027
Glintung	1,803	1,358	1,796	5,457	0,007	0,111
Asahan	5,414	4,125	5,332	6,967	0,081	0,167
Wendit	5,218	4,006	5,100	5,100	0,117	0,117
Mojolangu	5,027	3,988	4,813	2,636	0,215	0,047
Singosari	3,764	2,907	3,597	3,597	0,163	0,163
Pandanwangi	1,567	1,185	1,549	1,549	0,18	0,018
Telkom	0,061	0,045	0,061	0,061	0,001	0,001
Jumlah	28,451	22,026	27,569	27,569	0,878	0,651

Dari tabel 4-4 dapat kita lihat hasil perbandingan rugi-rugi daya pada kondisi normal sebesar 0,878 MW dan setelah restorasi rugi-rugi dayanya sebesar 0,651.

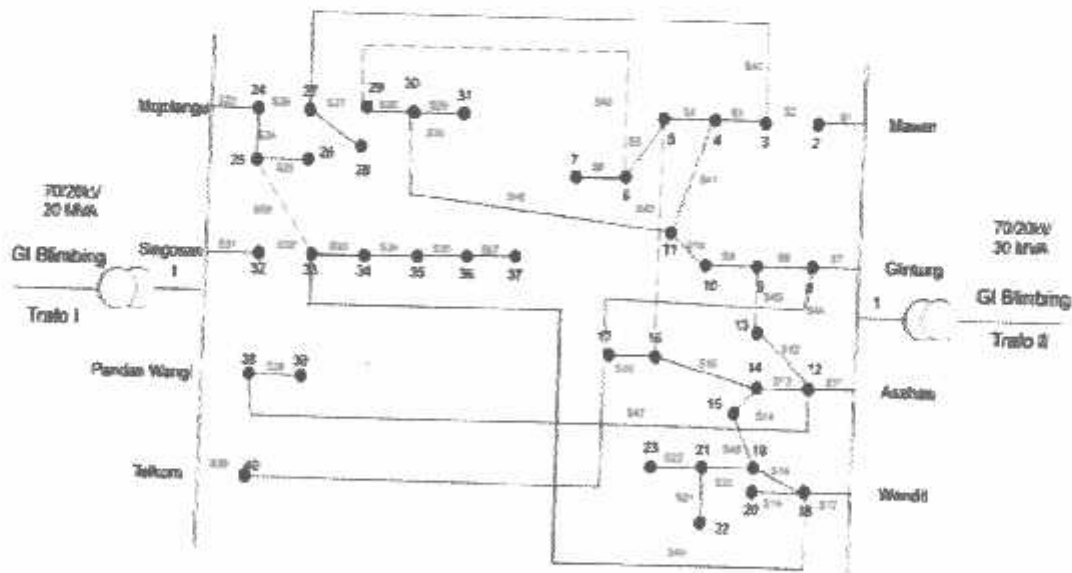
4.7.2. Kasus 2 (Gangguan di Penyulang Mojolangu)

Berikut ini adalah tabel hasil analisa simulasi gangguan sesudah mengalami restorasi.

Tabel 4-5
Hasil Simulasi Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan
Sesudah Restorasi

Penyulang	Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR
Mawar	1,437	1,086	1,428	1,071	0,009	0,0015
Glintung	8,678	6,824	8,309	6,311	0,282	0,357
Asahan	4,545	3,447	4,497	3,370	0,051	0,079
Wendit	11,389	8,873	10,918	8,229	0,461	0,686
Mojolangu	2,228	1,720	2,193	1,678	0,038	0,042
Singosari	0,166	0,125	0,166	0,125	0	0
Jumlah	28,443	22,075	27,511	20,784	0,841	1,179

Setelah gangguan disimulasikan dan diketahui switch-switch mana yang optimal untuk dibuka atau ditutup, maka kita diperoleh gambar single line diagram seperti pada gambar 4-16.



Gambar 4-16
Konfigurasi jaringan GI Blimbing Malang sesudah di Restorasi

BAB V

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan analisa dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kasus 1, diasumsikan gangguan terjadi pada section 4 penyulang Mawar dimana terjadi perubahan status switch, yaitu switch yang dibuka adalah 3, 4, 27, dan switch yang ditutup adalah switch 41, 42, 46. Dimana bus 5 sampai 7 penyulang Mawar yang semula mengalami gangguan, mendapat suplai daya dari bus 16 penyulang Asahan sehingga kontinuitas suplai daya bus 5 sampai 7 tetap terjaga.
2. Sedangkan pada kasus 2 , diasumsikan gangguan terjadi pada section 27 penyulang Mojolangu dimana terjadi perubahan status switch, yaitu switch yang dibuka adalah switch 2, 13, 26, 27, 29, 37, 38, dan switch yang ditutup adalah switch 40, 41, 44, 46, 47, 48, 49. Dimana bus 29 sampai 31 penyulang Mojolangu yang semula mengalami gangguan, mendapat suplai daya dari bus 11 penyulang Glintung sehingga kontinuitas suplai daya bus 29 sampai 31 tetap terjaga.
3. Rugi-rugi daya setelah perbaikan mengalami penurunan dibandingkan pada kondisi normal. Pada kasus 1, rugi-rugi sebelum perbaikan adalah 0,878 MW dan 1,236 MVAR, setelah mengalami Restorasi ruginya sebesar 0,651 MW dan 0,935 MVAR. Terjadi penurunan sebesar 22,7 %

4. Pada kasus 2, rugi-rugi sebelum perbaikan adalah 0,878 MW dan 1,236 MVAR, setelah mengalami perbaikan pelayanan rugi-ruginya sebesar 0,841 MW dan 1,179 MVAR. Terjadi penurunan sebesar 3,7%

Daftar Pustaka

- [1] Ying-Tung Hsiao and Ching-Yang Chien, "*Enhancement of Restoration Service in Distribution System Using a Combination Fuzzy-GA Method*", IEEE Transaction on Power System. Vol. 15, No. 4, November 2000.
 - [2] Hasan Basri, Ir, "*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*", Balai Penerbit Humas IST Bumi Srengseng Indah P. Minggu, Jakarta Selatan, 1996
 - [3] William D. Stevenson, Jr, "*Analisa sistem Tenaga Listrik*" Penerbit Erlangga
 - [4] Djiteng Marsudi, Ir, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta Selatan, 1990
 - [5] Sri Kusuma Dewi, "*Analisis Desain sistem Fuzzy menggunakan Toolbox Matlab*", Penerbit Graha Ilmu, 2002
 - [6] Mitsuo Gen, Runwei Cheng, "*Genetic Algorithms And Engineering Design*", John Wiley & Sons, 1997.
-

DATA BEBAN TIAP SEKSI PENYULANG GIBLIMBING TRAF0 II

I. Penyulang Mawar

SEKSI	NO. TRAF0	NOMINAL (KVA)	PERSEN BEBAN (%)	BEBN TRAF0 (KVA)
1	186	150	74,3	111,45
	270	150	71,4	107,1
	369	150	74,3	111,45
	370	150	47,3	111,45
	371	150	74,3	111,45
	424	250	73,4	183,51
	425	100	30,8	30,8
	455	250	61,7	154,31
	542	150	59,6	89,4
	588	160	53,6	85,8
	605	100	48,9	48,99
	744	160	86,2	137,94
	764	160	67,6	108,23
	775	250	82,7	206,9
	779	250	74,3	185,75
	Jumlah			1784,55
2	193	200	43,5	87,1
	253	150	76,8	115,22
	253A	200	73,8	147,6
	284	150	68,32	102,3
	290	150	69,8	104,65
	585	200	64,8	129,5
	615	160	74,3	118,88
	737	250	51,5	128,82
	920	160	14,2	22,77
	Jumlah			956,84
3	32	100	105	105
	110	150	74,3	111,45
	133	150	74,3	111,45
	230	160	74,3	118,88
	231	160	81,3	130
	305	160	80,6	129
	305A	200	36	72
	335	75	74,3	55,73
	358	150	74,3	111,45
	368	150	114	171
	390	75	97,5	73,13
	409	150	74	111

	409A	160	74.3	118.88
	543	150	86	129
	584	160	86.9	139
	741	160	58.8	94
	762	100	74.3	74.3
	Jumlah			1855.27
4	15	250	60.3	150.7
	21	200	90	180
	36	250	74	185
	38	100	76.5	76.5
	235	200	65.5	131
	244	250	50	125
	315	150	96.7	145
	706	150	13.5	67.5
	729	100	74.3	74.3
	Jumlah			1074.25
5	22	150	74.3	111.45
	240	160	60.1	96.13
	Jumlah			207.58
6	53	150	83.4	125.09
	122	150	45.3	67.98
	412	100	74.3	74.3
	361	160	74.3	118.88
	570	100	89.3	89.32
	777	250	64.8	162
	Jumlah			773.75

2. Penyulang Glantung

SEKSI	NO. TRAF0	NOMINAL (KVA)	PERSEN BEBAN (%)	BEBN TRAF0 (KVA)
1	93	100	72.3	72.3
	141	200	76.5	153
	196	160	79.4	127
	575	160	40.9	65.4
	Jumlah			417.7
2	16	250	48.8	122.1
	51	250	54.8	137
	148	250	108.4	271
	210	250	65.6	164
	281	160	68.1	109
	536	160	72.5	116
	Jumlah			919.1

3	40	200	49	98
	153	160	40	64.02
	211	150	65.6	98.4
	398	150	65.6	98.4
	Jumlah			358.82
4	107	100	44.4	44.4
	142	160	116.9	187
	165	200	65.3	128.57
	437	100	58.6	58.6
4	449	100	65.6	65.6
	762	100	65.6	65.6
	Jumlah			549.75

3. Penyulang Asahan

SEKSI	NO. TRAFU	NOMINAL (KVA)	PERSEN BEBAN (%)	BEBN TRAFU (KVA)
1	39	200	66.5	133
	88	250	75	187.5
	124	200	73.4	146.7
	125	160	24.4	39
	128	100	41.9	41.9
	267	160	75	120
	445	160	75	120
	495	200	5	10
	621	160	12.6	20.1
	622	100	75	75
	623	50	75	36.9
	654	160	23	36.9
	660	160	6.8	10.9
	668	250	75	187.5
	739	100	75	75
	757	630	75	472.5
	865	200	75	150
Jumlah			1863.5	
2	372	250	49.6	124
	373	160	40.5	68.4
	434	160	75	120
	694	160	10.4	16.6
	697	200	74.2	148.3
	726	160	10.6	17
	734	160	9.6	15.3
	735	160	39.8	63.6
	738	200	53.2	106.3

	767	100	75	75
	843	630	75	472.5
	875	160	38.3	61.3
	899	250	75	187.5
	913	100	75	75
	924	200	75	150
	960	160	75	120
	Jumlah			1817.2
3	285	25	4.8	1.2
	286	160	97.7	156.2
	582	160	13	20.8
	752	200	34.2	68.3
	Jumlah			246.5
4	26A	100	75	75
	354	150	80	120
	667	200	75	150
	815	630	75	472.5
	Jumlah			817.5
5	2	160	75	120
	3	200	81.5	163
	234	100	79.8	79.88
	279	160	28.5	45.59
	314	150	75	112.5
	364	150	75	112.5
	384	75	75	56.25
	528	630	75	472.5
	624	550	75	412.5
	818	200	46.8	93.5
	906	160	75	120
	910	100	75	75
	Jumlah			1863.22
6	80A	75	75	56.25

4. Penyulang Wendit

SEKSI	NO. TRAFU	NOMINAL (KVA)	PERSEN BEBAN (%)	BEHN TRAFU (KVA)
1	224	200	82.8	165.5
2	215	160	71.4	114.3
	338	250	78.7	196.8
	577	200	89.5	179
	Jumlah			490.1
3	28	100	92.4	92.4
	203	100	60.9	60.9

	204	160	63.7	101.9
	222	1030	74.4	119.04
	293	100	82	82
	502	250	9.1	22.8
	503	160	74.4	119.04
	608	150	66.7	100
	649	250	81.1	202.7
	650	200	81.5	163
	655	100	105.8	105.8
	659	800	74.7	595.2
	676	200	74.4	148.8
	755	630	77.3	468.72
	773	250	67.7	169.2
	828	100	10	10
	840	160	83.1	133
	966	160	5.9	9.5
	967	160	0.6	1
	968	160	30.8	49.2
	991	160	74.4	119.04
	Jumlah			3520.52
4	378	160	64.4	103
	727	160	74.4	119.04
	Jumlah			222.04
5	185	150	73.4	110.1
	254	150	47.4	111.6
	428	100	77.8	77.8
	469	630	74.4	468.72
	Jumlah			768.22
6	537	250	52.1	130.2
	681	150	58.1	87.2
	699	100	74.4	74.4
	705	50	74.4	37.2
	714	160	61.1	97.7
	715	160	76.4	122.2
	763	160	75.1	120.1
	768	160	25.5	40.8
	769	160	43.4	69.4
	822	200	44.7	89.3
	844	200	23.9	47.8
	854	100	43.1	43.1
	864	200	27.3	54.6
	923	160	36.4	58.3
	955	160	28.4	45.5
	956	160	28.6	45.8

	974	160	28.6	45.8
	Jumlah			1209.4

Lampiran

Data Jaringan Distribusi

BUS PANGKAL	BUS UJUNG	P BUS UJUNG (MW)	Q BUS UJUNG (MVAR)	JARAK (KM)	R (Ω)	X (Ω)
1	2	1,4276	1,0707	5,616	1,2142	1,856
2	3	0,7655	0,5741	4,085	0,8832	1,3501
3	4	1,4842	1,1132	5,04	1,0896	1,6657
4	5	0,8594	0,6446	3,987	0,8425	1,2880
5	6	0,1661	0,1245	0,677	0,1464	0,2238
6	7	0,6190	0,4643	1,678	0,3628	0,5546
1	8	0,3342	0,5206	1,381	0,2986	0,4564
8	9	0,7353	0,5515	1,194	0,2581	0,3946
9	10	0,2871	0,2153	1,016	0,2197	0,3358
10	11	0,4398	0,3299	1,492	0,3226	0,4931
1	12	1,4908	1,1181	2,474	0,5349	0,8177
12	13	1,4538	1,0903	3,443	0,7444	1,1379
12	14	0,1972	0,1479	1,646	0,3559	0,5440
14	15	0,6540	0,4905	1,183	0,2558	0,3910
14	16	1,4906	1,1179	2,754	0,5935	0,9072
16	17	0,0450	0,0338	0,131	0,0283	0,0433
1	18	0,1324	0,0993	1,782	0,3853	0,5890
18	19	0,3921	0,2941	3,031	0,6553	1,0017
18	20	2,8164	2,1123	7,639	1,6516	2,5247
19	21	0,1776	0,1332	1,549	0,3349	0,5119
21	22	0,6146	0,4609	1,476	0,3191	0,4878
21	23	0,9675	0,7256	4,689	1,0138	1,5497
1	24	0,9621	0,7246	5,168	1,3891	1,7447
24	25	0,5323	0,3992	2,341	0,6292	0,7903
24	27	0,6994	0,5245	4,545	1,2216	1,5343
25	26	0,2694	0,2021	4,385	1,1786	1,4803

27	28	0,1740	0,1305	4,056	1,0902	1,3693
27	29	0,6380	0,5264	2,450	0,6585	0,8271
29	30	1,1756	0,8817	3,644	0,9795	1,2302
30	31	0,3632	0,3023	3,05	0,8198	1,0296
1	32	0,1664	0,1248	0,685	0,1841	0,2312
32	33	0,4819	0,3614	2,152	0,5784	0,7265
33	34	0,5121	0,3840	2,507	0,6740	0,8464
34	35	1,2621	0,9466	11,693	3,1430	3,9475
35	36	0,4473	0,3355	3,847	1,0340	1,2987
36	37	0,7280	0,5460	13,915	3,7403	4,6977
1	38	1,0994	0,8245	6,684	1,7966	2,2565
38	39	0,4497	0,3373	4,817	1,2948	1,6262
1	40	0,0605	0,0454	3,745	1,0066	1,2643
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
3	27	-	-	0,328	0,0881	0,1107
6	28	-	-	0,230	0,0497	0,0760
11	29	-	-	0,305	0,0659	0,1008
8	40	-	-	0,173	0,0374	0,0572
12	38	-	-	0,160	0,0345	0,0528
18	33	-	-	0,207	0,0448	0,0684
25	33	-	-	0,182	0,0393	0,0601

Sumber : PLN (Persero) Distribusi JATIM-Cabang Malang

Listing Program

```
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;
    TabSheet3: TTabSheet;
    TabSheet4: TTabSheet;
    TabSheet9: TTabSheet;
    Panel1: TPanel;
    btnClose: TButton;
    btnLFAwal: TButton;
    TabSheet5: TTabSheet;
    TabSheet6: TTabSheet;
    TabSheet7: TTabSheet;
    PageControl1: TPageControl;
    btnHiting: TButton;
    TabSheet8: TTabSheet;
    fgBus: TStringGrid;
    fgBranch: TStringGrid;
    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;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label6: TLabel;
    edtNLoop: TEdit;
    GroupBox4: TGroupBox;
    Label18: TLabel;
    edtMaxGen: TEdit;
    Label19: TLabel;
    edtPopSize: TEdit;
  end;
end;
```

Label20: TLabel;
edtPCross: TEdit;
Label21: TLabel;
edtPMutas: TEdit;
Label23: TLabel;
edtKa: TEdit;
TabSheet10: 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;
fgBus2: TStringGrid;
GroupBox5: TGroupBox;
fgOS: TStringGrid;
GroupBox3: TGroupBox;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
lblLossP: TLabel;
lblLossN: TLabel;
edtSebelum: TEdit;
edtSesudah: TEdit;
btnUseDefault: TButton;
pbGen: TProgressBar;
fgBranch2: TStringGrid;
Label7: TLabel;
edtPlossMin: TEdit;
Label13: TLabel;
edtV1: TEdit;
edtV2: TEdit;
edtV3: TEdit;
edtV4: TEdit;
edtI1: TEdit;
edtI2: TEdit;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label22: TLabel;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;

```

Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
edtW1: TEdit;
edtW2: TEdit;
edtW3: TEdit;
Label28: TLabel;
cmbFault: TComboBox;
procedure btnCloseClick(Sender: TObject);
procedure btnLFAwalClick(Sender: TObject);
procedure btnHitungClick(Sender: TObject);
procedure btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure edtNLoopChange(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
  function isDataOnList(const rStr: string,
    const rItems: TStrings): integer;
public
  { Public declarations }
end;

var
  frmHasil: TfrmHasil;

implementation

uses uUtils, uLoadflow, uNewtonRaphson, uComplex, uTopology,
  uRecursive, uMatrix, uFitness, uVarGlobal, uGenetic;

{$SR *.dfm}

var Nsa: integer;
    CostSebelum, CostSesudah: double;

function TfrmHasil.isDataOnList(const rStr: string,
  const rItems: TStrings): integer;
var i: integer;
begin
  result := -1;
  for i := 0 to rItems.Count - 1 do
  begin
    if rStr = rItems[i] then
    begin
      result := i;
      break;
    end;
  end;
end;

procedure TfrmHasil.btnCloseClick(Sender: TObject);
begin

```

```

Close;
end;

procedure Tfirmlhasil.btnLFAwalClick(Sender: TObject);
var i,ia,ja,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;
    sw:TSwitchArr1;
begin
Nbus:=high(gBus)+1;
DecodeCommDataToLFData(gBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,gBranch,
Z,Tp,Lc,Tr);
gZrec:=CopyMatrix(Z);
if Nbus=23 then
begin
Z[3,10]:=Cmplx(0,0);
Z[8,12]:=Cmplx(0,0);
Z[14,18]:=Cmplx(0,0);
Z[4,15]:=Cmplx(0,0);
end
else if Nbus=14 then
begin
Z[2,8]:=Cmplx(0,0);
Z[7,11]:=Cmplx(0,0);
Z[4,13]:=Cmplx(0,0);
end
else if Nbus=43 then
begin
Z[3,10]:=Cmplx(0,0);
Z[8,12]:=Cmplx(0,0);
Z[14,18]:=Cmplx(0,0);
Z[4,15]:=Cmplx(0,0);
Z[4,26]:=Cmplx(0,0);
Z[10,28]:=Cmplx(0,0);
Z[10,37]:=Cmplx(0,0);
Z[10,38]:=Cmplx(0,0);
Z[15,26]:=Cmplx(0,0);
Z[28,35]:=Cmplx(0,0);
Z[27,31]:=Cmplx(0,0);
end
else if Nbus=40 then
begin
Z[3,10]:=Cmplx(0,0);
Z[8,12]:=Cmplx(0,0);
Z[14,18]:=Cmplx(0,0);
Z[4,15]:=Cmplx(0,0);

```

```

Z[5,28]=Cmplx(0,0);
Z[10,29]=Cmplx(0,0);
Z[7,39]=Cmplx(0,0);
Z[11,37]=Cmplx(0,0);
Z[17,32]=Cmplx(0,0);
Z[24,32]=Cmplx(0,0);
Z[2,26]=Cmplx(0,0);
end;
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);
fgBus.Cells[5,i+1]:=RealToStr(SL[i].real,3);
fgBus.Cells[6,i+1]:=RealToStr(SL[i].imag,3);
fgBus.Cells[7,i+1]:=RealToStr(Cap[i],3);
fgBus.Cells[8,i+1]:=IntToStr(TypBus[i]);
Series1.Add(V[i].real,IntToStr(i+1));
end;
for i:=0 to high(gBranch) do
begin
ia:=gBranch[i].dari-1;
ja:=gBranch[i].ke-1;
fgBranch.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
fgBranch.Cells[1,i+1]:=IntToStr(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;
editSumGen.Text:=toString(gParamLF.SumGen,3);
editSumLoad.Text:=toString(gParamLF.SumLoad,3);
editSumLoss.Text:=toString(gParamLF.SumLoss,3);
editIterasi.Text:=IntToStr(gParamLF.Iterasi);
DecodeTime(selang,jam,menit,detik,mdetik);

```

```

edtTime.Text:=IntToStr(jam)+' '+IntToStr(menit)+' '+
    IntToStr(detik)+' '+IntToStr(mdetik);
CostSebelum:=gParamLF.SumLoss.real;
sw:=InitSwith(gZrec);
for i:=0 to high(sw) do
begin
    cmbFault.Items.Add(IntToStr(sw[i],dari+1)+' - '+
        IntToStr(sw[i],ke+1));
end;
end;

procedure TForm1.btnHitungChck(Sender: TObject);
var i,ia,ja,Nbus,Nsal,NLoop,MaxGen,PopSize,len,NFault:integer;
    pcross,pmutasi,ka,fitness,PlossMin,V1,V2,V3,V4,I1,I2,w1,w2,w3:double;
    jam,menit,detik,mdetik:word;
    tesRadial:boolean;
    mulai,selesai,selang:TDateTime;
    Cap,dArr1;
    Lc,Tr:dArr2;
    BestIndi:TIndiBin1;
    TypBus,DataHasil:iArr1;
    V,Sg,SL:CxArr1;
    Zb,Tp,Afir,Arus:CxArr2;
    sw:TSwithArr1;
    gats:TGenRecon;
begin
    //new code place here
    mulai:=time;
    //pilih saluran gangguan
    NFault:=isDataOnList(cmbFault.Text,cmbFault.Items);
    if NFault=1 then
    begin
        raise Exception.Create('Saluran Gangguan belum dipilih!');
    end;
    NLoop:=StrToInt(edtNLoop.Text);
    PlossMin:=StrToFloat(edtPlossMin.Text);
    V1:=StrToFloat(edtV1.Text);
    V2:=StrToFloat(edtV2.Text);
    V3:=StrToFloat(edtV3.Text);
    V4:=StrToFloat(edtV4.Text);
    I1:=StrToFloat(edtI1.Text);
    I2:=StrToFloat(edtI2.Text);
    w1:=StrToFloat(edtw1.Text);
    w2:=StrToFloat(edtw2.Text);
    w3:=StrToFloat(edtw3.Text);
    gFit:=TFitness.Create(NLoop,PlossMin,V1,V2,V3,V4,I1,I2,w1,w2,w3);
    MaxGen:=StrToInt(edtMaxGen.Text);
    pbGen.Max:=MaxGen;
    PopSize:=StrToInt(edtPopSize.Text);
    PCross:=StrToFloat(edtPCross.Text);
    PMutasi:=StrToFloat(edtPMutasi.Text);

```

```

Ka:=StrToFloat(edtKa.Text);
len:=high(gBranch)+1;
gats:=TCenRecon.Create(MaxGen,PopSize,len,NLoop,NFault,
    Pcross,PMutasi,Ka);
BestIndi:=gats.getBestIndi;
gats.DecodeIndiToData(BestIndi,DataHasil,fitness);
sw:=gFit.GetSwith(DataHasil);
DecodeCommDataToLFDData(gBus,Nbus,Nsal,V,Sg,SL,Cap,TypBus,gBranch,
Zb,Tp,Lc,Tr);
Zb:=BuatZBaru(gZrec,sw);
tesRadial:=TesJaringan(Zb);
if tesRadial=true then
begin
    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;
    Nsal:=high(gBranch)+1;
    for i:=0 to Nsal-1 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:=ToString(gParamLF.SumLoad,3);
edtSumLoss2.Text:=ToString(gParamLF.SumLoss,3);
cdIterasi2.Text:='3';
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 high(sw) do
begin
    fgOS.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
    fgOS.Cells[1,i+1]:=IntToStr(sw[i].dan+1);
    fgOS.Cells[2,i+1]:=IntToStr(sw[i].ke+1);
end;
end;
else
begin
    MessageDlg('Perhitungan gagal!',mtWarning,[mbOK],0);
end;
gFit.Free;
gats.Free;
end;

```

```

procedure TFormHasil.btnUseDefaultClick(Sender: TObject);
var Nbus:integer;
begin
    Nbus:=high(gBus)+1;
    if Nbus=23 then
    begin
        edtNLoop.Text:='4';
    end
    else if Nbus=43 then
    begin
        edtNLoop.Text:='11';
    end
    else if Nbus=40 then
    begin
        edtNLoop.Text:='11';
    end;
    fgOS.RowCount:=StrToInt(edtNLoop.Text)+1;
    edtMaxGen.Text:='700';
    edtPopSize.Text:='200';
    edtPCross.Text:='0.938';
    edtPMutasi.Text:='0.97';
    edtKa.Text:='1000';
    edtPlossMin.Text:='0.700';
    edtV1.Text:='0.90';
    edtV2.Text:='0.95';
    edtV3.Text:='1.05';
    edtV4.Text:='1.10';

```

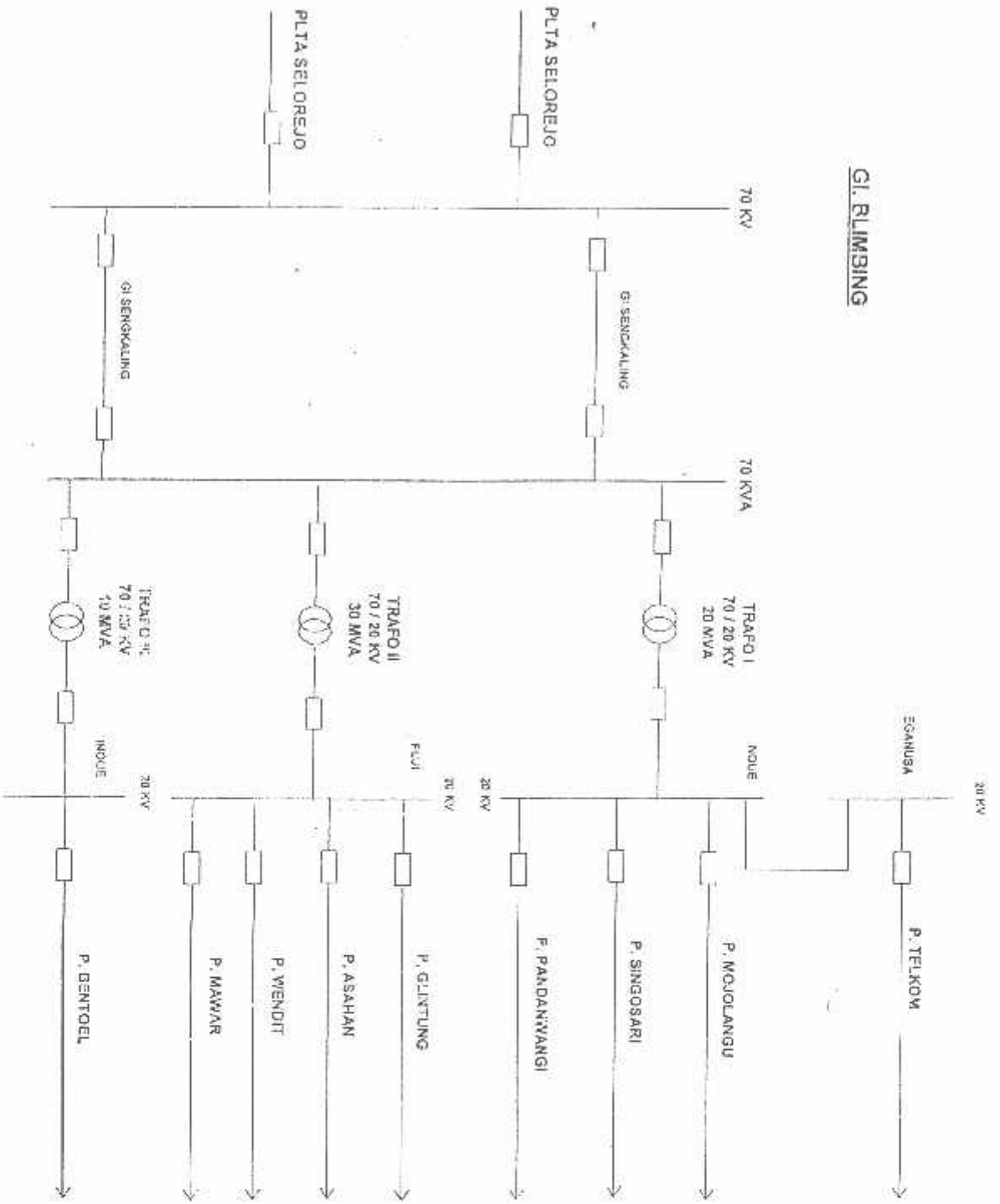
```
edt1.Text:=1.0';
edt2.Text:=1.2';
edtw1.Text:=1.0';
edtw2.Text:=1.0';
edtw3.Text:=1.0';
btnHitung.Enabled:=true;
end;

procedure TfrmHasil.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  fgOS.Cells[0,0]:='No';
  fgOS.Cells[1,0]:='Asaf';
  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.
```

GI. BLIMBING



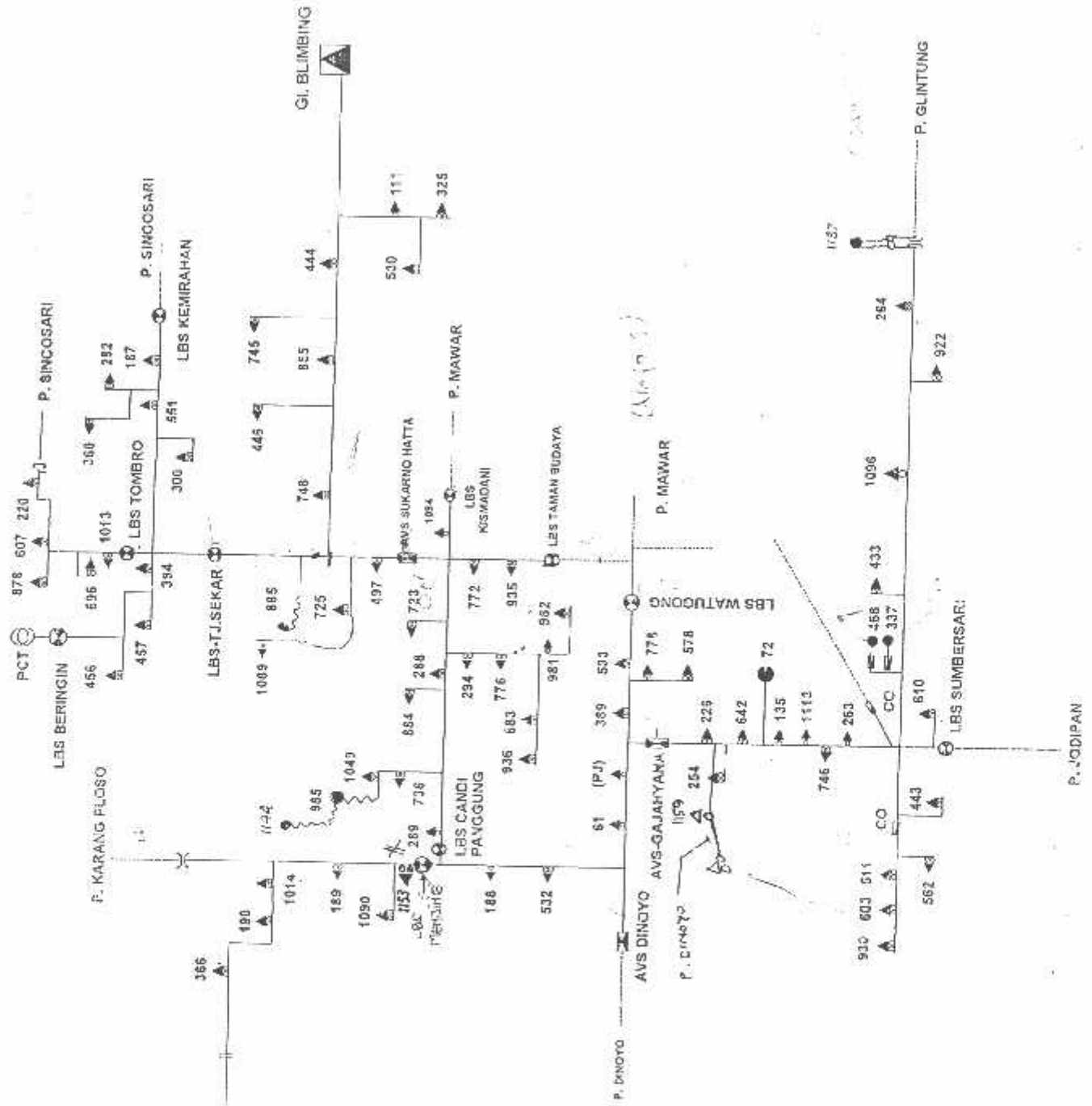
PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
APRI M. A. ANG

SINGLE LINE DIAGRAM GARDU INDUK BLIMBING

DIGAMBAH: HIRAKSA GISTHUT

IPROBT: 23JAWALD ADEE H

- TRANSFORMATOR
- PEMUTUS
- PENYALANG



- GI
- PMS
- AVS
- CO
- LBS
- RE-CLOSER
- SUTRA 20 KV
- 30T

 PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUTI JATIM AP&J MALANG	
P. MOJOLANGU GI. BLIMBING	
D. GAMBAR	DIPERIKSA
DISUSUN	DIBETULKAN
DR. ST	DUMAGI. D
	ARIF M



- CI
- PO3
- AVS
- CO
- LES
- RECLOSER
- SUTM 20 KV
- PCT

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

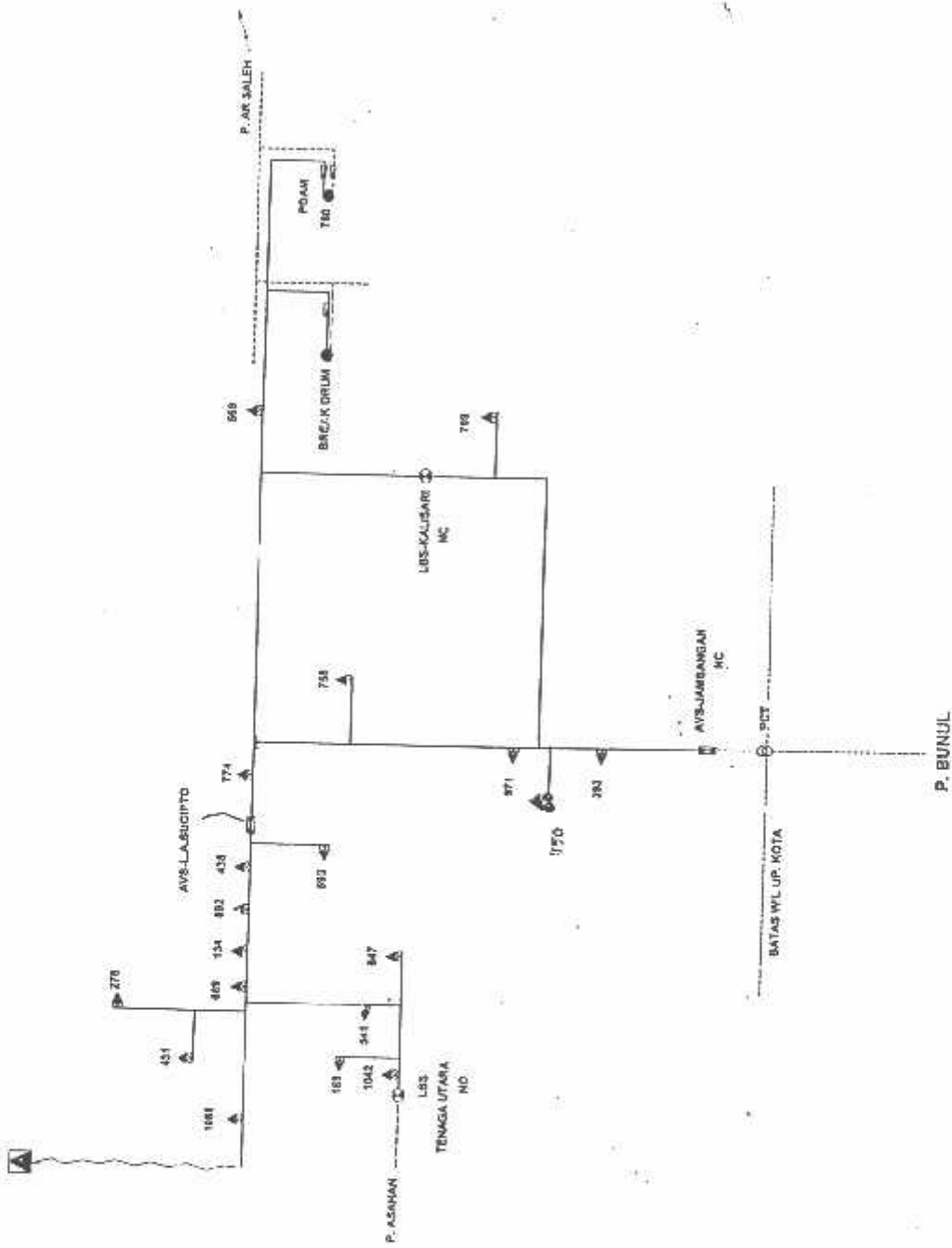
P. SINGOSARI
GI. BLIMBING

DIGAMBAR: D. PERKASA DESK. TUJAR

DISUSUN: D. M. MADLO AYOSE H.

GI. BLIMBING

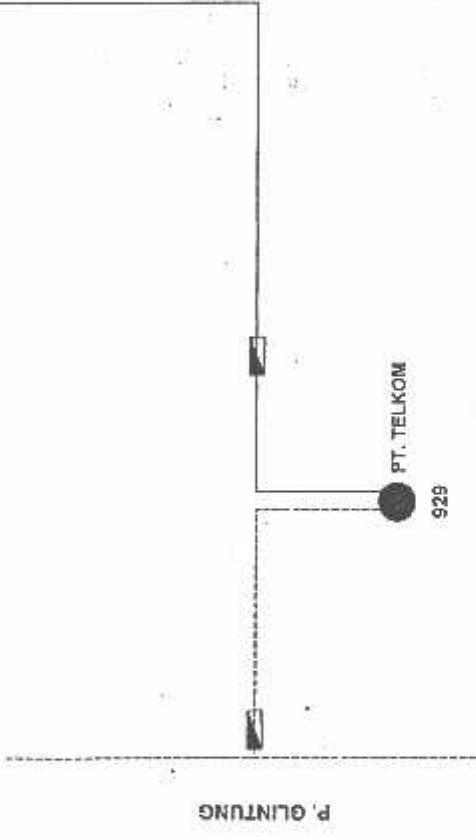
GL. BLIMBING



- Q1
- P85
- AV8
- CO
- LBS
- RECDGR
- SUTM 30 KV
- PCT

	PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM APJLJ MALANG	
	P. PANDANWANGI GL. BLIMBING	DIBERINSA DIBETULUI
SPKAMBAR	DUNIA D	APRIL H

GI BLIMBING



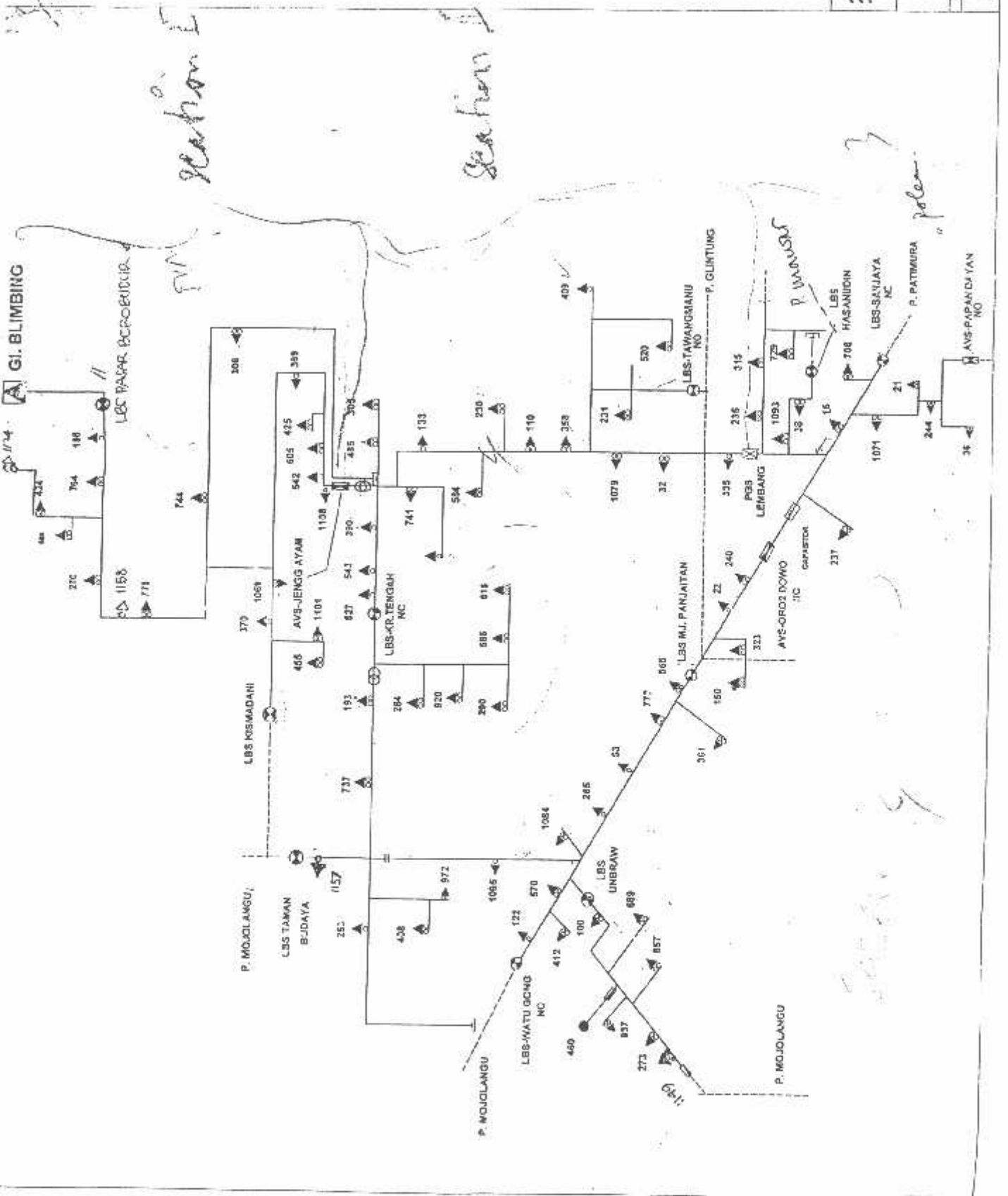
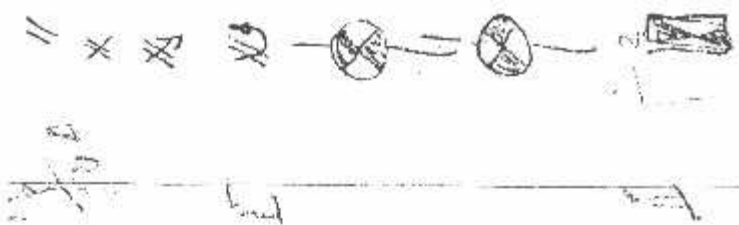
- ⚡ GI
- ⊞ CAPASITOR
- ⊞ FBS
- ⊞ AVS
- ⊞ CO
- ⊞ LBB
- ⊞ REFLUSER
- ⊞ SUTM 20 KV
- ⊞ PCT



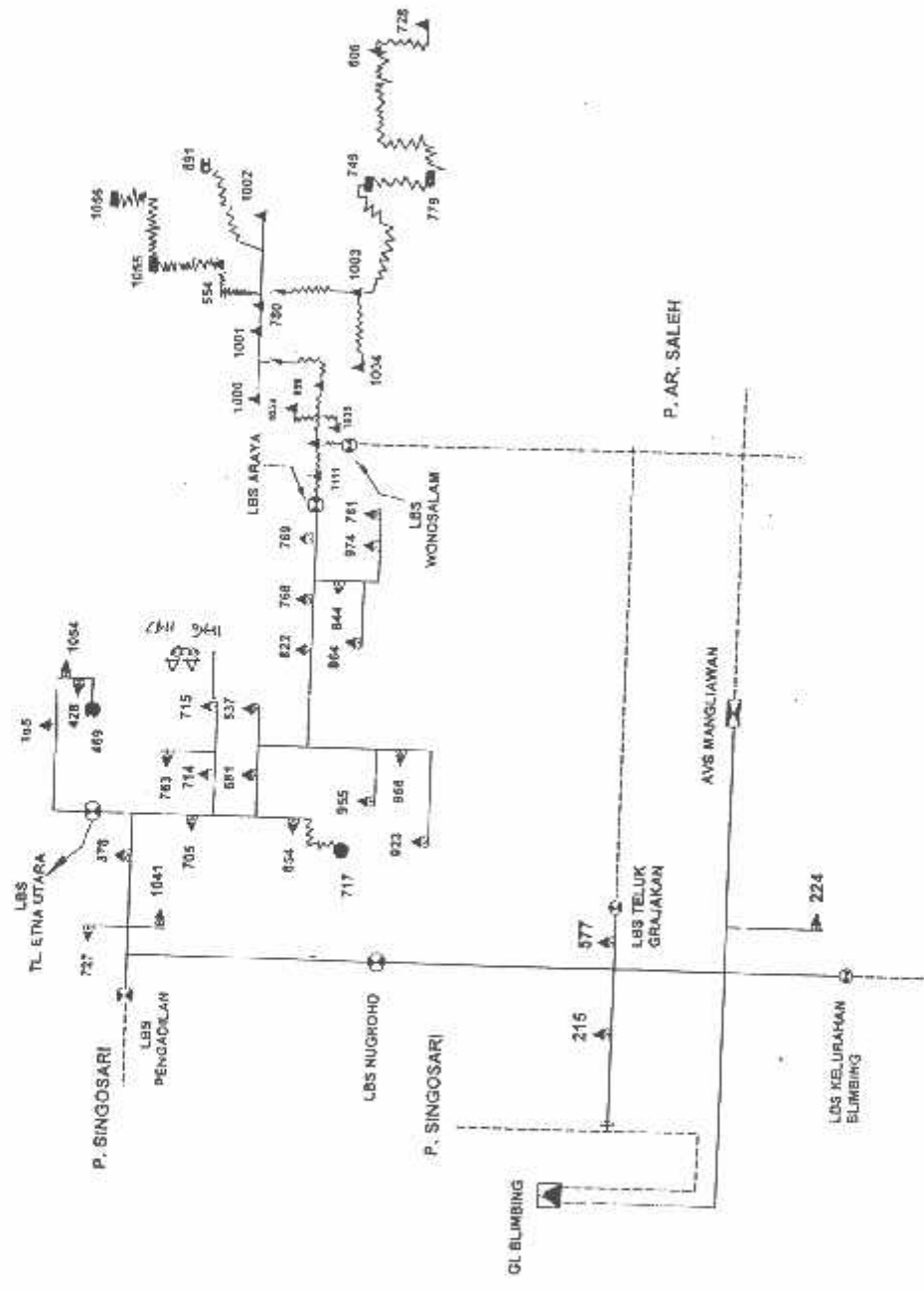
PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
APLJ MALANG

P. TELKOM
GI. BLIMBING

DICAMBAR	DIPERIKSA	DISETUIJAR
OPISIT	D. JUMALD O	ARIEFH



palem



- ▲ a
- ⊠ POST
- ⊠ AVS
- ⊠ DO
- ⊠ LBS
- ⊠ SE RES-DOKUR
- ⊠ BUMBUKIV
- ⊠ CD POST

	PT. PLN (PERSERO)	
	DISTRIBUSI JATIM AP&J MALANG	
	P. WENDIT	
	GL. BLIMBING	
INDONESIA	DENYASA	DEBTUAD.
CIPOST	CAMKOD. D	AREP. H

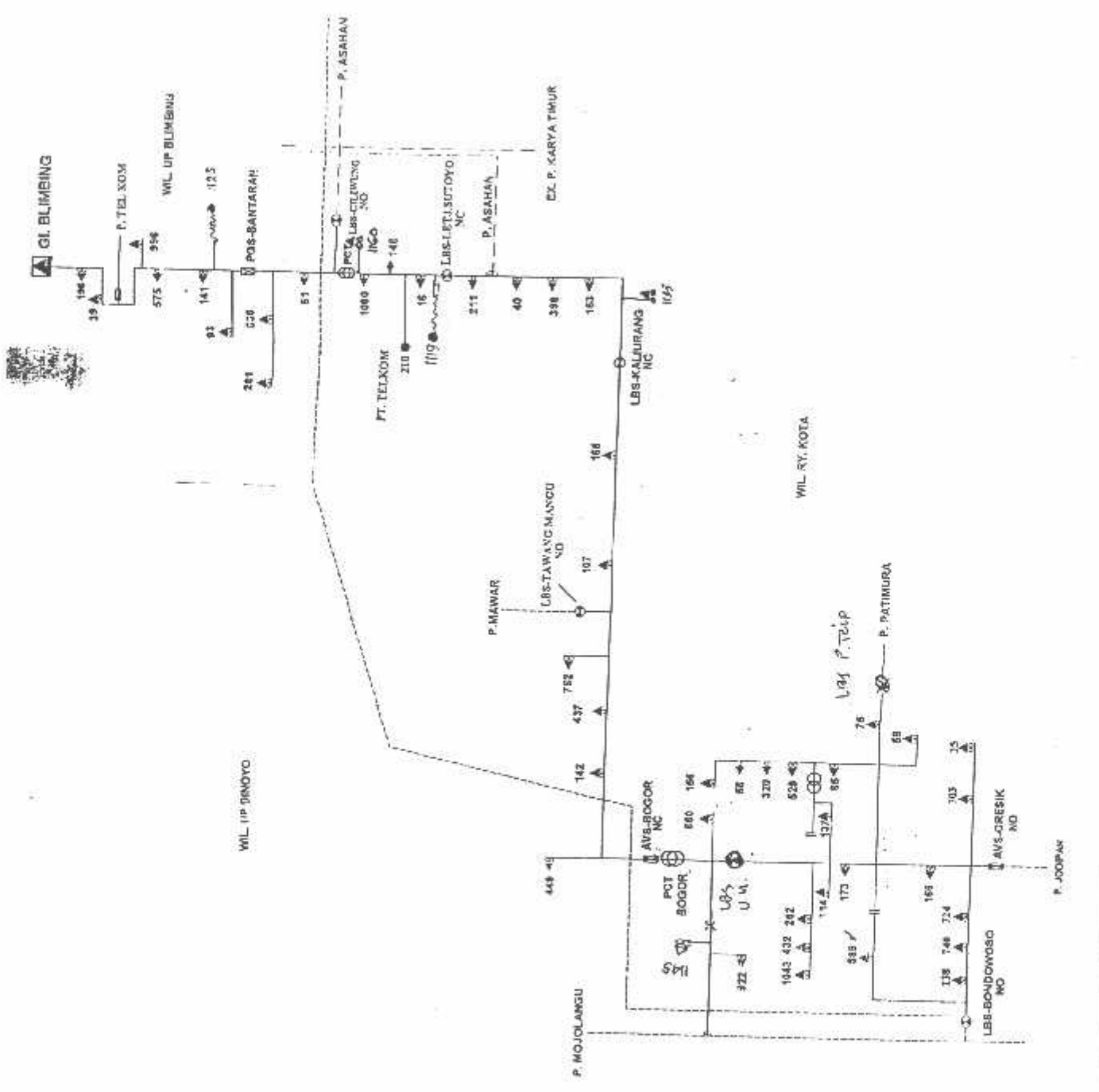
Handwritten signature

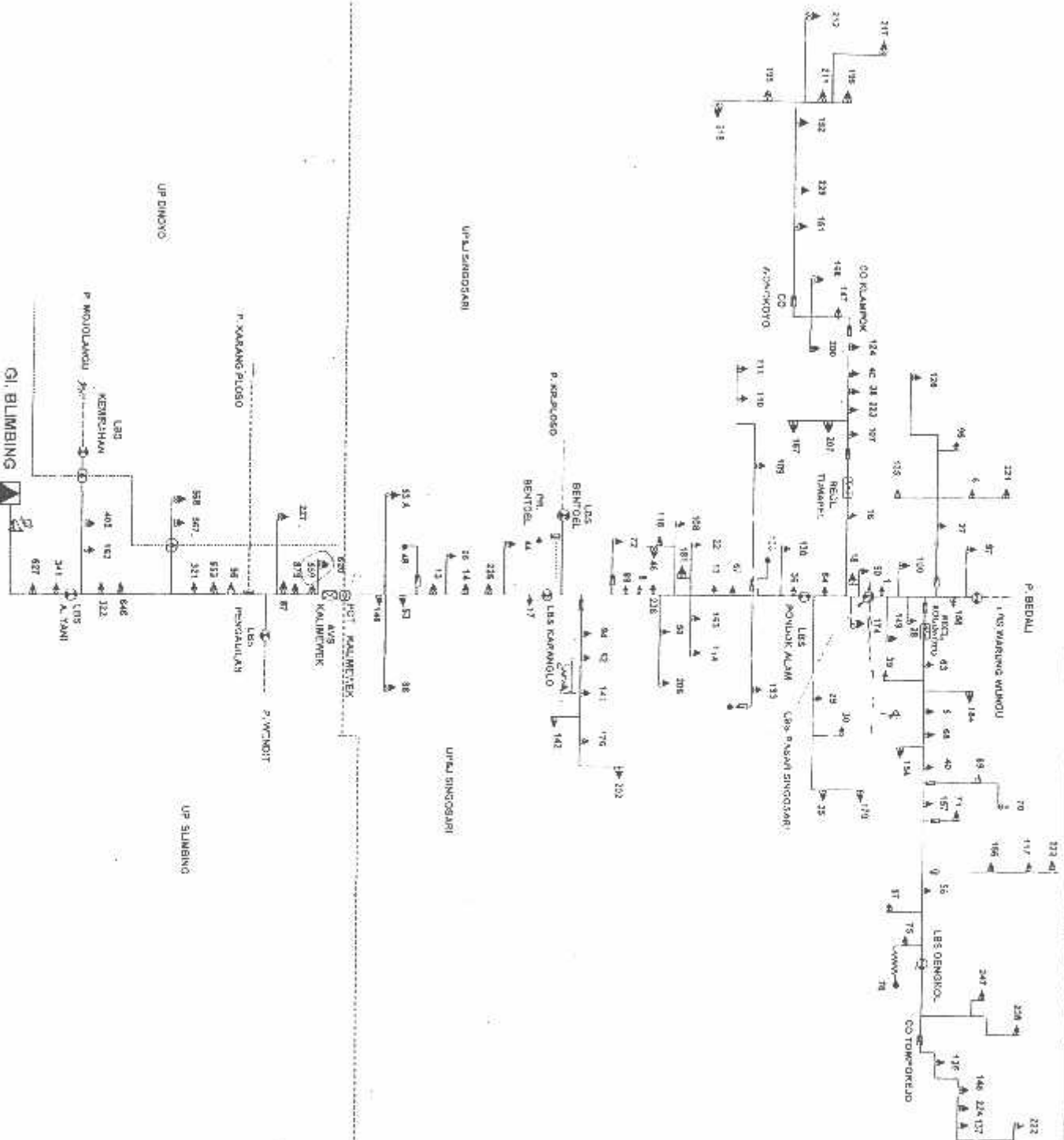
- GI
- PGS
- AVS
- CO
- LS
- REGLOSER
- SUTM 20 KV
- PCT

PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
APJ MALANG

P. GLINTUNG
GI. BLIMBING

DOKUMEN: DPER/ISA DSE/2/JJ
 OPIST: P. K. M. P. N. ARBP II





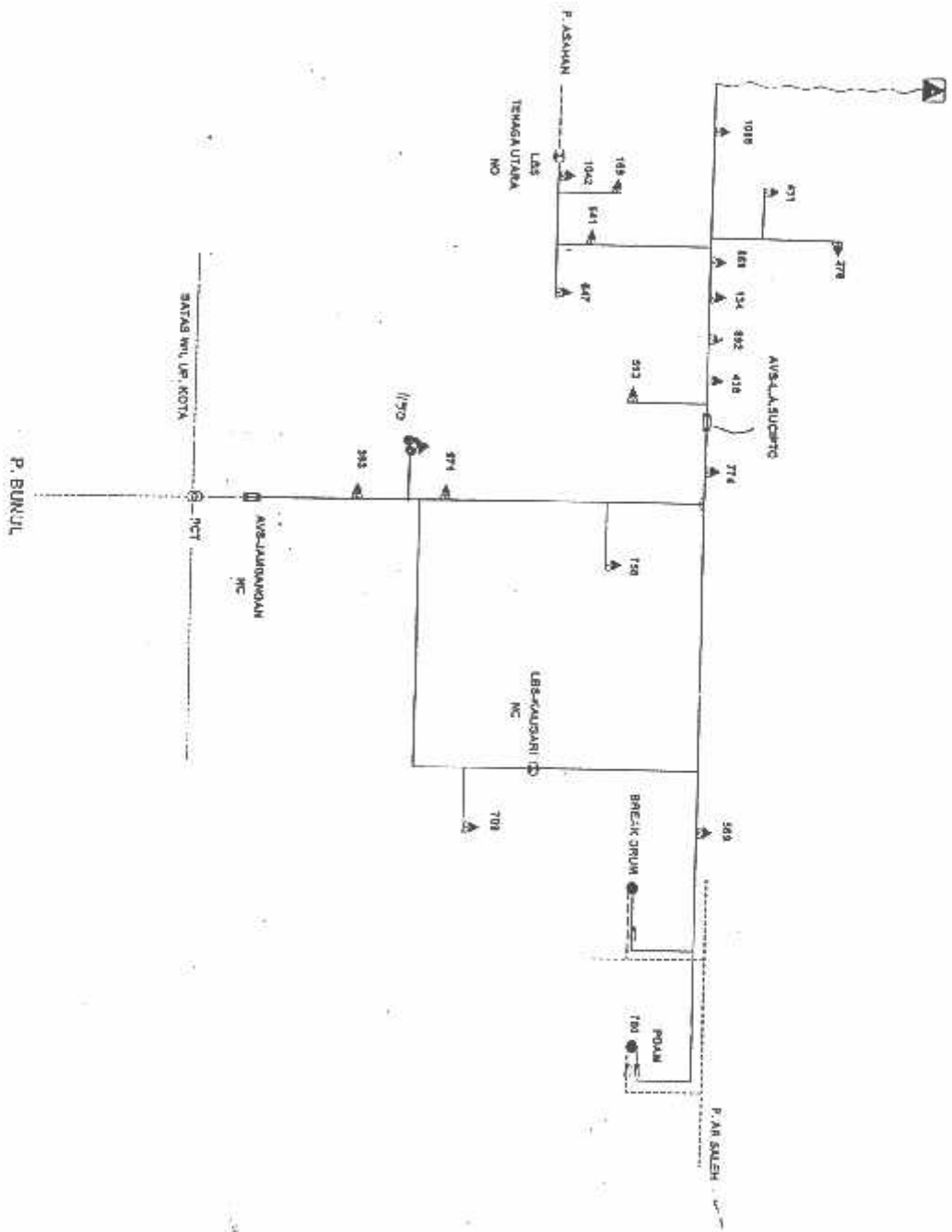
- HT
- GIS
- PDS
- AVS
- CC
- LBS
- RECLOSER
- SUTM 33 KV
- ACT

PT. PULI PERSEROI
 DISTIBUSI JATIM
 PRJ. WALANG

P. SINGOSARI
GI. BLIMBING

Disetujui: _____
 GERSAMA
 DISTIBUSI

G1. BLIMBING

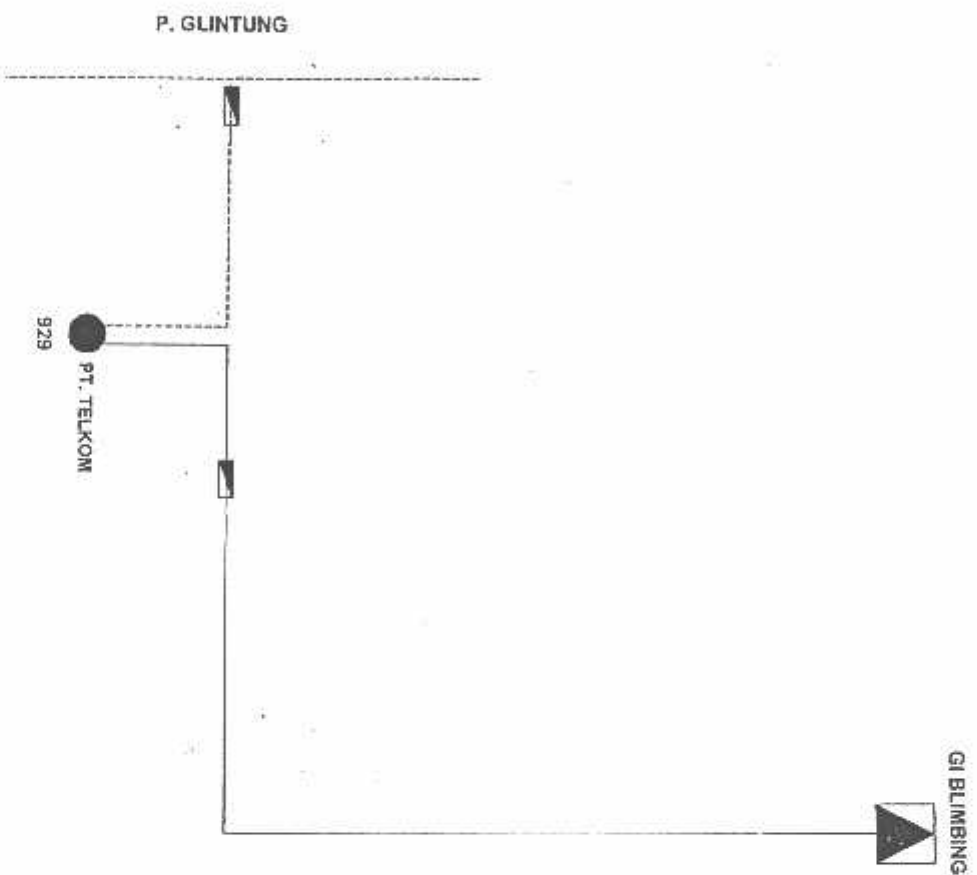


- ⊠ G1
- ⊠ PDS
- ⊠ AVS
- ⊠ GO
- ⊠ LBS
- ⊠ MISC. OSEER
- ⊠ 507M 20 KV
- ⊠ PCT



P. PANDANWANGI
G1. BLIMBING

DIGAMBAR	DIREKSI	DIREKTUR
----------	---------	----------

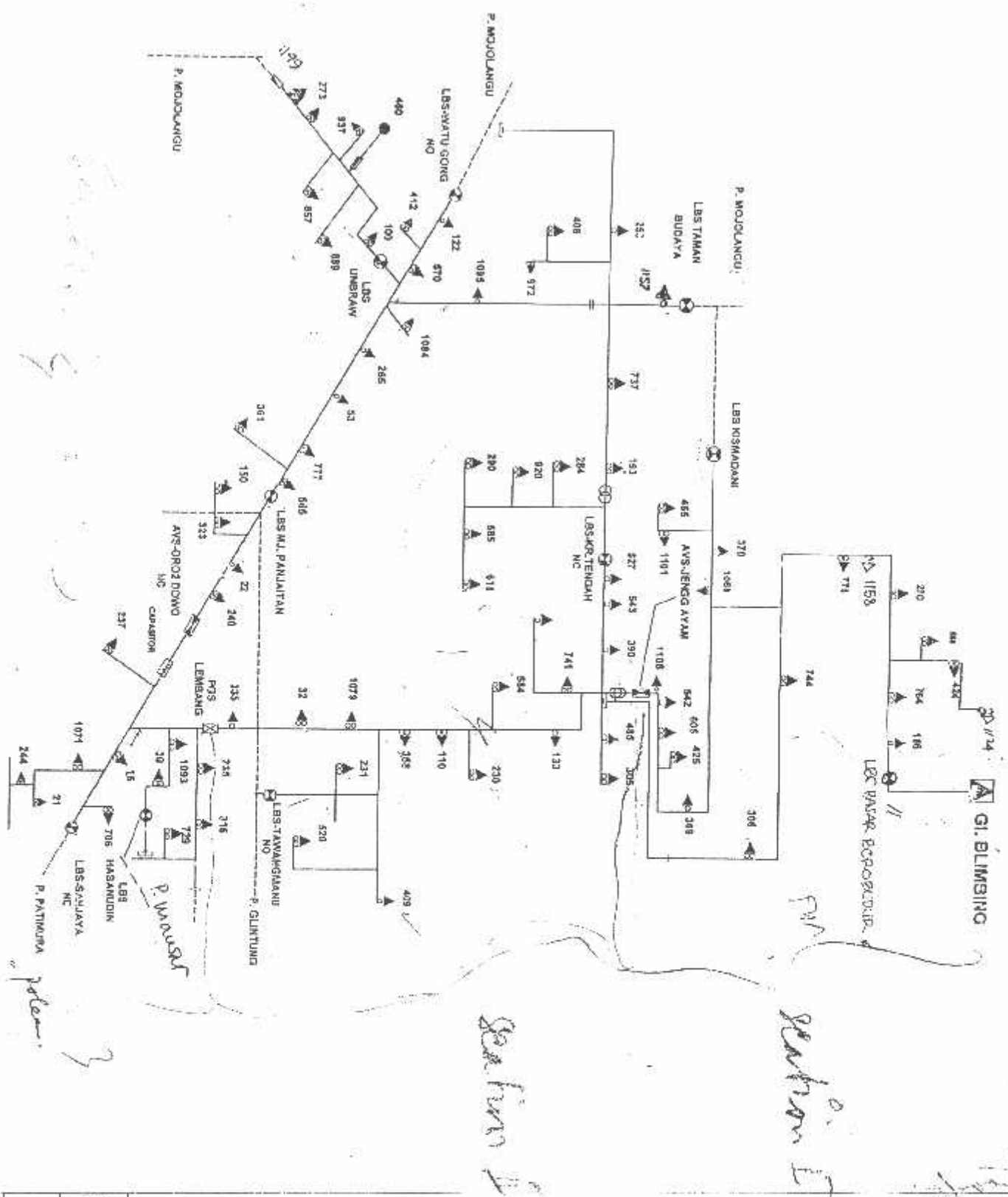


- ⚡ GI
- Ⓜ CAPASITOR
- Ⓜ PGB
- ⚡ AVB
- Ⓜ CB
- Ⓜ LBS
- Ⓜ BREAKER
- Ⓜ SUTM 20 KV
- Ⓜ PCT

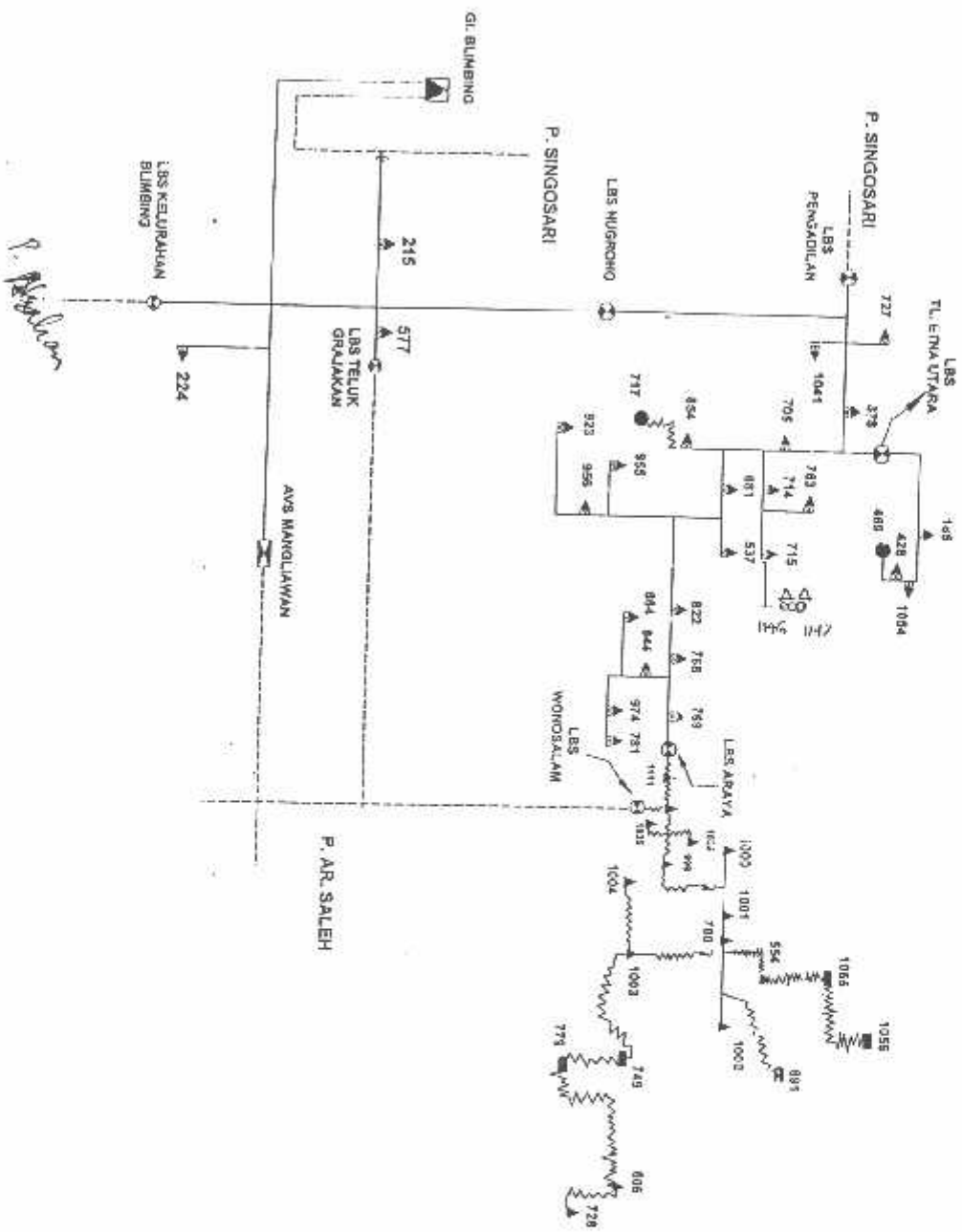
PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
APUJ MALANG

P. TELKOM
GI, BLIMBING

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISETUI
DIKORREKSI	DIAJUKAN	AMBIKSI



<p>P. MAWAR GI. BLIMBING</p>	<p>PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JATIM APLU MALANG</p>	<p>Handwritten notes and symbols including 'Section I', 'Section II', and various electrical symbols like a transformer and a switch.</p>
----------------------------------	---	---



- ▲ 0
- POS
- AVS
- GI. DI
- LBS
- ⊞ RECTIFIER
- 220V 50 Hz
- PCT

PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
APLIKASI MALANG

P. WENDIT
GI. BLIMBING



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. **Nama** : ANDY HANDOKO
2. **NIM** : 96.12.146
3. **Jurusan** : Teknik Elektro S-1
4. **Konsentrasi** : Teknik Energi Listrik
5. **Judul Skripsi** :
**RESTORASI SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE
KOMBINASI FUZZY-GENETIC ALGORITHM ANTARA TRAF0 I DAN
TRAF0 II GI BLIMBING MALANG**

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

Hari : Selasa
Tanggal : 11 September 2007
Dengan Nilai : 79,25 (B+) *by*



Ketua Majelis Penguji

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 810 0036

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Widodo Puji M, MT
NIP.Y. 102 870 0171

Penguji Kedua

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 101 880 0190



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANDY HANDOKO
 NIM : 96.12.146
 Masa Bimbingan : 27 FEBRUARI 2007 s/d 27 AGUSTUS 2007
 Judul Skripsi : PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI
 MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY-GENETIC
 ALGORITHM ANTARA TRAF0 I DAN TRAF0 II GI
 BLIMBING MALANG

No	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	05/03 07	Selesaikan bab IV	Al
2.	05/05 07	Analisis daya dipaparkan, perbaikan pelayanan dilihat dari sisi mana.	Al
3.	05/05 07	Lanjutkan ke bab V, kesimpulan.	Al
4.	20/05 07	Revisi bab V kesimpulan berupa angka?	Al
5.	27/05 07	Lanjutkan ke bab III teori model	Al
6.	3/06 07	parameter model, teori nya ditambahkan	Al
7.	13/06 07	Lanjutkan ke bab II teori distribusi nya.	Al
8.	22/06 07	Lanjutkan bab I	Al
9.	20/07 07	kec mengulangi ulang	Al
10.			

Malang,

2007

Dosen Pembimbing,

Ir. Taufik Hidayat, MT
 NIP.Y. 101 870 0015



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI


Nama : ANDY HANDOKO
NIM : 96.12.146
Masa Bimbingan : 27 FEBRUARI 2007 s/d 27 AGUSTUS 2007
Judul Skripsi : PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI
MENGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY-GENETIC
ALGORITHM ANTARA TRAF0 I DAN TRAF0 II GI
BLIMBING MALANG

No	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	7/03 ⁰⁷	Bab I	Y
2.	10/03 ⁰⁷	Revisi Bab II	Y
3.	15/03 ⁰⁷	Revisi Bab III	Y
4.	25/05 ⁰⁷	Revisi Bab IV, Lihat Analisa	Y
5.	10/04 ⁰⁷	Perbaiki program, parameter, model	Y
6.	10/05 ⁰⁷	Analisis diperjelas, perbaiki dari sisi mana, Analisa Grafik	Y
7.	30/05 ⁰⁷	Tabel, gambar, grafik diberi keterangan	Y
8.	20/06 ⁰⁷	Revisi Bab V kesimpulan beserta angka.	Y
9.	30/06 ⁰⁷	Buat Abstrak, tujuan dan hasil di tulis.	Y
10.	20/07 ⁰⁷	Acc ujian	Y

Malang,

2007

Dosen Pembimbing.


Ir. Eko Nurcahyo
NIP. Y. 102 870 0172



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : ANDY HANDOKO	Nim : 96 12 146
2	Waktu Pengajuan	Tanggal : 12 Bulan : 02 Tahun : 2008
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)		
3	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) Ir. Taufik Hidayat, MT.	Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI FUZZY- GENETIC. ALGORITHM ANTARA TRAF0 I GI BLIMBING DAN TRAF0 II GI BLIMBING MALANG
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai Materi bidang ilmu
Catatan :		
7	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, _____, 200... Dosen Ir. Taufik Hidayat, MT.

Perhatian :

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

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

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andy Handoko
NIM : 96.12.146
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETIC ALGORITHM* ANTARA TRAF0 I GI BLIMBING MALANG DAN TRAF0 II GI BLIMBING MALANG.

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


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

Malang, 18 Februari 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Lijapraptono, MT *BY*
Nip. 1039500274

Hormat Kami


Andy handoko

Form S-3a

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

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. Eko Nurcahyo
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andy Handoko
NIM : 96.12.146
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

**PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI
MENGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETIC*
ALGORITHM ANTARA TRAF0 I GI BLIMBING MALANG
DAN TRAF0 II GI BLIMBING MALANG.**

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

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

Malang, 18 Februari 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

Hormat Kami,



Andy handoko

Form S-3a

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

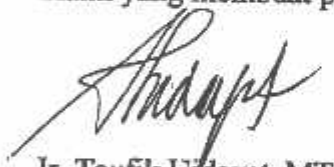
Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :
Nama : ANDY HANDOKO
NIM : 96 12 146
Semester :
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

**PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI
MENGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETIC*
ALGORITHM ANTARA TRAF0 I GI BLIMBING MALANG DAN
TRAF0 II GI BLIMBING MALANG.**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang,
Kami yang membuat pernyataan


Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700015

Catatan:
Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan
mahasiswa/i yang bersangkutan kepada Jurusan
untuk diproses lebih lanjut.
*) coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

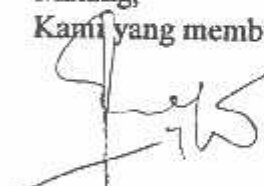
Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :
Nama : ANDY HANDOKO
NIM : 96 12 146
Semester :
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

**PERBAIKAN PELAYANAN PADA SISTEM DISTRIBUSI
MENGUNAKAN METODE KOMBINASI *FUZZY-GENETIC
ALGORITHM* ANTARA TRAF0 I GI BLIMBING MALANG DAN
TRAF0 II GI BLIMBING MALANG.**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang,
Kami yang membuat pernyataan



Ir. Eko Nurcahyo
NIP. Y. 1028700172

Catatan:
Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan
mahasiswa/i yang bersangkutan kepada Jurusan
untuk diproses lebih lanjut.
*) coret yang tidak perlu



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 09 Maret 2007

Nomor : ITN-144/I.TA/2/'06
Lampiran :
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi
untuk mahasiswa:

Nama : ANDY HANDOKO
Nim : 9612146
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

27 Februari 2007 s/d 27 Agustus 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro

Demikian atas perhatian serta keributan yang baik kami ucapkan
terima kasih



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

Tindasan:

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



PT. 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, 09 Maret 2007

Nomor : ITN-145/I.TA/2/06
Lampiran :
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. Ir. EKO NURCAHYO

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi
untuk mahasiswa:

Nama : ANDY HANDOKO
Nim : 9612146
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

27 Februari 2007 s/d 27 Agustus 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro
Demikian atas perhatian serta kerendahan hati yang baik kami ucapkan
terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1
Ir. F. Yudi Lili Praptono, MT
NIP. Y. 039500274

Tindasan:

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a