

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



**MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN  
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 KV  
MENGUNAKAN METODE FUZZY RELATION BASED**

**SKRIPSI**

*Disusun Oleh :*

**ARIS ARMADANI  
NIM : 99.12.067**



**SEPTEMBER 2005**

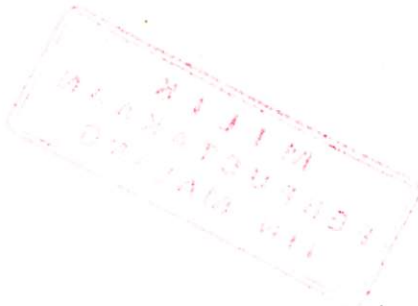
INSTITUT TEKNOLOGI SEPTEMBER SOEDIRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO 8-1  
KONSEPTERAN TEKNIK ELEKTRO LISTRIK

MENTERAKAN TOKAISI GANDEMAN  
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 KV  
MENGGUNAKAN METODE FUZZY RELATION BASED

SKRIPSI

Disusun Oleh

DIAN ANANDA  
NPM : 09.12.001



SEPTEMBER 2009

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN  
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20KV  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RELATION BASED***

**SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro S-1*

**Disusun Oleh :**

**ARIS ARMADANI  
NIM. 99.12.067**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

**(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)**

**NIP. Y. 103 950 0274**

**Diperiksa dan Disetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)**  
**NIP.1018 7000151**

**(Ir. Eko Nurcahyo)**  
**NIP. 1028700172**

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

# £ÉMƁÁR PEr£ÉMƁÁHÁŃ

**Segala Puji Hanya Bagi Allah Penguasa JÁgÁŃ ƳÁŲÁ.**

RidhoMULah yang membantu Daku Selsaikan Urusan Dunia fana ini. Dahaga itu kini terhapuskan sudah, janji kepada Dua Orang Tua selesai Sudah. Kini tinggal kuarungi Samudra Kehidupan ini bersama keluargaku hanya dengan Rahmat dan Ridhomu aku bisa arungi ini semua. Semoga Ilmu yang Engkau berikan saat ini dapat menerangi jalanku menuju Bahagia Dunia dan Akhirat.

**"Laahauta Walla Kuawata Illa Billahil Aliyul Adzim"**

*Buat Ibu dan Bapak :*

Ibu Bapak inilah yang kalian tunggu dari putra sulungmu aku tak mampu ucapkan apapun jua hanya do'a semoga kalian berdua berbahagia dunia dan akhirat. Terlalu banyak aku menyiksa perasaan kalian berdua, mungkin inilah maafku yang tak biasa diungkap dengan kata. Restu kalian berdua kuharapkan disetiap langkahku dalam mengarungi hidup ini

*Buat My Wife and my Little Kid :*

**Mama and Cha-Cha, Papa sekarang dach lulus. Karena kalian aku merasa tergugah dan harus bangkit hadapi hidup ini. Jangan pernah menyerah!!! Semua Dera Coba Dan Pujian yang membawa kita menjadi lebih dewasa. Jalan kita masih panjang untuk mencari bahagia dunia dan akherat. Tapi yakinlah kita pasti bisa**

*To My sister and brother :*

**.....Weni ..jangan nakal dan boros kamu harus bisa bersikap dewasa. Hidup adalah Misteri kita tidak pernah tahu apa yang bakal terjadi esok nanti.**

**Kamu harus..... Cepet pulang!!!**

**.....Yucen .... Hidup ini Indah., ingat itu. Kegagalan hari ini bukan berarti kegagalan esok nanti. Jangan pernah menyerah dan jangan pernah ragu tentukan sikap seorang laki-laki harus bisa menjadi diruinya sendiri. Ingat perjuangan tak pernah berakhir Tetep Sholat jangan lupa Okeee!!!**

**.....Bagus... kamu paling kecil jangan manja Apa yang gak bisa buat Bagus. Kamu juga kudu rajin sholat jangan banyak maen di rumah banyak tanggung jawab yang kudu diselesaikan. " Don't Worry Be Happy "**

*Buat Semua Mertuaku :*

**"Mbah Baya and Mak D.. Bu' Sum and Pak Run .. Pak Djatim and Mak Mie "**  
kalian tahu gak?? Mereka semua itu mertuaku buanyak ya !!!!

Terima kasih atas semua kasih saya'ng kalian kepada kami bertiga doaku s'lalu buat kalian. Bukan hanya materi yang kalian berikan tapi juga Do'a siang dan malam yang kalian panjatkan buat kebahagiaan kami. Tak ada yang bisa kuberikan pada kalian Cuma ucapan Matur Sembah Nuwon Suanget.

.....**To My Big Family**

Mak Da'.. Mak Mi and anake .. Lek No and anake .. Mas Buang and anake ... Cak Suhar dan keluarga Suwon uda dipinjami jas .. Cak..Sunar ... Mbak Yayuk [kapan tabine?]. Cak Sugengg Tomo suwon Klambine Lek Hanis thanks buat bimbingan sepiritualnya. Juga Semua Keluargaku yang gak bisa kusebutkan satu persatu thanks atas semua bantuan Moral and Sepiritualnya buat aku.

**"Aku gak bakal lupa ama Rahmad and Farit"**

**[ Kita kudu losloes barengs ]**

**Yudi TlogoMas [ aku sido lulus Manecumu sek akeh ta? ]**

**Oky [ kasetmu sangat berguna buat aku ]**

**Antok and Dony and Ekotel thanks atas komputernya  
kapan-kapan aku nginep dirumah kalian lagi.**

.....**And Buat semua anak 99 :**

**Agus[goleki Made], Ardian banjar [suwun rokok djarume], Rahmat Mojokerto [sandale endi rek], Aris Sabok[Untune ditembel mas], Dedy Turen[lin kabare yo opo], Rully Kerian [ojok genda'an ae], Gandhi Panjen [thanks datae mens], Bhowoo[duwe koleksi opo], Degan Lamongan [tonggoe Amrozi], Mbah Edi [nomere piro?], Diana Jakarte [kapan qta kencan lagi?] he..he..he..., Edi Jembloong [ koen duwe barang opo??], Roy Banjar [ Gmn Da hamil ta bojomu??], Wanda and Sinchan [Kalian harus sabar, mari kita terror birowo], Teguh [ gawe anak yang banyak]. And buat **Arek-arek ST 1999** yang gak tak sebut satu-satu, sorry kertase gak cukup". Eh hamper lupa arek Tajinan durung tak sebutno **Pok cipok wes lali ta?****

.....**Pak Taufik dan Pak Eko**

Terima kasih banyak Pak tanpa bimbingan Bapak, Skripsi saya nggak akan jadi seperti ini. Saya Mohon maaf karena saya yakin saya punya salah pada Bapak berdua. Terima kasih juga atas waktu yang diberikan khusus untuk saya.

.....**Ibu Ida**

Makasih Bu saya akhirnya lulus dan ngak jadi pindah kampus. Saran dan Nasehat yang ibu berikan sangat berguna bagi saya sampai kapanpun.

.....**Mas Jayeng Kisruh Margono**

Entar kalo habis Wisuda tak kasih Gule ama Sate. Makasih udah ngurusno semuanya di jurusan.

.....**Ibu Pudji**

Makasih banget selama ini sudah banyak membantu saya.

Serta BuatSemuanya yang gak bisa kusebutin satu persatu, makasih banyak. Semoga Allah MeRidhoi Kita Semua dan memberi Rahmat dan Hidayahnya pada kita.

## KATA PENGANTAR

Syukur *Alhamdulillah Robbil'aalamiin* yang pertama penulis ucapkan Kehadlirat *ALLAH S.W.T* yang telah memberikan *Taufik dan Hidayah* serta *Inayah-Nya* kepada kita semua dan khususnya kepada penulis sehingga terselesaikannya Skripsi ini dengan baik, serta tidak lupa saya panjatkan syukur kepada *Nabi Muhammad S.A.W* yang telah membawa kita dari *Zaman Jahiliyah* ke *Zaman yang Terang Benderang*. Adapun Skripsi ini dengan judul “ **Menentukan Lokasi Gangguan Pada Sistem Distribusi Radial 20 kV Menggunakan Metode *Fuzzy Relation Based*** “.

Ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya tak lupa penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT, dan Ir. Eko Nurcahyo selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran dan pemikiran serta dukungannya sehingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Ayahanda Asnan Bin Tholip dan Ibunda Djumilah serta seluruh keluargaku. Terimakasih atas dukungan Moral dan Spiritualnya selama ini.

6. Istriku Indah Sari dan putraku tersayang Alamsyah Surya Kencana ( Cha-Cha ) yang telah setia menemaniku dikala susah dan senang.
7. Teman-teman Elektro Energi Listrik yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Pada akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan dari skripsi ini, karena penulis menyadari masih banyak yang dapat disempurnakan di dalam skripsi ini. Dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat di kemudian hari *Amin Yaa Robbal Aalamiin.*

Malang, September 2005

Penulis

## **ABSTRAKSI**

### **“ MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 kV MENGUNAKAN METODE FUZZY RELATION BASED”**

**(Aris Armadani TEKNIK ENERGI LISTRIK )  
(Dosen Pembimbing I : Ir. Taufik Hidayat, MT)  
(Dosen Pembimbing II : Ir. Eko Nurcahyo)**

**Kata kunci :** *Gangguan hubung singkat satu fasa ketanah, , lokasi gangguan  
Fuzzy relation based.*

**Abstrak :** Perlindungan terhadap saluran distribusi adalah suatu hal yang sangat penting dalam sistem listrik. Sehubungan dengan panjangnya saluran distribusi yang harus dilalui, maka sangat mungkin jika saluran distribusi rawan terhadap gangguan-gangguan, yaitu : gangguan hubung singkat baik gangguan antar fasa, gangguan satu fasa ketanah, gangguan dua fasa ketanah.

Gangguan hubung singkat pada saluran distribusi dapat terdeteksi oleh rele-rele yang dipasang pada saluran distribusi. Namun rele hanya berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur besaran listrik pada jaringan dan akan memberikan kerja membuka / menutup pemutus bila besaran yang dideteksi mencapai batas kerjanya. Dan tidak bisa mendeteksi untuk menentukan lokasi gangguan hubung singkat.

Maka dari itu dibutuhkan suatu metode yang mampu menentukan lokasi gangguan yang bisa terjadi pada saluran distribusi yang berupa gangguan hubung singkat. Metode tersebut dimungkinkan untuk bisa digunakan pada saluran distribusi. Yaitu dengan menggunakan metode fuzzy expert system. Adapun cara-caranya adalah dengan mengukur sejak dari data-data yang diperoleh dari hasil pengukuran tiap-tiap fasanya. Selanjutnya keluarannya sudah berupa jenis gangguan. Hal tersebut untuk lebih memudahkan lagi dalam proses penanganan gangguan hubung singkat pada saluran.



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAKSI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
1.7. Relevansi	6
<b>BAB II JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN</b>	
<b>KLASIFIKASI JENIS GANGGUAN</b>	<b>7</b>
2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	7
2.1.2. Jaringan Distribusi	8

2.1.2. Jaringan Distribusi	8
A. Sistem Distribusi Radial	9
2.2. Gangguan Hubung Singkat	11
2.2.1. Jenis Gangguan	12
2.2.2. Gangguan Hubung Singkat Simetri	13
2.2.3. Gangguan Hubung Singkat Tidak Simetri	13
2.2.3.1. Komponen Simetri	14
1. Rangkaian Urutan	15
A. Rangkaian Urutan Positif	15
B. Rangkaian Urutan Negatif	15
C. Rangkaian Urutan Nol	16
2.3. Analisis Gangguan Hubung Singkat	20
2.3.1. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ketanah	22
2.4. Sistem Pengaman pada Jaringan Distribusi	23
2.4.1. Rele Pengaman	25
2.4.2. Fungsi Rele Pengaman	27
2.4.3. Rele Arus Lebih	27
2.5. <i>Netral Ground Resistor (NGR)</i>	28
2.6. <i>Directional Grounding Relay</i>	28
<b>BAB III FUZZY RELATION BASED</b>	<b>30</b>
3.1. Prinsip Dasar Himpunan <i>Fuzzy</i>	30
3.2. <i>Fuzzy Relation</i>	35
3.3. <i>Sagital Diagram</i>	36

3.4. <i>Fuzzyfikasi</i>	37
3.5. <i>Membership Function</i>	37
3.6. Koordinat Keanggotaan	38
3.7. Sistem Inferensi Fuzzy	38
3.8. Fuzzyness	40
<b>BABIV PENENTUAN DAN ANALISA</b>	<b>43</b>
4.1. Umum	43
4.2. Topologi Jaringan	44
4.3. Pemodelan Sistem Tenaga	44
4.3.1. Data Transformator II di GI Blimbing	45
4.3.2. Impedansi Penyulang	46
4.4. Perencanaan Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat	
Satu Fasa ke Tanah dengan <i>fuzzy relation based</i>	47
4.4.1. Flowchart Simulasi Model Jaringan Distribusi	48
4.4.2. Flowchart Penentuan lokasi gangguan	48
4.5. Analisa Perhitungan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Relation Based</i>	50
4.5.1. Inputan Simulasi Model Jaringan dan Perhitungan	
Arus Gangguan	50
4.5.2. Perhitungan Besar Arus Gangguan	54
4.5.3. Penentuan Lokasi Gangguan	60

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>62</b>
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bentuk Sederhana JTM Sistem Radial .....	9
2.2. Sirkuit Radial Penyulang Ganda .....	10
2.3. Bagan JTM Sistem Radial 20KV .....	11
2.4. Fasor Tegangan Tak Seimbang .....	16
2.5. Rangkaian Urutan Dari Fasor Tegangan .....	16
2.6. Tiga Fasor Tak Seimbang dengan Komponen Simetrisnya .....	17
2.7. Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah .....	22
2.8. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah .....	23
3.1. Bagian-bagian Penting Dalam Logika <i>Fuzzy</i> .....	32
3.2. Sagital Diagram pada Penyulang Mawar .....	36
3.3. Penyulang Mawar Mengalami Gangguan Hubung Singkat .....	37
4.1. Gambar Simulasi Model Jaringan Distribusi Radial 20kV .....	45
4.2. Single Line Diagram dengan Letak Gangguan pada Penyulang Mawar dan Penyulang Wendit .....	47
4.3. Simulasi Model Jaringan Distribusi Radial 20kV .....	51
4.4. Simulasi Model Jaringan Distribusi Radial 20kV .....	51
4.5. Hasil Simulasi Arus Keadaan Stabil pada P. Mawar dan Wendit .....	52
4.6. Hasil Simulasi Tegangan pada Sisi Primer dan Sekunder .....	52
4.7. Hasil Simulasi Arus Gangguan pada P. Mawar dan Wendit .....	53
4.8. Hasil Simulasi Arus Gangguan pada Pentanahan dan sisi Primer .....	53
4.9. Hasil Simulasi Tegangan pada saat Gangguan pada sisi Primer dan Sekunder Trafo .....	52

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1. Hasil Perhitungan Arus gangguan Hubung Singkat pada P. Mawar .....	55
4.2. Hasil Perhitungan Besar Tegangan Urutan Sebelum Terjadi gangguan pada Penyulang Mawar.....	56
4.3. Hasil Perhitungan Besar Tegangan Urutan Saat Terjadi gangguan pada Penyulang Mawar.....	57
4.4. Hasil Perhitungan Arus gangguan Hubung Singkat pada P. Wendit.....	59
4.5. Hasil Perhitungan Besar Tegangan Urutan Sebelum Terjadi gangguan pada Penyulang Wendit .....	59
4.6. Hasil Perhitungan Besar Tegangan Urutan Saat Terjadi gangguan pada Penyulang Wendit .....	60
4.7. Prosedur Penentuan LokasiGangguan pada P. Mawar .....	60
4.8. Prosedur Penentuan LokasiGangguan pada P. Wendit.....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang<sup>[1]</sup>

Saluran distribusi tenaga listrik tidak dapat lepas dari bermacam-macam gangguan, baik yang sifatnya sesaat (*temporer*), maupun yang sifatnya tetap (*permanent*). Salah satu gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi radial 20kV adalah gangguan arus hubung singkat baik itu hubung singkat antar fasa maupun fasa dengan tanah. Gangguan tersebut apabila dibiarkan terlalu lama akan banyak berpengaruh pada sistem antara lain menyebabkan kontinuitas daya terganggu dan kerusakan mekanis pada peralatan- peralatan listrik yang terhubung dengan sistem yang sedang mengalami gangguan, yang disebabkan arus tak seimbang dan turunya tegangan<sup>[1]</sup>.

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik, maka untuk menjamin kontinuitas dan kualitas tenaga listrik perlu adanya peningkatan terhadap sistem pelayanan yang diberikan oleh pihak produsen tenaga listrik. Salah satu cara yang dapat dilakukan dengan segera mengatasi gangguan-gangguan yang timbul pada saluran distribusi secepat mungkin tanpa mengabaikan stabilitas sistem, karena itu perlu adanya sistem proteksi yang dapat mendeteksi jenis gangguan. Sistem proteksi pada jaringan distribusi tenaga listrik pada umumnya menggunakan relc arus. Untuk gangguan yang bersifat *permanent* perlu segera diadakan perbaikan oleh sebab itu diperlukan data-data mengenai jenis gangguan.

Maka dari itu dibutuhkan suatu metode yang mampu digunakan mendeteksi dan mencari letak gangguan yang biasa terjadi pada saluran distribusi yang berupa gangguan hubung singkat. Metode tersebut dimungkinkan untuk bisa digunakan pada saluran distribusi. Yaitu dengan menggunakan metode *Fuzzy Relation Based*, dalam proses penentuan lokasi gangguan hubung singkat pada sistem distribusi dan diharapkan dapat membantu operator dalam menyelesaikan masalah terutama jika terjadi gangguan. Adapun cara yang digunakan dalam mencari letak gangguan yaitu dengan mengukur besar arus gangguan satu fasa ketanah, sehingga dapat diketahui berapa besar arus hubung singkat satu fasa ketanah yang kemudian digunakan sebagai variabel masukan dalam penentuan lokasi gangguan. Selanjutnya hasilnya sudah berupa jarak lokasi gangguan. Sehingga bila terjadi gangguan hubung singkat dapat langsung diketahui lokasi gangguan dan besar arus gangguannya dan diperbaiki guna menjamin kontinuitas dan kualitas tenaga listrik<sup>[1,2]</sup>.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Pada sistem distribusi radial terdapat beberapa kekurangan dalam mencari dan mendeteksi letak gangguan, karena apabila terjadi gangguan hanya lampu indicator dan alarm saja yang berbunyi. Sehingga secara tepat dan cepat letak gangguan masih belum bisa diketahui meskipun sudah jelas penyulang mana yang mengalami gangguan.



Dengan keterbatasan-keterbatasan tersebut maka untuk membantu operator dalam mencari letak gangguan secara cepat dan tepat, maka skripsi ini diberi judul :

**” MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN  
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 Kv  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RELATION BASED* ”**

### **1.3. Tujuan Penulisan**

1. Mengetahui letak gangguan secara cepat dan tepat guna proses perbaikan bila terjadi gangguan terutama yang bersifat permanent.
2. Mencari besar ganggaun hubung singkat satu fasa ke tanah secara tepat tanpa mengabaikan fungsi NGR sebagai pematas arus gangguan fasa tanah.
3. Mempelajari kemampuan dari *fuzzy relation based* ketika diharapkan dapat membantu opertor dalam mencari letak gangguan pada sistem distribusi.

### **1.4. Batasan Masalah**

Penentuan lokasi gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik menggunakan metode *fuzzy relation based* ini dibahas dibatasi pada :

1. Sebelum terjadi gangguan sistem dalam keadaan seimbang.

2. Tidak membahas penyebab gangguan, gangguan yang dibahas adalah gangguan hubung singkat satu fasa ketanah dan hanya pada satu titik di tiap penyulang.
3. Menggunakan *fuzzy relation based* dalam penentuan nilai transformasi gangguan.
4. Sistem yang dipakai adalah sistem distribusi saluran tunggal, karena sulitnya mendapatkan data gangguan maka diasumsikan bahwa rele bekerja secara benar, dan untuk pengujian penentuan lokasi gangguan dilakukan dengan simulasi program matlab.
5. Data-data yang digunakan berdasarkan data hasil *survey* di G.I Blimbing Malang. Data penyulang hanya pada penyulang Mawar dan penyulang

### 1.5. Metodologi Penelitian

Dalam menyusun skripsi ini penulis menggunakan metode *deskriptif*, yaitu suatu metode yang digunakan untuk meneliti suatu masalah yang berlangsung saat ini, data yang terkumpul lalu disusun kemudian diolah lalu dianalisa. Untuk melaksanakan metode ini, maka penulis melakukan pendekatan dengan cara :

- Studi kepustakaan, yaitu dengan cara membaca literatur yang berhubungan dengan penulisan proposal ini, seperti diktat kuliah, tulisan-tulisan serta sumber informasi yang berkaitan dengan letak dan jenis gangguan hubung singkat pada saluran distribusi dan untuk ketepatan rele dengan memakai metode *Fuzzy Relation Based*.

- Studi lapangan, yaitu mencari dan mengumpulkan data yang berkaitan di G. I Blimbing Malang.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika pembahasan skripsi ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I            PENDAHULUAN**

Berisi tentang Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II            JARINGAN    DISTRIBUSI    TENAGA    LISTRIK    DAN                           KLASIFIKASI    JENIS    GANGGUAN**

Berisi tentang jaringan saluran distribusi, gangguan hubung singkat dan pengamanannya.

### **BAB III           FUZZY EXPERT SYSTEM**

Berisi tentang teori-teori himpunan *Fuzzy Rwelation Based*

### **BAB IV           ANALISA    PENENTUAN    JENIS    GANGGUAN    HUBUNG                           SINGKAT    PADA    JARINGAN    DISTRIBUSI    20    kV    DI    G.I                           BLIMBING**

Berisi tentang analisa dari data dan hasil output jarak gangguan gangguan berupa gambar.

### **BAB V            KESIMPULAN**

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

## 1.7. Relevansi

Banyaknya gangguan dalam sistem tenaga listrik membutuhkan sistem proteksi yang handal guna melindungi agar kontinuitas serta kestabilan sistem daya pada saluran distribusi tetap terjaga dengan baik maka salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengatasi terjadinya hubung singkat dengan secepat mungkin.

Penggunaan relay pengaman merupakan salah satu cara dalam proteksi. Untuk itu penulis menggunakan dengan cara pengaplikasian metode *Fuzzy Relation Based* dalam proses penentuan lokasi gangguan hubung singkat pada saluran distribusi dan diharapkan dapat membantu mempercepat dalam penanganan masalah gangguan hubung singkat tersebut.

## **BAB II**

### **JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DAN KLASIFIKASI JENIS GANGGUAN**

#### **2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik<sup>[2]</sup>**

Secara sederhana sistem tenaga listrik dapat diartikan sebagai sistem sarana penyampaian tenaga listrik dari (titik) sumber ke (titik) pusat beban (konsumen). Oleh karena suplai tenaga listrik untuk konsumen (beban) memiliki kondisi dan persyaratan-persyaratan tertentu, maka sarana penyampaiannya dikehendaki memenuhi persyaratan tertentu pula. Kondisi dan persyaratan yang dimaksud tersebut antara lain :

1. Letak titik sumber (pembangkit) dengan titik beban tidak terlalu berdekatan.
2. Setiap peralatan listrik (yang berfungsi sebagai beban) dirancang memiliki rating tegangan, frekuensi (tegangan AC) dan daya nominal tertentu.
3. Pada pengoperasian peralatan listrik perlu dijamin keamanan bagi peralatan itu sendiri, bagi manusia penggunaanya dan bagi lingkungan di sekitarnya.

Dalam upaya mengantisipasi ketiga hal tersebut, maka untuk sistem penyampaian tenaga listrik dituntut beberapa kriteria :

1. Diperlukan saluran daya (tenaga) yang efektif, ekonomis dan efisien.

2. Diperlukan tersedianya tenaga listrik dengan kapasitas yang cukup (memenuhi). Tegangan dan frekuensi yang stabil dengan harga normal tertentu, sesuai dengan disain perlatan. Singkatnya : diperlukan penyediaan daya dan kualitas yang baik.
3. Diperlukan sarana sistem pengaman yang baik sesuai dengan persyaratan pengaman (cepat kerja, peka, selektif, andal dan ekonomis).

Untuk saluran daya digunakan bahan yang memiliki sifat konduktif terhadap arus listrik, yaitu bahan yang resistansinya rendah dan sifat ini memiliki bahan-bahan logam pada umumnya. Dalam praktek meskipun resistansi suatu bahan dipilih yang rendah, bagaimanapun tetap bersifat resistif dan tetap menimbulkan rugi-rugi saluran yang tidak dapat dihindari. Besarnya rugi-rugi yang terjadi selain tergantung pada besarnya resistansi juga ditentukan oleh besarnya arus yang mengalir pada saluran. Sedangkan resistansi total saluran itu sendiri selain tergantung pada jenis bahan saluran, tergantung juga pada jarak (panjang) saluran dan ukuran (luas penampang)

#### **2.1.1. Jaringan Distribusi<sup>[2]</sup>**

Pada pola penyaluran tenaga listrik berkapasitas besar dengan jarak yang relatif jauh, terjadinya rugi-rugi pada pola saluran tidak dapat lagi dihindari. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan memanipulasi besarnya arus beban yang lewat saluran dengan menggunakan *trafo step-up* dan *step-down*.

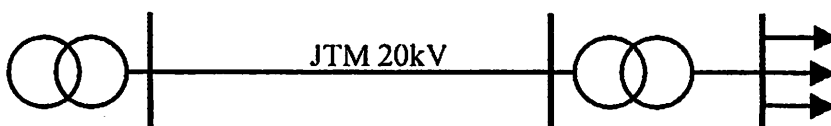
Urutan sitem distribusi tenaga listrik mulai *power plant* adalah sebagai berikut :

1. Pusat pembangkit (*power plant*) yang dilengkapi dengan gardu pembangkit (*Power Substation*), yang bertegangan rendah.
2. Saluran transmisi (*Transmission Line*).
3. Gardu induk (*Substation*).
4. Saluran distribusi Primer (*Primery Distribution Line*).

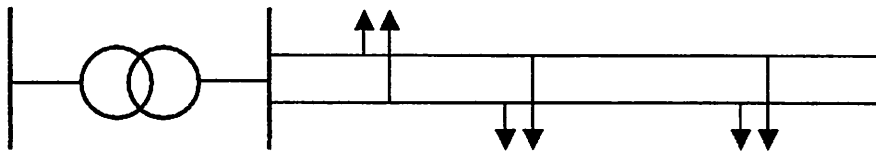
Secara umum dapat dikatakan bahwa ada tiga struktur jaringan system distribusi yaitu : radial, lingkaran (*loop*), anyaman (*mesh atau grid*). Dalam praktek penggunaan atau penerapan macam struktur jaringan distribusi dilakukan menurut alasan teknis dan ekonomis menurut kebutuhan lokasi.

#### A. Sistem Distribusi Radial<sup>[3]</sup>

Jaringan radial adalah jaringan yang paling sederhana yang menghubungkan beban-beban ketitik sumber, biayanya relatif murah. Pada struktur radial ini, tidak ada pasokan, oleh sebab itu keandalan relatif rendah. Pengaturan teggangan dilakukan dengan baik. Radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini terutama bila rangkaian dari sirkuit tersebut berlainan satu sama lain. Dapat juga satu sirkuit merupakan cadangan saja.



**Gambar 2.1. Bentuk yang sederhana JTM system radial<sup>[3]</sup>**

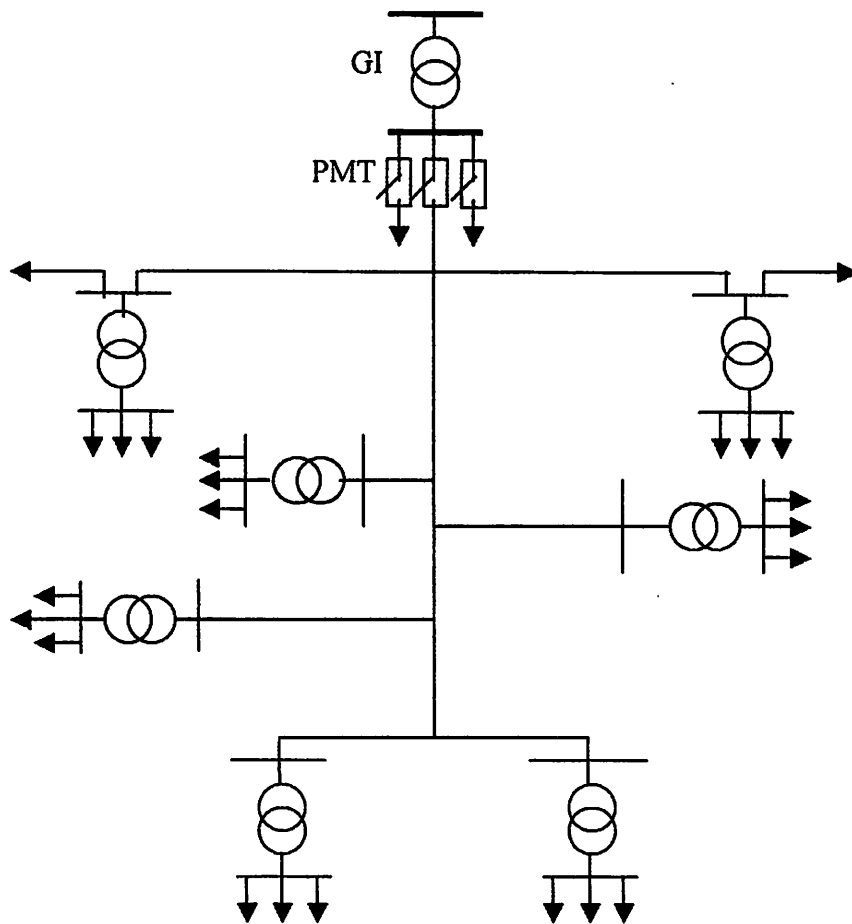


**Gambar 2.2 Sirkuit radial penyulang ganda<sup>[3]</sup>**

Langkah lainnya untuk mempertinggi tingkat keandalan dari struktur radial ini pada dasarnya diupayakan pemasokan dayanya tidak satu arah, walaupun pada pengoperasiannya dilaksanakan secara radial. Pada gambar 2.1. dapat dilihat bentuk yang sederhana dari system radial, yang system jaringannya dimulai dari sumber, jaringan distribusi primer, gardu distribusi dan ke pelanggan. Untuk mempertinggi tingkat keandalan dari gambar 2.1. dapat dilakukan dengan membuat dua atau lebih penyulang memasok beban, dimana beban tersebut disadap dari saluran ini seperti pada gambar 2.2.

Bentuk yang paling umum system radial seperti digambarkan pada gambar 2.3. Disini terlihat bahwa sebuah penyulang memasok sejumlah gardu distribusi. Dapatlah dipahami bila terjadi gangguan pada jaringan tegangan menengahnya, maka pemutus beban yang ada pada gardu induk akan membuka, ini menyebabkan semua gardi distribusinya akan mengalami pemadaman, dan untuk mengurangi jumlah gardu yang mengalami pemadaman, pada penyulang dipasang peralatan pemisah seperti pelebur, saklar seksi otomatis, pemutus atau pemisah balik otomatis.





**Gambar 2.3 Bagan JTM Sistem Radial 20kV<sup>[3]</sup>**

## **2.2. Gangguan Hubung Singkat<sup>[4]</sup>**

Sistem dianalisis dalam keadaan peralihan dan simetri/tidak simetri. Atau analisis dilakukan sesaat ( $s/d \sim 1$  detik) setelah terjadi gangguan dalam sistem, dimana sistem mungkin dalam keadaan simetri atau tidak simetri. Tujuan dari analisis hubung singkat adalah untuk menentukan arus dan tegangan maksimum dan minimum pada bagian-bagian atau titik-titik tertentu dari suatu sistem tenaga listrik untuk jenis-jenis gangguan yang terjadi, sehingga dapat ditentukan

pengaman, rele dan pemutus tenaga (*Circuit Breaker*) untuk mengamankan sistem dari keadaan tidak normal dalam waktu seminimal mungkin.

### 2.2.1. Jenis Gangguan<sup>[4]</sup>

Gangguan pada sistem tenaga listrik adalah suatu keadaan yang menyebabkan bekerjanya rele dan menjatuhkan (*trip*) pemutus tenaga (PMT), sehingga menyebabkan terputusnya aliran daya yang melalui PMT tersebut. Adapun gangguan tersebut terjadi disebabkan karena adanya kesalahan mekanis, thermis dan tegangan lebih atau karena adanya material yang sudah cacat atau rusak.

Bila ditinjau dari segi lamanya waktu gangguan, maka dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Gangguan sementara. (*temporary*).
- b. Gangguan permanen (*stationary*).

Untuk gangguan *temporary* yaitu apabila gangguan tersebut terjadi hanya dalam waktu yang singkat, kemudian sistem kembali normal yang ditandai dengan normalnya kerja dari pemutus tenaga setelah dimasukkan kembali. Penyebab gangguan dapat diakibatkan oleh petir, dimana terjadi loncatan bunga api listrik pada isolasi udara atau minyak.

Gangguan yang bersifat permanen adalah gangguan yang baru dapat dihilangkan setelah lokasi gangguan tersebut di isolir dengan bekerjanya pemutus tenaga. Penyebab gangguan bisa disebabkan adanya kerusakan pada peralatan sistemnya, sehingga gangguan baru bisa diatasi setelah kerusakan pada peralatan tersebut sudah diperbaiki. Sedangkan untuk gangguan temporer yang terjadi

berulang-ulang akan dapat menyebabkan timbulnya kerusakan pada peralatan sistem dan hal ini dapat pula menimbulkan gangguan yang bersifat permanen sebagai akibat adanya kerusakan peralatan tersebut.

Ditinjau dari jenisnya maka gangguan dapat dibedakan menjadi :

- a. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.
- b. Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah.
- c. Gangguan hubung singkat antar saluran.
- d. Gangguan hubung singkat tiga fasa.

Dari jenis gangguan tersebut dapat digolongkan menjadi dua kelompok gangguan :

- a. Gangguan hubung singkat simetris.
- b. Gangguan hubung singkat tidak simetris.

### **2.2.2. Gangguan Hubung Singkat Simetri<sup>(4)</sup>**

Gangguan hubung singkat simetri terdiri atas gangguan hubung singkat tiga fasa sedangkan gangguan yang lainnya adalah merupakan gangguan hubung singkat tidak simetri. Gangguan hubung singkat ini akan mengakibatkan arus lebih pada fasa yang terganggu, dimana arus gangguan tersebut mempunyai harga yang jauh lebih besar dari *rating* arus maksimum yang diijinkan peralatan, sehingga akan dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan sistem tenaga listrik bila alat pengaman tidak segera bekerja dan juga akan dapat mengakibatkan tegangan pada fasa-fasa yang tidak terganggu. Adapun akibat yang dapat ditimbulkan dengan adanya gangguan hubung singkat tersebut adalah :

- Rusaknya peralatan listrik yang berada dekat dengan gangguan yang disebabkan arus-arus yang besar, arus tidak seimbang maupun tegangan yang rendah.
- Terhentinya kontinuitas pelayanan listrik kepada konsumen apabila gangguan hubung singkat tersebut sampai mengakibatkan terputusnya *circuit*, yang biasa disebut dengan pemadaman listrik.

### **2.2.3. Gangguan Hubung Singkat Tidak Simetri <sup>[4]</sup>**

Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik adalah merupakan gangguan tidak simetri. Gangguan-gangguan tidak simetri ini terjadi sebagai akibat dari gangguan satu fasa ketanah, gangguan antar fasa, gangguan dua fasa ketanah.

Gangguan tidak simetri akan mengakibatkan mengalirnya arus tidak seimbang dalam sistem, sehingga untuk menganalisa gangguan tersebut dipergunakan metode komponen simetri untuk menentukan arus maupun tegangan disemua bagian sistem setelah terjadi gangguan.

#### **2.2.3.1. Komponen Simetri <sup>[4]</sup>**

Komponen simetri adalah metode perhitungan yang menyatakan bahwa semua keadaan tidak seimbang dapat diselesaikan dengan persamaan-persamaan keadaan seimbang.

## 1. Rangkaian Urutan<sup>[4]</sup>.

Berdasarkan metode komponen simetri, dalam menganalisa suatu gangguan yang menyebabkan sistem tiga fasa menjadi tidak seimbang dapat dipergunakan dalam hubungan rangkaian urutan. Secara umum rangkaian urutan dibagi atas tiga yaitu rangkaian urutan positif, negatif dan nol. Ketiga rangkaian urutan ini akan diperlukan sebagai bahan dalam menganalisa suatu gangguan.

Apabila akan melakukan suatu perhitungan tegangan atau arus gangguan, harus ditentukan terlebih dahulu impedansi urutan dari komponen-komponen sistem jaringan, kemudian dihitung rangkaian pengganti masing-masing urutan.

### A. Rangkaian Urutan Positif.<sup>[4]</sup>

Yang dimaksud rangkaian urutan positif yaitu suatu rangkaian yang elemen-elemennya terdiri dari impedansi urutan positif saja dan pada sistem tenaga listrik, rangkaian pengganti urutan positif tidak dipengaruhi oleh hubungan transformator (delta atau bintang) maupun pentanahan titik netralnya. Rangkaian urutan positif pada generator hanya mempunyai impedansi, sumber tegangan dan arus urutan positif saja. Jadi rangkaian urutan positif pada generator, impedansi urutan positifnya terhubung seri dengan sumber tegangan dan impedansinya diambil yang *transient* atau *subtransient*.

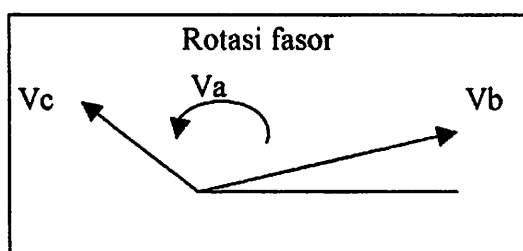
### B. Rangkaian Urutan Negatif.<sup>[4]</sup>

Rangkaian urutan negatif ini elemen impedansinya dan model rangkaian pada umumnya sama seperti pada model rangkaian urutan positif, hanya saja tidak mempunyai sumber tegangan.

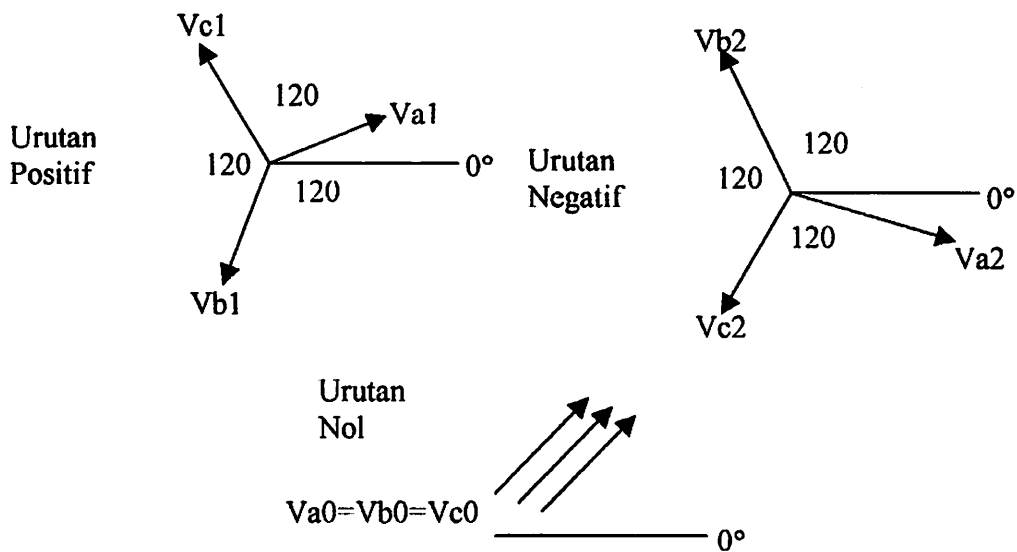
### C. Rangkaian Urutan Nol<sup>[4]</sup>

Pada umumnya rangkaian urutan nol tidak sama seperti rangkaian urutan positif maupun urutan negatif. Besarnya impedansi suatu rangkaian urutan nol dipengaruhi oleh hubungan belitan dari transformator dan pentanahan titik netral, baik titik netral transformator maupun titik netral generator.

Fasor tegangan yang tidak seimbang :

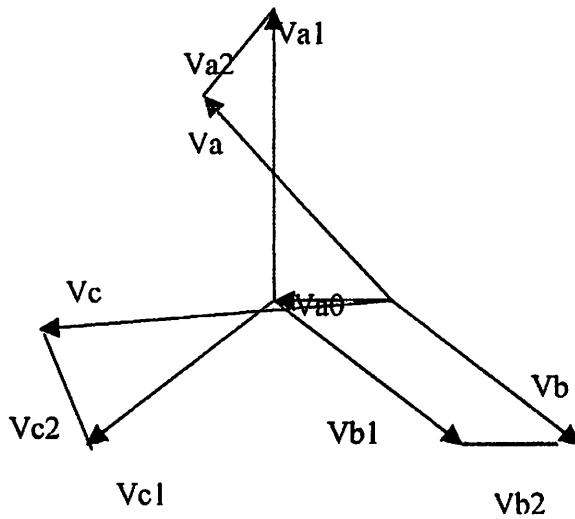


Gambar 2.4. Fasor Tegangan Tak Seimbang<sup>[4]</sup>



Gambar 2.5. Rangkaian Urutan Dari Fasor Tegangan<sup>[4]</sup>

Penyelesaian sistem tiga fasa yang tak seimbang :



**Gambar 2.6. Tiga Fasa Tak Seimbang Dengan Komponen Simetrinya<sup>[4]</sup>**

Dalam menganalisa suatu gangguan yang mengakibatkan sistem tiga fasa menjadi tidak seimbang dapat diterapkan dalam hubungan rangkaian urutan. Secara umum rangkaian urutan dibagi menjadi 3 rangkaian urutan yang terdiri dari :

1. Rangkaian urutan positif (*positive sequence components*).

Rangkaian urutan positif terdiri atas tiga fasa yang sama besarnya, terpisah satu dengan yang lain dalam sudut  $120^\circ$  dan mempunyai urutan fasa yang sama seperti fasa aslinya.

2. Rangkaian urutan negatif (*negative sequence components*)

Rangkaian urutan negatif terdiri atas tiga fasa yang sama besarnya, terpisah satu dengan yang lain dalam sudut  $120^\circ$  dan mempunyai urutan fasa yang berlawanan dengan fasa aslinya.

### 3. Komponen urutan nol (*zero sequence components*).

Komponen urutan nol terdiri dari tiga fasor yang sama besarnya, sejajar dengan pergeseran fasa  $0^\circ$  antara satu dengan yang lainnya.

Pergeseran fasa komponen simetri dari fasa tegangan maupun arus dalam sistem tiga fasa adalah  $120^\circ$ . Untuk menunjukkan perputaran suatu fasor sebesar  $120^\circ$  dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam digunakan operator “a” dimana operator “a” ini sendiri merupakan bilangan kompleks yang besarnya satu dan sudutnya  $120^\circ$ .

Oleh karena fasor yang tidak seimbang adalah merupakan penjumlahan vektor dari komponen-komponennya maka fasor-fasor aslinya dapat dinyatakan dalam komponen-komponennya sebagai berikut :

$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2} \quad (2.1)$$

$$V_b = V_{b0} + V_{b1} + V_{b2} \quad (2.2)$$

$$V_c = V_{c0} + V_{c1} + V_{c2} \quad (2.3)$$

Dengan memasukkan operator “a” pada persamaan diatas, maka didapat :

$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2} \quad (2.4)$$

$$V_b = V_{a0} + a^2V_{a1} + aV_{a2} \quad (2.5)$$

$$V_c = V_{a0} + aV_{a1} + a^2V_{a2} \quad (2.6)$$



Atau dalam bentuk matrik :

$$\begin{pmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{pmatrix}$$

Untuk mempermudah tulisan, bentuk matrik diatas dapat dituliskan dengan notasi-notasinya saja.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{pmatrix}$$

$$A^{-1} = 1/3 \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{pmatrix}$$

Untuk tegangan dan arus :

$$\begin{aligned} V_{abc} &= \begin{pmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{pmatrix} & V_{012} &= \begin{pmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{pmatrix} \\ I_{abc} &= \begin{pmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{pmatrix} & I_{012} &= \begin{pmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Secara umum dapat ditulis :

$$\begin{array}{c} \boxed{\begin{array}{l} V_{abc} = A \\ V_{012} \end{array}} \longrightarrow \boxed{\begin{array}{l} V_{012} = A^{-1} \\ V_{abc} \end{array}} \end{array} \quad (2.7)$$

$$\begin{array}{c} \boxed{\begin{array}{l} I_{abc} = A \\ I_{012} \end{array}} \longrightarrow \boxed{\begin{array}{l} I_{012} = A^{-1} \\ I_{abc} \end{array}} \end{array} \quad (2.8)$$

Untuk arus berlaku :

$$I_a = I_{a0} + I_{a1} + I_{a2} \quad (2.9)$$

$$I_b = I_{a0} + a^2 I_{a1} + a I_{a2} \quad (2.10)$$

$$I_c = I_{a0} + a I_{a1} + a^2 I_{a2} \quad (2.11)$$

Dalam sistem 3 fasa, jumlah arus saluran sama dengan arus  $I_n$ , yang mengalir melalui netral sebagai jalan balik. Sehingga menjadi :

$$I_a + I_b + I_c = I_n \quad (2.12)$$

Dari persamaan diatas, maka diperoleh :

$$I_n = 3I_{a0} \quad (2.13)$$

Suatu beban atau belitan transformator yang terhubung delta, dimana tidak terdapat lintasan netral, arus tidak mengandung komponen urutan nol atau  $I_n = 0$ .

### 2.3. Analisis Gangguan Hubung Singkat<sup>[4]</sup>

Dalam sistem tenaga listrik, pada saluran distribusi gangguan yang paling sering terjadi adalah gangguan hubung singkat, hal ini dikarenakan panjangnya jarak yang harus direntangi oleh saluran distribusi. Gangguan pada saluran distribusi dapat berupa gangguan arus lebih atau gangguan tegangan lebih. Gangguan tegangan lebih dapat disebabkan oleh gangguan petir yang berupa

sambaran petir, atau gangguan surja hubung yang berupa penutupan dan pembukaan saluran yang tak serempak, pelepasan beban dan *switching* dari transformator.

Sedangkan untuk gangguan arus lebih disebabkan oleh terjadinya hubung singkat. Gangguan ini menimbulkan kenaikan arus pada saluran yang terganggu. Kenaikan arus yang melebihi batas yang ditentukan merupakan suatu keadaan yang tidak boleh dibiarkan, karena akan sangat mempengaruhi kestabilan sistem dan sangat berbahaya.

Gangguan hubung singkat pada saluran distribusi bila tidak segera dipulihkan dapat menimbulkan kerusakan mekanis pada peralatan saluran distribusi maupun mengganggu kestabilan sistem. Dalam menganalisa gangguan yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik dipergunakan rangkaian urutan positif, negatif dan nol dalam hubungannya dengan metode komponen simetri.

Biasanya gangguan hubung singkat yang tiga fasa mengakibatkan arus gangguan yang sangat besar, terbesar dari arus-arus gangguan jenis yang lain, tetapi dapat juga terjadi arus yang satu fasa ke tanah lebih besar daripada arus yang tiga fasa..

Secara umum tanpa memandang jenis gangguannya, gangguan hubung singkat mempunyai persamaan umum sebagai berikut :

$$V_{a1} = V_f - Z_1 I_{a1} \quad (2.14)$$

$$V_{a2} = -Z_2 I_{a2} \quad (2.15)$$

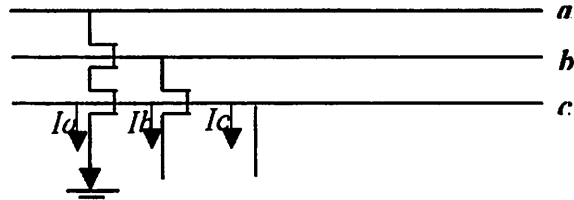
$$V_{a0} = -Z_0 I_{a0} \quad (2.16)$$

Fasa a selalu diambil sebagai referensi.

$V_f$  = Tegangan titik gangguan pada keadaan normal (1 pu).

$Z_1, Z_2, Z_0$  = Impedansi urutan positif, negatif dan nol ditinjau dari titik gangguan.

### 2.3.1. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ketaanah<sup>[4]</sup>



Gambar 2.7. Hubung Singkat Satu Fasa Ketaanah<sup>[4]</sup>

Gangguan hubung singkat satu fasa ketaanah adalah gangguan yang paling sering terjadi pada saluran distribusi seperti yang ditunjukkan oleh gambar diatas.

Selama terjadi gangguan keadaan sistem adalah :

$$I_b = I_c = 0 \quad (2.31)$$

$$V_a = 0 \quad (2.32)$$

Transformasi arus ke dalam komponen simetri adalah :

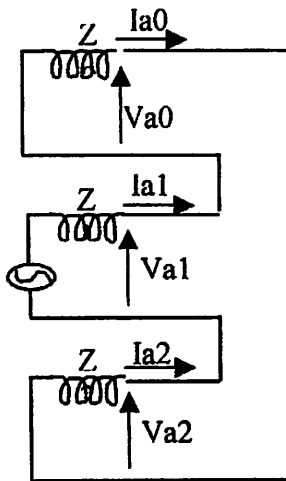
$$I_{012} = A^{-1} abc \quad (2.33)$$

Sehingga :

$$I_{a0} = I_{a1} = I_{a2} = 1/3 I_a \quad (2.34)$$

Dan tegangan :

$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2} = 0 \quad (2.35)$$



**Gambar 2.8. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Satu Fasa Ketanah<sup>[4]</sup>**

Sehingga :

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{3V_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad (2.36)$$

#### 2.4. Sistem Pengaman Pada Jaringan Distribusi<sup>[5]</sup>

Pada jaringan distribusi peralatan pengaman yang dipakai dapat dibedakan menjadi :

1. Pengaman Arus Lebih.
2. Pengaman Tegangan Lebih.

Yang dimaksud proteksi atau pengaman terhadap peralatan adalah sistem pengaman yang dilakukan terhadap peralatan-peralatan listrik, yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut. Misalnya generator, transformator, jaringan transmisi dan distribusi terhadap kondisi operasi abnormal dari sistem itu sendiri.

Yang dimaksud dengan kondisi abnormal tersebut antara lain :

- Hubung singkat
- Tegangan lebih/ kurang.
- Beban lebih
- Frekuensi sistem turun/ naik

Adapun fungsi dari sistem proteksi adalah :

- Untuk menghindari atau mengurangi kerusakan peralatan listrik akibat adanya gangguan (kondisi abnormal). Semakin cepat reaksi peralatan proteksi yang digunakan, maka akan sedikit pengaruh gangguan terhadap kemungkinan kerusakan alat.
- Untuk cepat melokalisir luas *zone* /daerah yang terganggu, sehingga daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin.
- Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen, dan juga mutu listriknya baik.
- Untuk mengamankan manusia terutama terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Agar sistem proteksi / pengaman dikatakan baik dan benar ( dapat bereaksi dengan cepat, tepat), maka diperlukan pemilihan dengan seksama dan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

- Macam saluran yang diamankan.
- Pentingnya saluran dilindungi.
- Kemungkinan banyaknya terjadi gangguan.
- Tekno-ekonomis sistem yang digunakan.

### 2.4.1. Rele Pengaman<sup>[5]</sup>

Rele pengaman adalah peralatan yang direncanakan untuk dapat merasakan adanya gangguan atau mulai merasakan adanya ketidak normalan pada peralatan atau bagian sistem tenaga listrik dan secara otomatis memerintahkan pemutus beban terbuka, untuk memisahkan bagian dari peralatan yang terganggu dan memberi isyarat berupa lampu atau bel.

Pemutus dalam hal ini mempunyai kemampuan untuk memutus arus hubung singkat maksimum yang melewatinya dan juga harus mampu menutup rangkaian dalam keadaan hubung singkat dan kemudian membukanya kembali.

Arus lebih yang terjadi akibat hubung singkat ini besar sekali harus dihindari supaya tidak merusak peralatan maupun jaringan.

Syarat-syarat agar rele pengaman dapat dikatakan bekerja dengan baik dan benar adalah :

#### 1. Cepat bereaksi

Rele harus cepat bekerja atau bereaksi bila sistem mengalami gangguan atau kerja abnormal. Kecepatan bereaksi dari rele adalah saat rele merasakan adanya gangguan sampai dengan pelaksanaan pelepasan *Circuit breaker* (CB) karena perintah dari rele. Rele yang bekerja pada saat gangguan akan mengurangi kerusakan peralatan serta membatasi daerah yang terjadi gangguan. Mengingat suatu sistem tenaga mempunyai batas-batas stabilitas serta kadang-kadang gangguan bersifat sementara, maka rele yang semestinya bereaksi dengan cepat perlu diperlambat.

## 2. Selektif

Rele pengaman dikatakan selektif bila rele tersebut memiliki kecermatan pemilihan dalam mengadakan pengamanan. Hal ini menyangkut koordinasi pengaman dari sistem secara keseluruhan.

## 3. Peka / *Sensitive*

Rele harus dapat bekerja dengan kepekaan yang tinggi, artinya harus cukup sensitive terhadap gangguan didaerahnya meskipun gangguan tersebut minimum, selanjutnya memberikan jawaban atau respon.

## 4. Andal / *reliability*

Keandalan rele dihitung dengan jumlah rele yang bekerja / mengamankan daerahnya terhadap jumlah gangguan yang terjadi.

Keandalan rele dikatakan cukup baik bila mempunyai harga : 90 -99%.

Keandalan dapat dibagi menjadi 2 :

*Dependability* : Rele harus dapat diandalkan setiap saat.

*Security* : Tidak boleh salah kerja / tidak boleh bekerja yang bukan seharusnya bekerja.

## 5. Sederhana / *Simplicity*

Makin sederhana sistem rele semakin baik, mengingat setiap peralatan atau komponen rele kemungkinan mengalami kerusakan. Jadi sederhana maksudnya kemungkinan terjadi kerusakan kecil.

## 6. Murah / *Economy*

Rele sebaiknya yang murah, tanpa meninggalkan persyaratan-persyaratan yang ada.



#### **2.4.2. Fungsi rele pengaman<sup>[5]</sup>**

Fungsi dari rele pengaman adalah untuk menentukan dengan segera pemutusan atau penutupan pelayanan penyaluran setiap elemen sistem tenaga listrik bila mendapatka gangguan, yang dapat mengakibatkan kerusakan peralatan atau mempengaruhi sistem atau sebagian sistem yang masih beroperasi normal. Pemutus beban (CB) merupakan suatu rangkaian dengan rele pengaman.

Oleh karena itu CB harus mempunyai kemampuan untuk memutuskan arus hubung singkat yang melaluinya. Selain itu, harus mampu terhadap penutupan pada kondisi hubung singkat yang kemudian diputuskan lagi sesuai dengan sinyal yang diterima rele.

#### **2.4.3. Rele Arus lebih<sup>[5]</sup>**

Rele arus lebih adalah suatu rele dimana bekerjanya berdasarkan adanya kenaikan arus yang melewatinya. Agar peralatan tidak rusak bila dilewati arus yang melebihi kemampuannya, selain peralatan tersebut diamankan terhadap kenaikan arusnya, maka peralatan pengaman harus dapat bekerja pada jangka waktu yang telah ditentukan.

Pengaturan waktu ini selain untuk keamanan peralatan juga sering diakitkan dengan masalah koordinasi pengaman. Berdasarkan pada prinsip kerja dan konstruksinya, maka rele jenis ini termasuk jenis rele yang paling sederhana, murah dan mudah penyetelannya.

Rele jenis ini digunakan unrtuk mengamankan peralatan terhadap gangguan hubung singkat antar fasa, hubung singkat satu fasa ketanah dan

beberapa hal dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih. Digunakan sebagai pengaman utama pada jaringan distribusi dan subtransmisi jaringan radial, sebagai pengaman cadangan untuk generator, transformator daya dan saluran transmisi.

Prinsip kerja dan karakteristik pengaman dan pengamanannya :

1. Rele arus lebih seketika.
2. Rele arus lebih waktu tertentu.
3. Rele arus lebih berbanding terbalik

Rele ini dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu :

- A. Berbanding terbalik biasa
- B. Sangat berbanding terbalik.
- C. Sangat berbanding terbalik sekali.

#### **2.5. *Netral Ground Resistor ( NGR ) 20kV***<sup>[6]</sup>

NGR dipasang pada sisi sekunder trafo, untuk trafo 150/20 kV, NGR = 500 ohm. Fungsinya adalah untuk menghambat atau membatasi arus gangguan hubung singkat ketanah pada sisi sekunder trafo. Untuk 150/20kV dengan R= 500 ohm bila terjadi gangguan satu fasa ketanah maka arus maksimum adalah 23 Ampere (  $20.000 : 1,73 : 500$  ).

#### **2.6. *Directional Ground Relay (DGR)***<sup>[6]</sup>

Rele ini dipergunakan untuk mengamankan jaringan dari arus gangguan ketanah yang dipasang pada setiap penyulang dengan mendeteksi arah dari gangguan tanah dan memisahkan gangguan atau bagian lain yang terganggu.

Prinsip kerjanya bekerjanya berdasarkan pada hubungan sudut fasa antara dua besaran input dari rele yaitu :

- ❖ Besaran patokan (*Polarizing*), umumnya adalah tegangan sistem.
- ❖ Besaran kerja (*Operating*) yaitu arus residu yang timbul akibat adanya gangguan.

## BAB III

### *FUZZY RELATION BASED*

#### 3.1. Prinsip Dasar Himpunan *Fuzzy*<sup>[7]</sup>

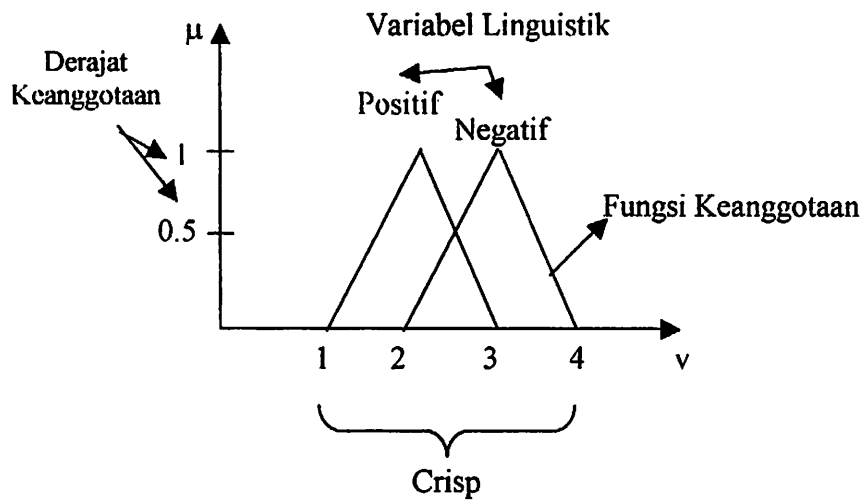
Pada dasarnya manusia mengenal obyek dengan memberikan klasifikasi secara kualitatif, seperti panjang, pendek, lebar, sempit, besar, kecil, dan sebagainya yang diklasifikasikan sebagai *terminologi linguistic*. Batas antara satu antara satu kebenaran dengan kebenaran lainnya tidak tegas dan sering mengandung unsur ketidak pastian, kebenaran ini disebut dengan kebenaran *Fuzzy*.

Hal inilah yang menjadi dasar timbulnya himpunan *Fuzzy*. Karakteristik yang paling menarik dari logika *fuzzy* ini adalah kemampuannya untuk mengemulasi perilaku manusia (sebagai operator) yang lebih berdasarkan pada kriteria kualitatif dari pada kuantitatif, dan tidak memerlukan model matematis sistem yang rumit, melainkan merupakan model *heuristic* (berdasarkan sifat perasaan manusia).

Kenyataan dalam kehidupan sehari-hari banyak mengelompokkan atau himpunan yang menggunakan bahasa *natural* seperti kota besar, gadis cantik, udara panas dan sebagainya tidak memiliki karakteristik himpunan yang pasti atau klasik. Batas antara anggota-anggota tersebut terlihat kabur dan berubah secara bertahap dari anggota himpunan ke bukan anggota himpunan. Suatu yang samar tapi lebih mudah dimengerti, karena logika dibelakang pemikiran manusia adalah logika dengan kebenaran samar (*fuzzy*). Artinya, jika manusia berenang disebuah

danau, secara otomatis didalam pikirannya tidak terdapat sekumpulan angka pasti yang menyatakan kedalaman danau tersebut. Tetapi manusia akan mengacu pada suatu himpunan samar, yaitu kedalaman danau. Kemudian manusia menyatakan sebagai "sangat dalam", atau "agak dalam". Kata keterangan yang mendahului "dalam", mewakili tingkat anggota suatu elemen pada himpunan samar tentang kedalaman danau. Dengan dasar itulah disusun suatu teori yang samar (*fuzzy set*) sebagai konsep yang umum dari teori himpunan klasik (*crisp set*) yang mempunyai anggota yang sudah pasti atau sekumpulan anggota yang dapat dinyatakan dengan jelas.

Suatu himpunan samar dapat didefinisikan secara matematis dengan memberikan setiap elemen dalam semesta pembicaraan yang mewakili keanggotaannya pada himpunan nilai keanggotaan tersebut berhubungan tingkat kemiripan elemen tersebut dengan konsep yang diwakili oleh himpunan itu, dan biasanya dinyatakan dalam bilangan riil pada selang tertutup antara 0 sampai dengan 1. fungsi karakteristik sebuah himpunan samar memberikan nilai yang berbeda pada selang tertentu kepada setiap elemen pada semesta pembicaraan dan menandakan tingkat keanggotaan elemen pada himpunan yang ditinjau. Nilai yang lebih besar menyatakan tingkat keanggotaan yang lebih tinggi. Fungsi dengan sifat yang lebih umum ini disebut sebagai fungsi keanggotaan (*membership function*). Sedangkan bagian-bagian penting dalam logika *fuzzy* adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Bagian-bagian penting dalam logika *fuzzy*.

Berikut adalah keterangan gambar diatas :

- *Crisp* : masukan dari sistem logika *fuzzy*.
- *Fungsi Keanggotaan* : dikenal juga dengan *fuzzy set*, yang merupakan fungsi matematis yang memberikan arti numerik, menghubungkan antara *crisp input* dengan derajat keanggotaan.
- *Derajat Keanggotaan* : merupakan derajat kebenaran atau *membership grade* dari nilai *crisp input* yang telah dihubungkan dengan fungsi keanggotaan yang nilainya antara 0 sampai 1.
- *Variabel Linguistik* : untuk mendiskripsikan nama-nama yang sesuai untuk keadaan sehari-hari untuk mengidentifikasi sebuah *membership function*.

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu *item*  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu[x]$ , memiliki dua kemungkinan yaitu:

- ❖ Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan atau
- ❖ Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Di dalam himpunan *crisp* perubahan kecil pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat dalam nilai keanggotaan. Pada himpunan *crisp* nilai keanggotaan ada dua kemungkinan yaitu nol dan satu, pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*  $\mu_A[x] = 1$  berarti  $x$  menjadi anggota penuh pada himpunan  $A$ .

Terkadang kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval  $[0,1]$ , namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara dua kasus tersebut. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan suatu himpunan *fuzzy* adalah 0,9 maka tidak perlu dipertanyakan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mendapatkan suatu hasil yang hampir pasti. Di pihak lain nilai probabilitas 0,9 berarti 90% dari himpunan tersebut.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu :

- ❖ *Linguistik* yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
- ❖ *Numeris* yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* :

1. *Variabel fuzzy*

merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

2. *Himpunan fuzzy*

merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel.

3. *Semesta pembicaraan*

Adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu *variabel fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan *bilangan real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kekiri kekanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

4. *Domain*

Adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan



*fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, *domain* merupakan bilangan *real* yang senantiasa naik.

### 3.2. *Fuzzy Relation*<sup>[1]</sup>

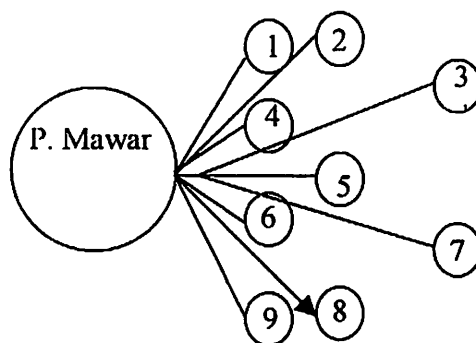
*Fuzzy relation* adalah hubungan himpunan *fuzzy* dimana arti umum dari *fuzzy relation* adalah suatu hubungan kabur atau tidak jelas. *Hubungan fuzzy* biasa dinamakan dengan *relasi crisp* dalam hal ini menghadirkan ketiadaan atau ketidakpastian keadaan dari suatu gabungan, interaksi atau saling berhubungan dengan diantara dua elemen atau lebih. Relasi atau hubungan tersebut terdapat dua perangkat yaitu  $x$  dan  $y$  dan diketahui sebagai *relasi biner*, dan biasanya ditunjukkan sebagai  $R(x,y)$ . Relasi ini disamakan pada berbagai derajat atau interaksi diantara elemen. Derajat dari hubungan ini biasa direpresentasikan sebagai keanggotaan nilai *fuzzy relation*.

Setiap pengesetan  $x$  dan  $y$  direpresentasikan dengan *Node* di dalam diagram. Elemen dari  $[x, y]$  dengan nilai keanggotaan tidak nol di  $R[x, y]$  di representasikan didalam diagram sebagai garis penghubung pada masing-masing *node*. Garis ini diberi nama dengan *derajat keanggotaan sagital*. Untuk mempresentasikan *derajat keanggotaan* maka *topologi jaringan* (gambar jaringan) diubah menjadi *sagital diagram*. Sebagai komposisi atau aturan dalam penentuan lokasi gangguan hubung singkat .

### 3.3. *Sagital diagram* <sup>[1]</sup>

*Sagital diagram* adalah suatu proses lanjutan dari *fuzzy relation* atau *hubungan fuzzy* dalam penentuan lokasi gangguan. Dimana *sagital diagram* dapat dengan mudah menghadirkan suatu *hubungan fuzzy* yang mempunyai angka biner.

Untuk model jaringan distribusi yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Dapat diasumsikan bahwa dalam hal ini tidak ada kejelasan dan kepastian dimana letak gangguan yang sebenarnya. Meskipun telah diketahui penyulang yang mengalami gangguan. Jenis gangguan dapat diketahui dari indicator yang terdapat pada panel sistem proteksi di sebuah Gardu Induk. Oleh karena itu *diagram sagital* ini dibuat dengan mempertimbangkan panjang saluran pada sistem distribusi dan ditunjukkan dengan garis panah. Panah yang bercetak tebal menunjukkan tempat terjadinya gangguan. Dan sebagai informasi awal dari penentuan lokasi gangguan.



**Gambar 3.2 Sagital Diagram pada P. Mawar**



**Gambar 3.3** Penyulang mawar mengalami gangguan hubung singkat

### 3.4. Fuzzyfikasi<sup>[7]</sup>

*Fuzzyfikasi* berfungsi untuk mentransformasikan sinyal masukan dari simulasi gangguan yang bersifat *crisp (non fuzzy)* ke himpunan fuzzy dengan menggunakan operator *fuzzyfier*. Salah satu dari fungsi keanggotaan dapat digambarkan dengan fungsi :

$$\mu_f[x_i] \leftarrow \max(\mu_{s_f}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

### 3.5. Membership Function<sup>[1,7]</sup>

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaanya ( sering disebut derajat keanggotaan ) yang memiliki interval antara 0 -1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi yang bisa digunakan.

Langkah awal adalah memberikan label pada setiap input sesuai dengan semesta pembicaraan. Selanjutnya perlu ditentukan *membership function*, yaitu memberikan *derajat nilai keanggotaan pada setiap range input*, yang berhubungan dengan label pada setiap input tersebut, dimana derajat nilai dapat bervariasi, tidak tetap pada satu batas tertentu.

Tabel 3.1

Nilai keanggotaan sangat besar ketika gangguan terjadi, nilai keanggotaan lebih kecil pada saat dalam keadaan seimbang sebab berisi ketidak pastian. Nilai keanggotan ditentukan menurut topologi sistem tenaga dan sekali ditentukan, maka label juga dapat ditentukan

### 3.6. Kordinat Keanggotaan<sup>[1]</sup>

*Himpunan fuzzy* berisi urutan pasangan seperti yang digambarkan pada *sagital diagram* yang berisi domain dan kebenaran nilai keanggotaanya dalam bentuk : *Skalar (i) / Derajat (i)*.

*Skalar* adalah suatu nilai yang digambarkan dari *domain himpunan fuzzy*, sedangkan *derajat skalar* merupakan derajat keanggotaan .

### 3.7. System Inferensi fuzzy<sup>[7]</sup>

*Sistem inferensi* yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *Mamdani*, sering disebut dengan nama *Metode Max-min*. Untuk mendapatkan output diperlukan empat tahapan :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada *metode mamdani*, baik *variabel input* maupun *variabel output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. *Aplikasi fungsi implikasi*

Fungsi implikasi yang digunakan adalah min.

3. Komposisi aturan

*Inferensi* diperoleh dari kumpulan *korelasi* (hubungan) antar saluran. Ada 3 Metode yang digunakan dalam melakukan *inferensi sistem fuzzy* yaitu :

- Max

Solusi *himpunan fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR. Secara umum dapat dituliskan :  $\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$

Dengan :

$\mu_{sf}[x_i]$  = Nilai keanggotaan *solusi fuzzy* sampai aturan ke i

$\mu_{kf}[x_i]$  = Nilai keanggotaan *konsekuensi fuzzy* aturan ke i

- Penegasan (*Defuzzyfikasi*)

Input dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari kombinasi aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada *domain himpunan fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai arsip tertentu sebagai output.

### 3.8. Fuzzyness<sup>[7]</sup>

Ada beberapa jenis *fuzziness* :

- *Confidence* di dalam penentuan aturan. Dengan aturan *If P Then C*, kita bertanya : bagaimana kebenaran dari aturan ini, yaitu *Confidence* apa yang kita lakukan di dalamnya, dan bagaimana itu dapat berperan untuk solusi dari masalah ? ini disebut kepastian (*Certainty*) aturan dan dapat dipandang sebagai penyajian tentang kemungkinan tidak jelas (*fuzzy*) yang lain. Kita dapat katakan aturan itu *Ri* pada umumnya benar tetapi tidak selalu. Karenanya, nilai kwantitatif dari aturan *certainty* menggantikan nilai-nilai ilmu bahasa pada umumnya, dalam banyak kasus, dll
- Masalah lain bertalian dengan hubungan antara pendapat P dan kesimpulan C dari aturan itu. Dengan pendapat yang mempunyai beberapa kebenaran, apa yang akan merupakan kebenaran dari kesimpulan? Ini disebut kepastian kesimpulan. Sebagai contoh, aturan *If* adalah dingin kemudian memakai suatu mantel memberi kenaikan kepada pertanyaan : yang diberi dingin, apakah pasti kita memakai suatu mantel akan membuat kita lebih nyaman ?
- Aturan Prioritas. Prioritas aturan digunakan untuk golongan aturan di dalam order di mana mereka akan diaktifkan. Pada dasarnya, parameter ini memungkinkan kita untuk mempertimbangkan dengan seksama hal yang penting dari suatu aturan dalam memecahkan ( atau mengambil bagian dalam memecahkan) masalah itu.

- *Confidence* dalam pemakaian data. Manakala pemakai menyediakan data yang perlu kepada sistem tenaga ahli, kita harus mempertimbangkan kebenaran data itu. Sering pemakai menyediakan data di mana pengguna tidak mempunyai kepercayaan yang lengkap. Sebagai contoh: pemakai boleh katakan "Aku berpikir bahwa panjang serat adalah 7 inci, tetapi aku tidak pasti". Dalam hal ini, kita harus menugaskan beberapa nilai/kelas kepercayaan kepada data yang diberi itu. Ini disebut kepastian data.
- *Fuzziness* di dalam pengetahuan dan data *description*. Di dalam banyak kasus, pengetahuan dan data adalah digambarkan dalam bentuk *Fuzzy*. Sebagai contoh, John adalah lebih atau lebih sedikit tua, atau cakupan dari target adalah antara 20 dan 24 *yard*. Kita harus kembangkan suatu model yang akan memungkinkan kita untuk menangani uraian tidak jelas ini.
- Kecocokan *Fuzzy*. Manakala data menyajikan kepada *Expert system* tidak sama persisnya dengan dasar pengetahuan, kita harus menerapkan suatu kecocokan prosedur untuk mengevaluasi persamaan antara data yang dimasukkan dan dasar pengetahuan.

Kita dapat membagi jenis *Fuzzy* diatas ke dalam tiga kelas berbeda menurut dimana mereka dapat ditemukan, yaitu :

1. Aturan kepastian (*Certainty*), kepastian kesimpulan, prioritas aturan, dan uraian pengetahuan dihubungkan dengan dasar pengetahuan.
2. Uraian data dan kepastian data dapat ditemukan di dalam data yang disajikan oleh pemakai (atau oleh alat-alat komunikasi lain).

3. Kecocokan *Fuzzy* diterapkan manakala daftar *relational* dihasilkan, dan ketika *Inference Engine* cocok terhadap pengetahuan data itu.



**BAB IV**  
**PENENTUAN LOKASI DAN ANALISA**  
**GANGGUAN HUBUNG SINGKAT**  
**MENGGUNAKAN METODE *FUZZY RELATION BASED***

**4.1. Umum**

Pada bab ini dijelaskan mengenai penentuan dan analisa lokasi gangguan hubung singkat yang terjadi pada salah satu saluran distribusi radial 20kV dengan menggunakan metode *fuzzy relation based*. Pengujian dilakukan untuk menggambarkan dan menganalisa serta mencari letak gangguan pada jaringan distribusi radial 20kV.

Adapun tipe gangguan yang akan dibahas adalah gangguan hubung singkat satu fasa ketanah. Penentuan lokasi hubung singkat satu fasa ketanah dengan menggunakan metode *fuzzy relation based* dengan cara membagi saluran yang di analisa menjadi beberapa daerah lokasi gangguan. Dan pada skripsi ini menggunakan saluran distribusi radial 20kV yang menggunakan dua penyulang yaitu :

1. Penyulang Mawar dibagi menjadi 37 lokasi.
2. Penyulang Wendit dibagi menjadi 19 lokasi.

Setiap lokasi-lokasi gangguan merupakan pembulatan dari panjang penyulang yang sesungguhnya seperti pada penyulang mawar 36,87 dibulatkan menjadi 37 km dan pada penyulang wendit 18,473 km dibulatkan menjadi 19km.

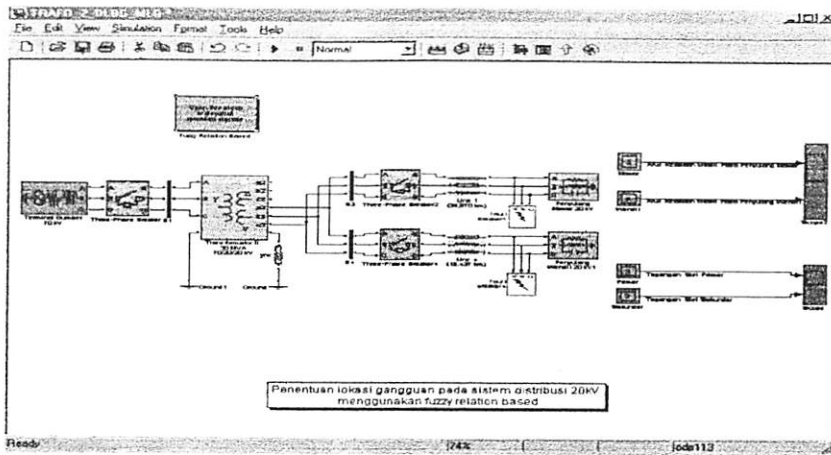
#### **4.2. Topologi jaringan**

Jaringan distribusi radial dibentuk oleh dua penyulang dimana apabila terjadi gangguan pada salah satu penyulang maka aliran daya pada penyulang yang terganggu tersebut akan berubah dan mempengaruhi kestabilan dan suplai daya pada jaringan sistem distribusi tersebut.

Proses penentuan lokasi gangguan dimulai dengan memasukan seluruh data Gardu Induk Blimbing yang kemudian melakukan perhitungan besar arus gangguan terlebih dahulu. Sebelum merubahnya kedalam proses sagital diagram yang digunakan untuk mencari letak gangguan. Dengan ketentuan bahwa gangguan yang terjadi hanya pada satu titik pada tiap penyulang. Gangguan yang terjadi hanya gangguan arus hubung singkat satu fasa ketanah saja.

#### **4.3. Pemodelan sistem tenaga**

Contoh model sistem tenaga tiga fasa distribusi radial tampak pada gambar 4.1 Simulasi yang dilakukan pada pemodelan sistem tenaga adalah untuk mencari dan mendapatkan sinyal gangguan. Dan untuk penentuan lokasi gangguan pada salah satu penyulang yang dilakukan adalah dengan cara memasukan besar arus gangguan.



**Gambar 4.1 Simulasi model jaringan distribusi radial 20kV**

#### 4.3.1. Data Transformator II di G.I. Blimbing Malang

- Gardu Induk : Blimbing
- Nomor bay : 21222
- Jenis Peralatan : Transformator II 70/20 kV
- Type Peralatan : ORF 30/140
- Merk : PASTI
- Nomor serie : 93.2.4.24
- Tahun Pembuatan : 1993
- Tahun Perolehan : 1993
- Tanggal Operasi : 10-04-1994
- Kapasitas : 30 MVA
- Tegangan : 70/20
- Arus : 247/866
- Buatan : Japan

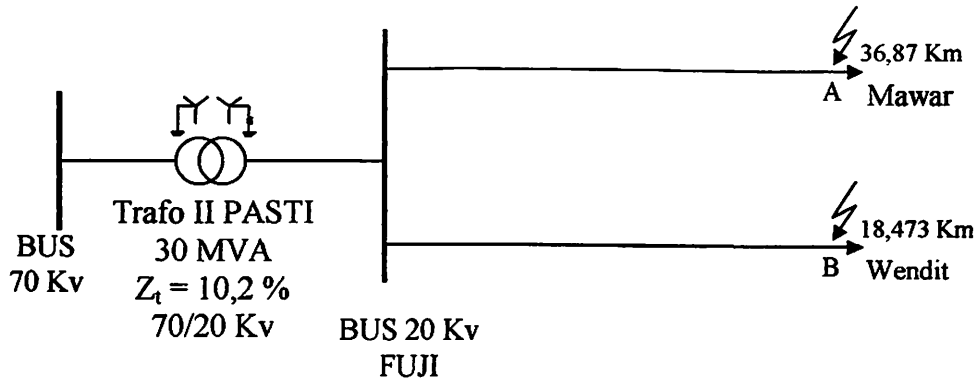
- Standart : JEC 204-1978
- Vektor Group : Ynyno(dII)
- Impedansi (Z) : 10.2 %
- Pendingin : ONAF 60/100 %
- Tegangan Tap Minimum : 72.8 kV
- Tegangan Tap Maksimum : 60.2 kV
- Tegangan Tap Incremen : -
- Jumlah Tap Changer : 18
- Jenis Tap Changer : OL TC
- Merk Tap Changer : PASTI
- Type Tap Changer : WII-70C
- Berat Total : 61,28 ton
- Berat Minyak : 40.000 L
- P x L x T (Cm) : 5800 x 1800 x 5400
- MVA<sub>hs</sub> : 1500,57 MVA

#### 4.3.2. Impedansi Penyulang

Penyulang 20 kV yang di suplai oleh trafo daya II ini adalah : penyulang Giltung, penyulang Asahan, penyulang Wendit dan penyulang Mawar. Dan dalam siulasi yang digunakan dalah dua penyulang yaitu Mawar dan Wendit. Jenis kawat yang digunakan untuk saluran udara adalah AAAC 150 mm<sup>2</sup>, yang berdasarkan SPLN 64.1985 adalah :

$$z_1 = z_2 = 0,2162 + j 0,3305 \Omega/\text{Km}$$

$$z_0 = 0,3631 + j1,6180 \Omega/\text{Km}$$

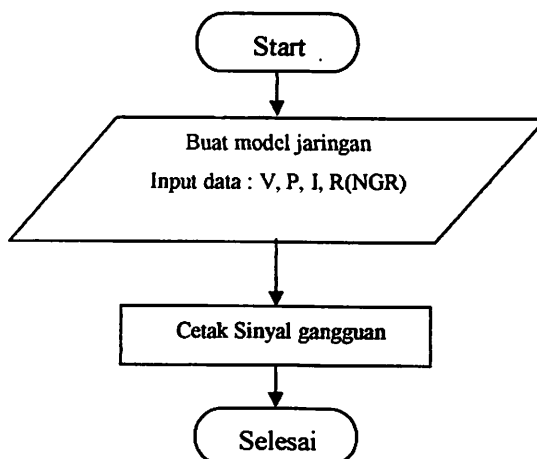


**Gambar 4.2 : Single Line Diagram Dengan Letak Gangguan Pada P. Mawar dan P. Wendit**

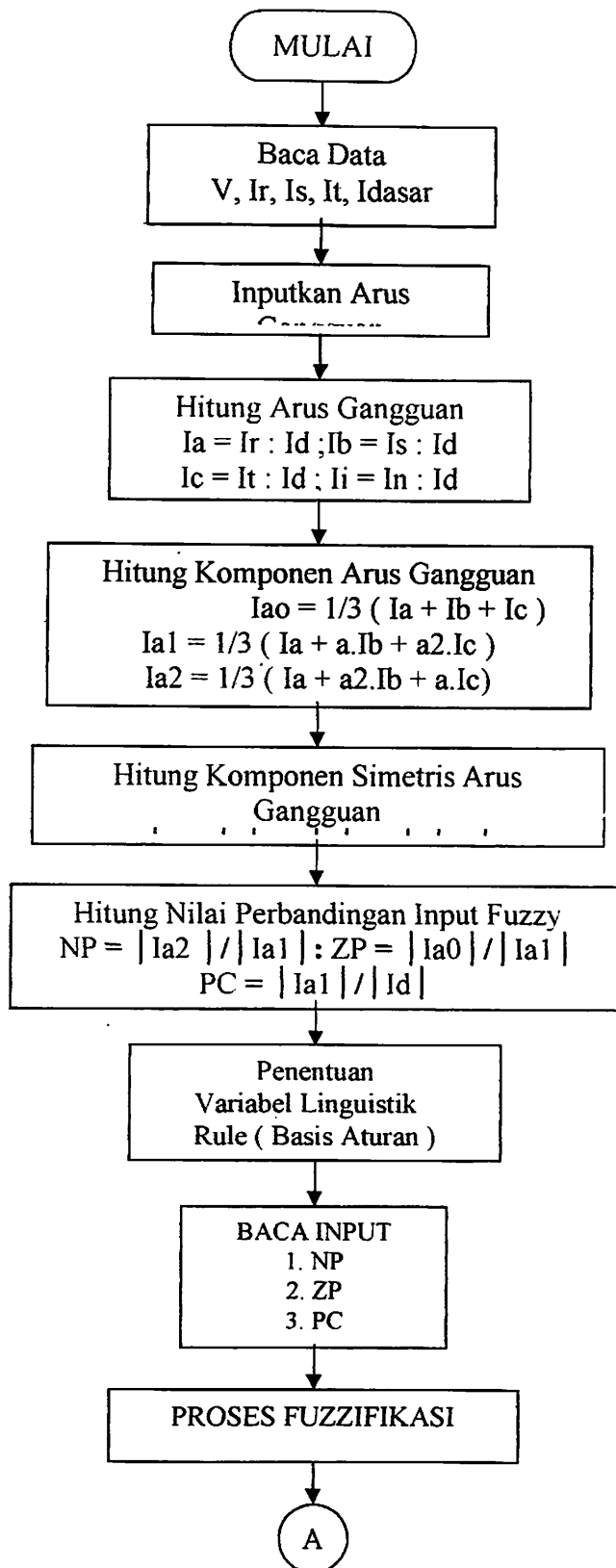
**4.4. Perencanaan penentuan lokasi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dengan *fuzzy relation based***

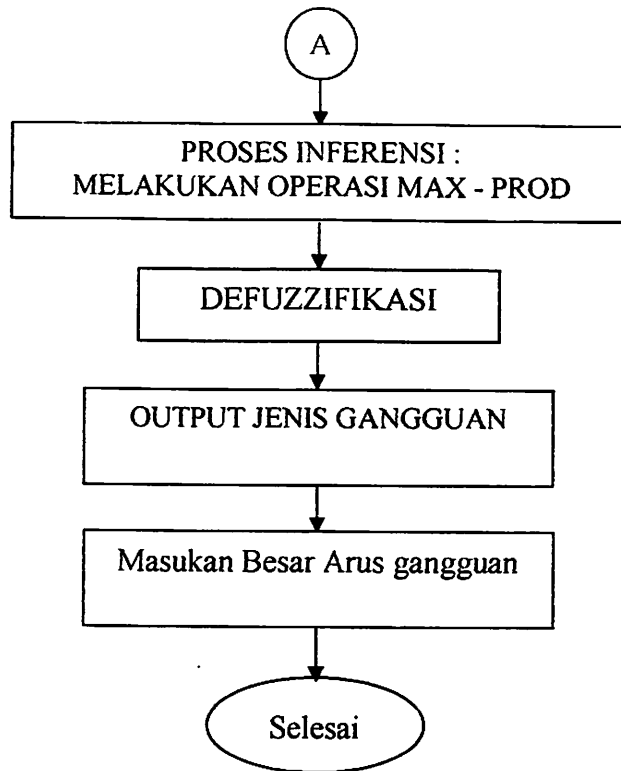
Perencanaan penentuan lokasi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dengan fuzzy relation based dapat dijelaskan dengan beberapa langkah berikut :

**4.4.1. Flowchart sismulasi model jaringan distribusi :**



#### 4.2. Flowchart penentuan lokasi gangguan





#### 4.5. Analisa Perhitungan menggunakan metode *fuzzy relation based*

Alogaritma perhitungan yang digunakan adalah menggunakan *program matlab*, dimana perhitungan arus gangguan dihitung dengan menggunakan bahasa *program matlab*.

##### 4.5.1. Inputan simulasi model jaringan dan perhitungan arus gangguan

Inputan atau variabel masukan yang digunakan pada simulasi model jaringan adalah seluruh data yang berasal dari PLN (GI Blimbing) yaitu :

Panjang saluran 2 Penyulang : 37km dan 19km

Tegangan : 20kV

Daya : 30MVA

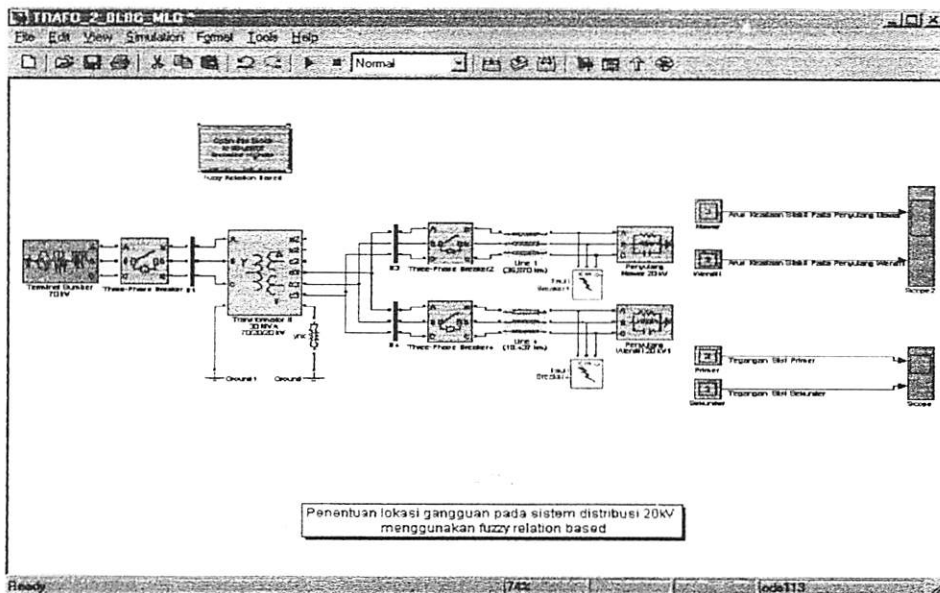
Impedansi saluran ( $Z_1=Z_2$ ) :  $0,2162+j 0,3305\Omega/\text{km}$

Impedansi saluran  $Z_0$  :  $0,3631+j 1,16180\Omega/\text{km}$

Impedansi Netral  $Z_n$  :  $500\Omega$

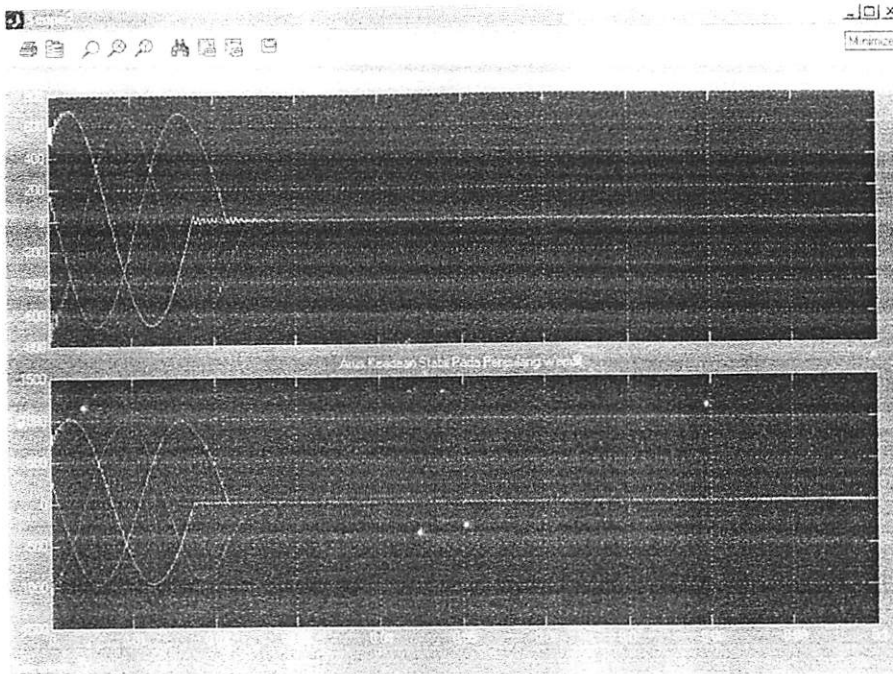
Impedansi trafo  $Z_t$  :  $j 0,0121\Omega$

NGR :  $23 \text{ Amp}$

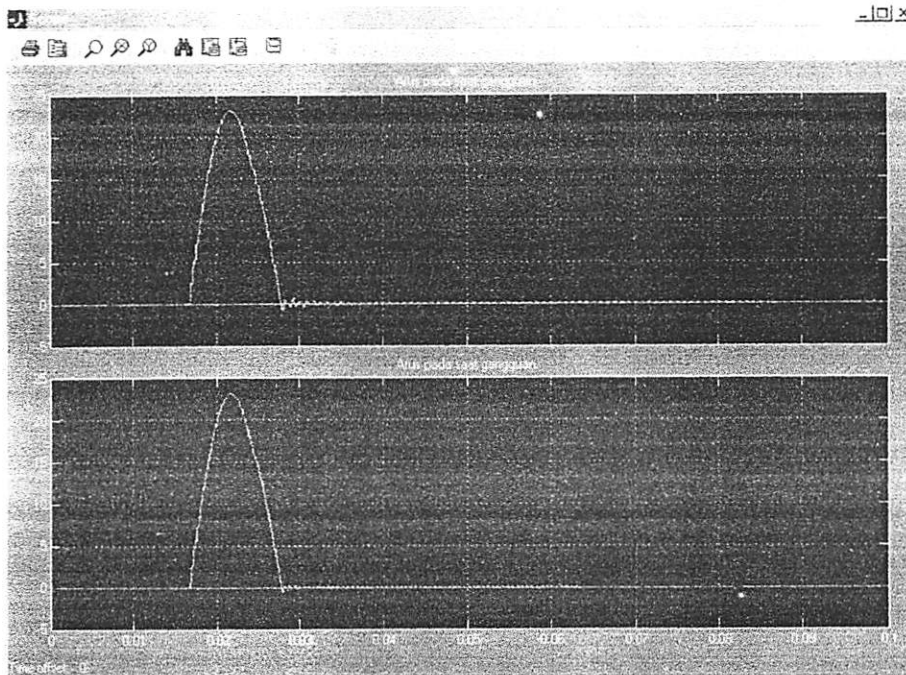


**Gambar 4.3 Simulasi Model Jaringan**





**Gambar 4.4 Arus Keadaan Stabil pada P.Mawar dan P.Wendit**



**Gambar 4.5 Arus saat Gangguan pada P.Mawar dan P.Wendit**

#### 4.5.2. Perhitungan besar arus gangguan

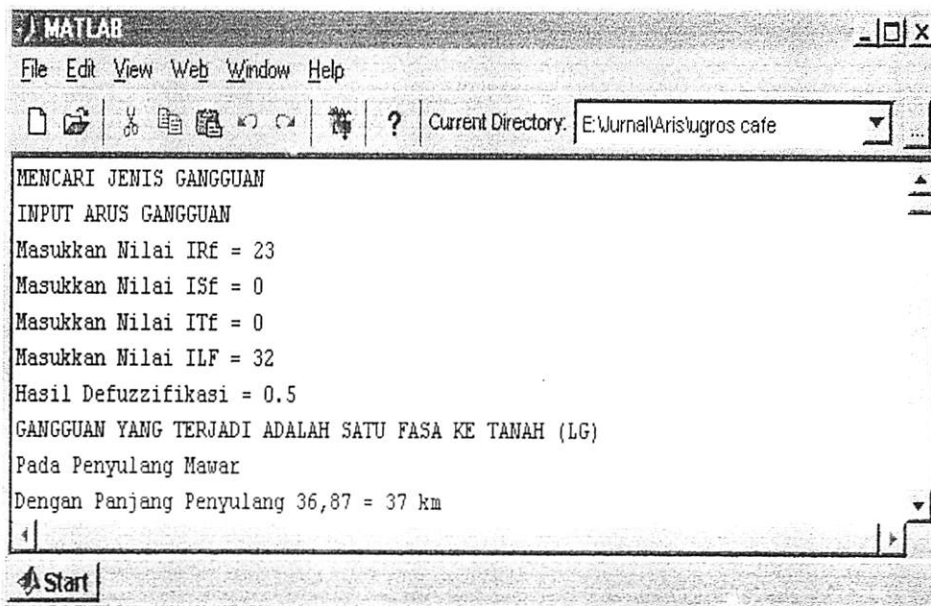
Dalam penentuan lokasi gangguan menggunakan *fuzzy relation based* besar arus gangguan dihitung keseluruhan dan untuk menentukan dimana letak gangguan yang terjadi dengan cara memasukan besar arus gangguan.

Dimana : **If** Besar arus gangguan satu fasa ke tanah.

$V_{a1}, V_{a2}, V_{a0}$  Tegangan urutan sebelum terjadi gangguan hubung singkat.

$V_a, V_b, V_c$  Tegangan urutan pada saat terjadi gangguan.

Berikut ini hasil perhitungan arus gangguan satu fasa ketanah tiap satu km pada Penyulang Mawar dengan panjang saluran 37km.



```
MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: E:\Jurnal\Arislugros cafe
MENCARI JENIS GANGGUAN
INPUT ARUS GANGGUAN
Masukkan Nilai IRf = 23
Masukkan Nilai ISf = 0
Masukkan Nilai ITf = 0
Masukkan Nilai ILF = 32
Hasil Defuzzifikasi = 0.5
GANGGUAN YANG TERJADI ADALAH SATU FASA KE TANAH (LG)
Pada Penyulang Mawar
Dengan Panjang Penyulang 36,87 = 37 km
Start
```

Gambar 4.6 Gangguan yang terjadi pada P.Mawar

Tabel 4.1 Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat pada P. Mawar

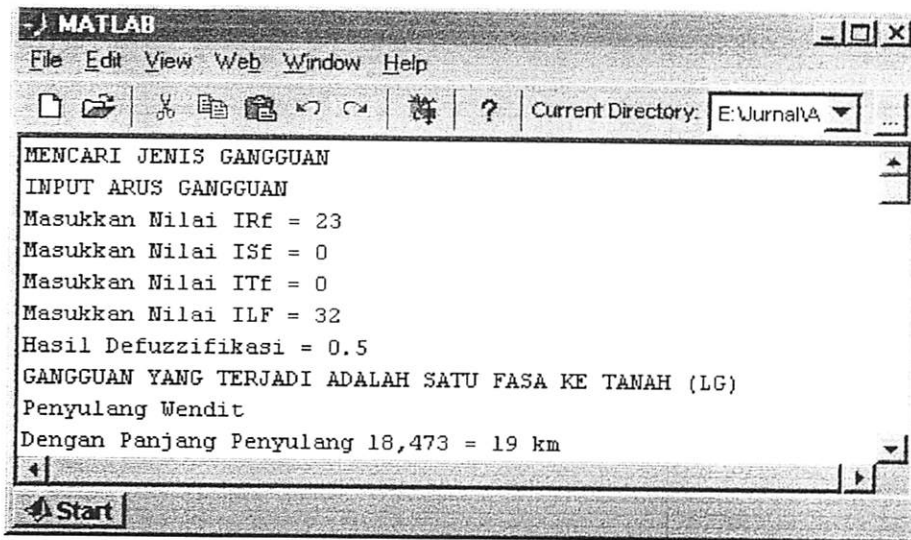
Penyulang Mawar  
 Dengan Panjang Penyulang 36,87 = 37 km  
 Besar arus gangguan

Ial (A)	sud(deg)	If (A)	sud(deg)
7.694	-0.088	23.082	-0.088
7.690	-0.175	23.069	-0.175
7.686	-0.262	23.057	-0.262
7.682	-0.349	23.045	-0.349
7.677	-0.435	23.032	-0.435
7.673	-0.522	23.020	-0.522
7.669	-0.608	23.007	-0.608
7.665	-0.695	22.995	-0.695
7.661	-0.781	22.982	-0.781
7.657	-0.867	22.970	-0.867
7.652	-0.953	22.957	-0.953
7.648	-1.039	22.944	-1.039
7.644	-1.125	22.931	-1.125
7.640	-1.211	22.919	-1.211
7.635	-1.297	22.906	-1.297
7.631	-1.382	22.893	-1.382
7.627	-1.468	22.880	-1.468
7.622	-1.553	22.867	-1.553
7.618	-1.638	22.854	-1.638
7.614	-1.724	22.841	-1.724
7.609	-1.809	22.828	-1.809
7.605	-1.894	22.815	-1.894

7.609	-1.809	22.828	-1.809
7.605	-1.894	22.815	-1.894
7.601	-1.979	22.802	-1.979
7.596	-2.063	22.789	-2.063
7.592	-2.148	22.776	-2.148
7.588	-2.233	22.763	-2.233
7.583	-2.317	22.749	-2.317
7.579	-2.402	22.736	-2.402
7.574	-2.486	22.723	-2.486
7.570	-2.570	22.709	-2.570
7.565	-2.654	22.696	-2.654
7.561	-2.738	22.683	-2.738
7.556	-2.822	22.669	-2.822
7.552	-2.906	22.656	-2.906
7.547	-2.990	22.642	-2.990
7.543	-3.074	22.629	-3.074
7.538	-3.157	22.615	-3.157

Pada tabel 4.1 Besar arus hubung singkat tidak terlu besar karena pada sisi sekunder trafo dipasang NGR yang berfungsi sebagai pembatas arus gangguan tanah. NGR pada trafo 70/20kV = 500Ω sehingga batas maksimum arus hubung singkat satu fasa ketanah adalah  $(20.000/1,73/500) \approx 23$  Amper.<sup>[4]</sup> Besar arus pada tiap lokasi (km) tidak begitu signifikan tapi pada kenyataannya hal tersebut sangat berpengaruh pada penentuan lokasi gangguan.



**Gambar 4.7** Gangguan yang terjadi pada P.Wendit

Penyulang Wendit  
 Dengan Panjang Penyulang 18,473 = 19 km  
 Besar arus gangguan

Ial (A)	sud(deg)	If (A)	sud(deg)
7.694	-0.088	23.082	-0.088
7.690	-0.175	23.069	-0.175
7.686	-0.262	23.057	-0.262
7.682	-0.349	23.045	-0.349
7.677	-0.435	23.032	-0.435
7.673	-0.522	23.020	-0.522
7.669	-0.608	23.007	-0.608
7.665	-0.695	22.995	-0.695
7.661	-0.781	22.982	-0.781
7.657	-0.867	22.970	-0.867
7.652	-0.953	22.957	-0.953
7.648	-1.039	22.944	-1.039
7.644	-1.125	22.931	-1.125
7.640	-1.211	22.919	-1.211
7.635	-1.297	22.906	-1.297
7.631	-1.382	22.893	-1.382
7.627	-1.468	22.880	-1.468
7.622	-1.553	22.867	-1.553
7.618	-1.638	22.854	-1.638

Tabel 4.2 Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat pada P. Wendit

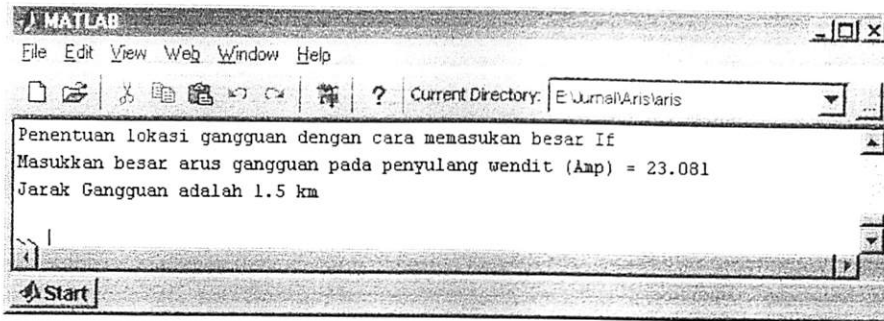
#### 4.5.3. Penentuan lokasi gangguan

Pada penentuan lokasi hubung singkat satu fasa ke tanah variabel masukan yang dipakai adalah dari besar arus gangguan yang terjadi pada kedua penyulang yaitu penyulang mawar dan penyulang wendit.

```

MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: E:\Jurnal\Aris\varis
Penentuan lokasi gangguan dengan cara memasukan besar If
Masukkan Besar Arus Gangguan Penyulang Mawar (Amp) = 22.616
Jarak Gangguan adalah 36.5 km
>>
  
```

Gambar 4.8 Prosedur penentuan lokasi gangguan pada Penyulang Mawar



**Gambar 4.8** Prosedur penentuan lokasi gangguan pada Penyulang Wendit

Jarak lokasi gangguan tergantung dari input yang kita berikan pada tabel 4.7 dan 4.8 diketahui jarak gangguan dari Penyulang Mawar adalah 36,5km tetapi pada jaringan sesungguhnya jarak tersebut ada pada 36km sampai 37km karena pada proses *defuzzifikasi* (penegasan) yang dipakai adalah *metode mean of maksimum* yang mengambil rata-rata diantaranya. Begitu juga pada Penyulang Wendit jarak gangguan hubung singkat satu fasa ketanah adalah 1,5km

Besar gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah sangat besar apabila gangguan tersebut berada di dekat pusat tenaga (GI). Karena impedansi saluran sangat kecil dan hal tersebut sangat berpengaruh pada besar arus gangguan hubung sigkat satu fasa ketanah.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Dari analisa yang diperoleh untuk menentukan lokasi gangguan hubung singkat satu fasa ketanah pada jaringan distribusi radial 20kV menggunakan metode *Fuzzy Relation Based* diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penentuan lokasi gangguan tergantung pada inputan besar arus gangguan karena pada perhitungan arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah hanya selisih nol koma (0,00) yaitu antara 0,02 sampai 0,03. Meskipun selisih hanya sedikit tapi tetap berpengaruh pada jarak gangguan.
2. Pada gangguan arus hubung singkat satu fasa ketanah besar arus gangguan hanya berkisar antara 23 Ampere, dikarenakan pada Gardu Induk dipasang *NGR*. *NGR* dipasang pada sisi sekunder trafo *150kV/20kV*,  $NGR = 500\Omega$ . Fungsinya adalah untuk menghambat atau membatasi arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah. Untuk trafo *150kV/20kV* dengan ( $R=500\Omega$ ) maka bila terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ketanah arus maksimum adalah *23 Ampere* ( $20.000kV/\sqrt{3}/500\Omega \approx 23Ampere$ ).
3. Jarak lokasi gangguan tergantung pada input yang kita berikan, seperti pada gambar 4.7 diketahui jarak gangguan pada penyulang Mawar adalah 36,5km, jarak sesungguhnya adalah 36km s/d 37km

karena pada proses *defuzzifikasi* menggunakan *metode mean of maximum* yang mengambil rata-rata diantaranya.

## **5.2. Saran**

Hasil yang diperoleh dari skripsi ini dapat dikembangkan untuk menentukan lokasi gangguan, dan diharapkan bisa membantu operator dalam menjalankan tugas dalam pencarian lokasi gangguan, apabila benar terjadi gangguan pada sularan distribusi radial 20kV. Agar gangguan segera dapat diketahui dan diperbaiki apalagi jika gangguan tersebut bersifat permanen. Dan dapat merugikan konsumen maupun PLN sebagai pihak produsen penyedia tenaga listrik



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. H.J.Cho, J.K.Park, H.J.Lee,” A Fuzzy Relation Based for Determining Fault Location on Power System“, In Proceeding of the International Conference of Inteligent System Aplication to Power System, Sep.2001, Montpillier, France pp.933-938.
- [2]. Abdul Kadir, “Distribusi dan Utilasi tenaga listrik”, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, April 2000.
- [3]. McGraw-Hill, “Sistem Distribusi Daya Listrik”, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [4]. William D. Stevenson Jr, “Analisis Sistem Tenaga Listrik”, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [5]. Setyo Saksomo, ”Diktat Kuliah Sistem Proteksi”, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Malang.
- [6]. PT. PLN (Persero) UBS P3B, “ Petunjuk Pengoperasian Gardu Induk Lawang”.
- [7]. Kusumadewi Sri,” Artificial Intelegence”, Graha Ilmu, Jakarta, 2003.

1. BERITA ACARA
2. BIMBINGAN SKRIPSI
3. PERBAIKAN SKRIPSI

V

*AMMORUM*



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : ARIS ARMADANI
2. N.I.M. : 99.12.067
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Kosentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi :

**MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20KV  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RELATION BASED***

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

6. Hari : Selasa
7. Tanggal : 04 Oktober 2005
8. Dengan nilai : 78,25 (B+) *hm*



Ketua

**(Ir. Mochtar Asroni, MSME.)**

**Panitia Ujian Skripsi,**

Sekretaris

**(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.)**

**Anggota Penguji,**

**Penguji Pertama**

**(Ir. Abdul Hamid, MT.)**

**Penguji Kedua**

**(Ir. Djojo Priatmono, MT.)**




## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ARIS ARMADANI  
NIM : 99.12.067  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi :

**MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN  
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 kV  
MENGUNAKAN METODE FUZZY RELATION BASED**

Tanggal Mengajukan Skripsi : 21 Oktober 2004  
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 04 Oktober 2005  
Dosen Pembimbing I : Ir. Taufik Hidayat, MT.  
Dosen Pembimbing II : Ir. Eko Nurcahyo.  
Telah dievaluasi dengan nilai : 80 (Delapan Puluh) *2m*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

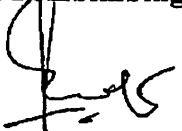
  
( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT. )  
NIP. 101 880 0190

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I

  
( Ir. Taufik Hidayat, MT. )  
NIP.1018 7000151

Dosen Pembimbing II


  
( Ir. Eko Nurcahyo )  
NIP. 1028700172



## FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

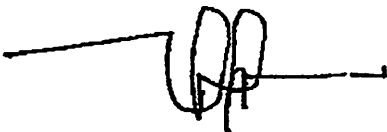
Nama : ARIS ARMADANI  
N.I.M. : 99.12.067  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi :

**MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN  
PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20 kV  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY RELATION BASED***

No	Uraian	Parap Penguji
1	Kesimpulan	

Disetujui :

Penguji Pertama



(Ir. Abdul Hamid, MT.)

Penguji Kedua



(Ir. Djojo Priatmono, MT.)

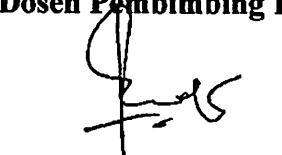
Mengetahui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Taufik Hidayat, MT.)  
NIP.1018 7000151

Dosen Pembimbing II



(Ir. Eko Nurcahyo)  
NIP. 1028700172



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ARIS ARMADANI  
 Nim : 99.12.067  
 Masa Bimbingan : 3 Januari 2005 s/d 3 Juli 2005

Judul Skripsi : Menentukan Lokasi Gangguan Pada Jaringan Distribusi Radial Menggunakan Metode Fuzzy Relation Based

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	5-01-05	Seluruh Bab IV	Ah
2.	16-01-05	pada Bab II diperluas dengan gambar	Ah
3.	20-01-05	Tujuan dan kesimpulan Prinsip Sistem Kebersihan dimunculkan dan	Ah
4.	30-01-05	flow chart Bab 4 & diagram Bab 4	Ah
5.	16-02-05	Prinsip Topologi jaringan dimunculkan Bab II	Ah
6.	06-02-05	Daftar pustaka. Penulisan pustaka di mana dan nomor Aji kecil.	Ah
7.	21-03-05	Revisi Bab III	Ah
8.	24-03-05	Revisi Tujuan dan hasil Aji kecil di mana	Ah
9.	25-03-05	Buat analisa yang pd Bab IV	Ah
10.	28-03-05	Aji mengikuti ujian	Ah

Malang, 26 - Maret 2005

Dosen Pembimbing

Ir. H. Taufik Hidayat, MT



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ARIS ARMADANI  
Nim : 99.12.067  
Masa Bimbingan : 3 JANUARI 2005 s/d 3 JULI 2005  
Judul Skripsi : MENENTUKAN LOKASI GANGGUAN PADA  
SISTEM DISTRIBUSI RADIAL 20Kv  
MENGUNAKAN METODE FUZZY RELATION  
BASED

No	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	05 - 01 - 05	Acc Bab I	
2.	10 - 01 - 05	Gambar Jaringan Distribusi Radial pada Bab II	
3.	20 - 01 - 05	Acc Bab II	
4.	30 - 01 - 05	Proses Fuzzyfikasi pada Bab III	
5.	10 - 02 - 05	Masukan rumus pada Flowchart	
6.	16 - 02 - 05	Cari Variabel Linguistik	
7.	21 - 03 - 05	Acc Bab III	
8.	24 - 02 - 05	Refisi alogaritma	
9.	25 - 03 - 05	Acc Bab IV	
10.	26 - 03 - 05	Acc Ujian Skripsi	

Malang, 26 - 03 - 05  
Dosen Pembimbing

Ir. Eko Nurcahyo



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

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

ERSERO) MALANG  
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, 17 Februari. 2005

Nomor : ITN-220/I.SKP /2/'05  
Lampiran : satu lembar  
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. EKO NURCAHYO (Pemb. II)**  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di –  
Malang

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

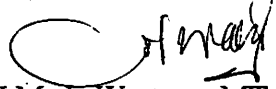
Nama : ARIS ARMADANI  
Nim : 9912067  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

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

03 Januari 2005 s/d 03 Juli 2005

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

Ketua  
Jurusan Teknik Elektro,

  
Ir. I Made Wartana, MT  
Nip. 131 991 182

**Tindakan :**

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a





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

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

PERSERO) MALANG  
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, 17 Februari. 2005

Nomor : ITN-219/I.SKP /2/05  
Lampiran : satu lembar  
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT (Pemb. I)**  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di –  
Malang

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

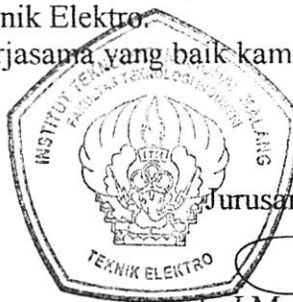
Nama : ARIS ARMADANI  
Nim : 9912067  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

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

03 Januari 2005 s/d 03 Juli 2005

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

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima  
kasih



Ketua  
Jurusan Teknik Elektro

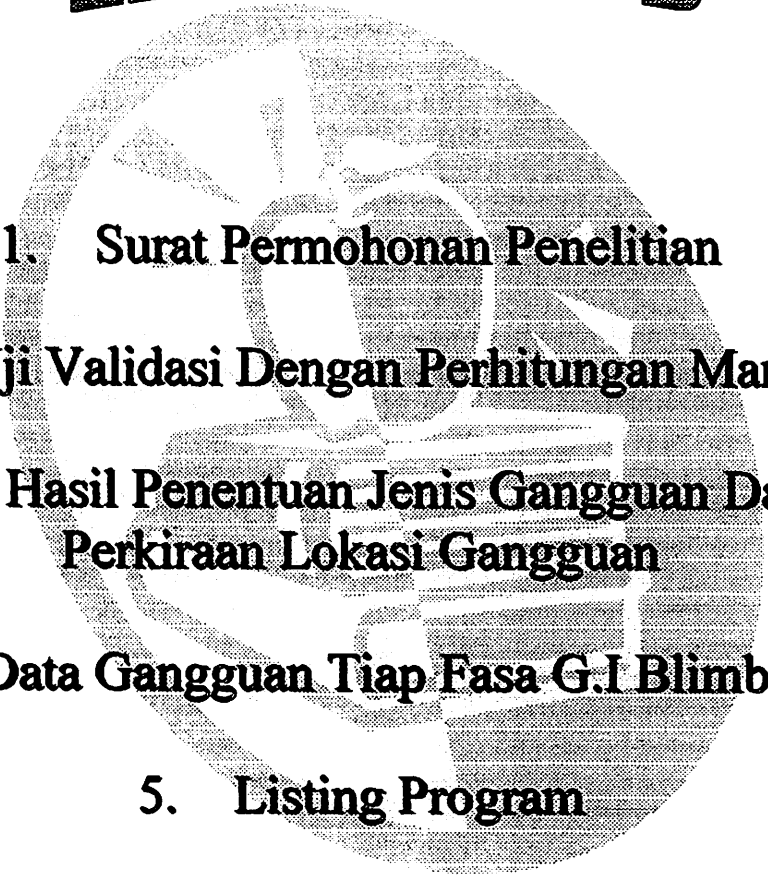
*[Signature]*  
**Ir. I Made Wartana, MT**  
Nip. 131 991 182

**Tindakan :**

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a

# **LAMPIRAN B**

- 
- 1. Surat Permohonan Penelitian**
  - 2. Uji Validasi Dengan Perhitungan Manual**
  - 3. Hasil Penentuan Jenis Gangguan Dan Perkiraan Lokasi Gangguan**
  - 4. Data Gangguan Tiap Fasa G.I Blimbing**
  - 5. Listing Program**



**PT PLN (PERSERO)**  
**PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI**  
**REGION JAWA TIMUR & BALI**

Jl. Suningrat No. 45-Taman Sidoarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114  
Facsimile : (031) 7882578, 7881024

Kotak Pos : 4119 SBS  
Bank : Bank Mandiri

Nomor : 020 / 334/ RJTB/ 2004  
Surat Sdr. No. : ITN-616/III.TA/2/2004.  
Lampiran : 1 (satu) lampiran.  
Perihal : Ijin Survey/ Pengambilan Data.

24 JAN 2005

Kepada

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

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-616/III.TA/2/2004 tanggal 09 Desember 2004 perihal : Survey/ Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

• ARIS ARMADANI

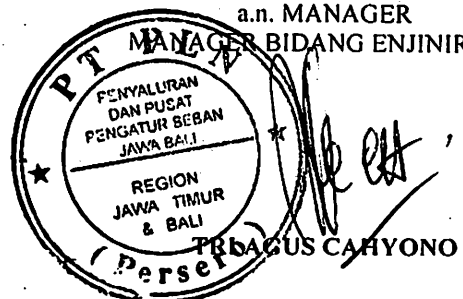
NIM : 99.12.067.

Untuk melakukan Praktek Kerja pada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali UPT Malang, dengan persyaratan sebagai berikut :

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

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.

a.n. MANAGER  
BIDANG ENJINIRING,



Tembusan Yth. :

1. M.SDM PLN P3B.
2. M.UPT Malang PLN P3B RJTB.
3. Sdr. Aris Armadani.

## Lampiran

### 1. Variabel Linguistik

Pendefinisian himpunan fuzzy pada ruang masukan dan keluaran berarti membagi-bagi semesta pembicaraan atas nilai variabel linguistik. Variabel masukan yang digunakan ada 3 macam yaitu : Kecil, Sedang, Besar. Sedangkan untuk variabel keluarannya adalah jarak gangguan.

### 2. Penyusunan Aturan Dasar

Pada analisa penentuan lokasi gangguan berdasarkan survey, aturan-aturan pengendali yang mungkin dilaksanakan untuk 3 variabel masukan, variabel linguistik S (kecil), M (sedang) dan L (besar). Dapat ditampilkan pada tabel berikut ini. Pada kondisi ideal terdapat 27 aturan pengendali yang mungkin diterapkan pada aturan fuzzy dengan menggunakan 3 variabel linguistik. Akan tetapi untuk menentukan type gangguan ini terdapat hanya 6 aturan pengendali yang mungkin diterapkan berdasarkan dua fungsi keanggotaan yang ada.

**Tabel 1. Aturan pengendali fuzzy untuk 3 variabel linguistik**

NILAI N/P = S		Z/P		
		S	M	L
P/C	S	SS	SM	SL
	M	MS	MM	ML
	L	LS	LM	LL

NILAI N/P = M		Z/P		
		S	M	L
P/C	S	SS	SM	SL
	M	MS	MM	ML
	L	LS	LM	LL

NILAI N/P = L

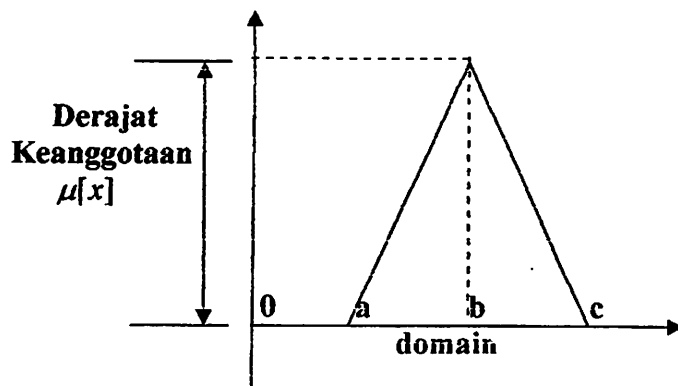
Z/P

		S	M	L
P/C	S	SS	SM	SL
	M	MS	MM	ML
	L	LS	LM	LL

### 3. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaan (sering disebut derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Fungsi yang digunakan adalah presentasi kurva segitiga.

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva Segitiga

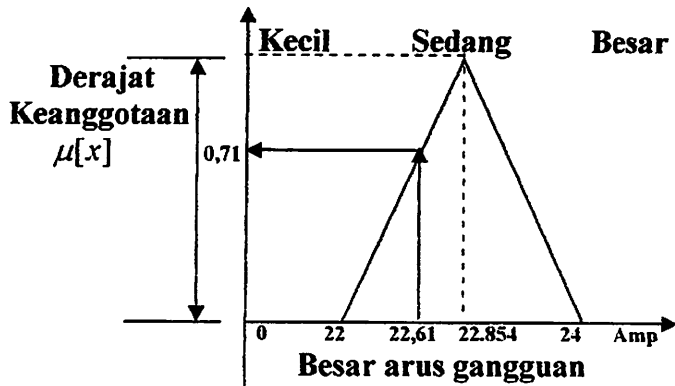
Fungsi keanggotaan :

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

Fungsi Keanggotaan untuk himpunan Kecil, Sedang, Besar pada variabel gangguan seperti pada gambar 2 berikut ini :

**Contoh1 Derajat Keanggotaan untuk Himpunan *fuzzy* Kecil :**

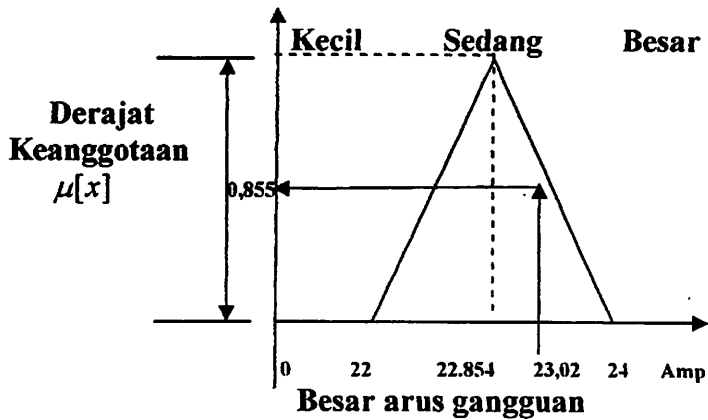
$$\mu_{Normal}[22,61] = (22,61 - 22) / (22,854 - 22) = 0,61 / 0,854 = 0,714$$



Gambar 2. Himpunan *fuzzy*, Kecil (Kurva Segitiga)

**Contoh 2 Derajat Keanggotaan untuk Himpunan *fuzzy* Besar :**

$$\mu_{Normal}[23,02] = (24 - 23,02) / (24 - 22,854) = 0,855$$

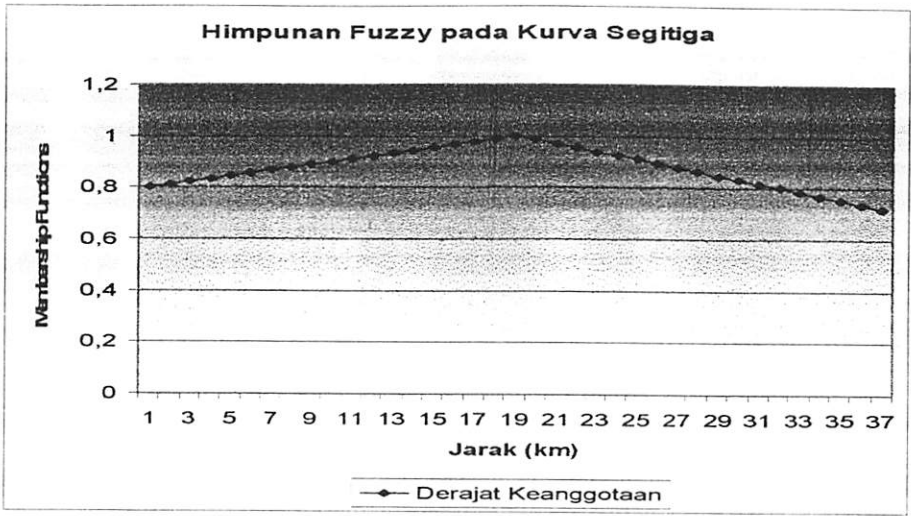


Gambar 3. Himpunan *fuzzy*, Besar (Kurva Segitiga)

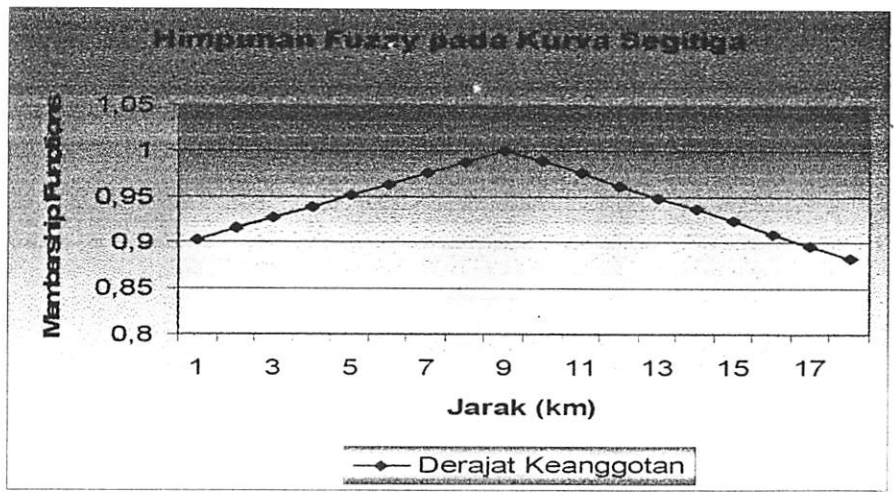
**Tabel 1. Proses Fuzzyfikasi**

<b>Jarak (km)</b>	<b>Derajat Keanggotaan P. Mawar</b>	<b>Jarak (km)</b>	<b>Derajat Keanggotaan P. Wendit</b>
1	0,801	1	0,902
2	0,812	2	0,915
3	0,823	3	0,926
4	0,833	4	0,938
5	0,845	5	0,951
6	0,855	6	0,963
7	0,866	7	0,975
8	0,877	8	0,987
9	0,888	9	1,000
10	0,899	10	0,988
11	0,910	11	0,975
12	0,921	12	0,961
13	0,933	13	0,948
14	0,943	14	0,936
15	0,955	15	0,923
16	0,882	16	0,909
17	0,977	17	0,896
18	0,989	18	0,883
19	1,000		
20	0,985		
21	0,970		
22	0,954		
23	0,939		
24	0,924		
25	0,909		
26	0,893		
27	0,877		
28	0,862		
29	0,847		
30	0,830		
31	0,815		
32	0,800		
33	0,783		
34	0,768		
35	0,752		
36	0,737		
37	0,720		

Grafik 1. Membership Function pada P. Mawar



Grafik 2. Membership Function pada P. Wendit





Gambar 1. Besar tegangan urutan sebelum terjadi gangguan pada P.Mawar

The image displays two screenshots of a MATLAB window showing voltage sequence data before a disturbance. The top window shows data for phase Va1, Va2, and Va0. The bottom window shows data for phase Va0, Va1, and Va2.

Besar tegangan urutan sebelum terjadi gangguan					
Val (V)	sud(deg)	Va2 (V)	sud(deg)	Va0 (V)	sud(deg)
11545.338	-0.013	3.039	-123.280	12.758	77.263
11543.666	-0.025	6.074	-123.366	25.503	77.176
11541.988	-0.038	9.106	-123.453	38.234	77.090
11540.305	-0.050	12.135	-123.540	50.952	77.003
11538.617	-0.063	15.160	-123.627	63.655	76.916
11536.923	-0.075	18.183	-123.713	76.345	76.830
11535.225	-0.088	21.202	-123.800	89.021	76.743
11533.521	-0.100	24.217	-123.886	101.682	76.657
11531.812	-0.112	27.229	-123.972	114.330	76.571
11530.098	-0.124	30.238	-124.058	126.964	76.484
11528.379	-0.137	33.244	-124.144	139.583	76.398
11526.655	-0.149	36.246	-124.230	152.188	76.312
11524.926	-0.161	39.244	-124.316	164.779	76.226
11523.193	-0.173	42.240	-124.402	177.355	76.141
11521.454	-0.185	45.232	-124.488	189.917	76.055
11519.711	-0.197	48.220	-124.573	202.465	75.969
11517.963	-0.210	51.205	-124.659	214.998	75.884
11516.210	-0.222	54.186	-124.744	227.516	75.799
11514.452	-0.233	57.164	-124.830	240.020	75.713
11512.690	-0.245	60.139	-124.915	252.509	75.628
11510.923	-0.257	63.110	-125.000	264.983	75.543
11509.152	-0.269	66.077	-125.085	277.443	75.458
11507.376	-0.281	69.041	-125.170	289.887	75.373
11505.596	-0.293	72.001	-125.255	302.317	75.288

11507.376	-0.281	69.041	-125.170	289.887	75.373
11505.596	-0.293	72.001	-125.255	302.317	75.288
11503.811	-0.305	74.958	-125.339	314.732	75.203
11502.022	-0.316	77.911	-125.424	327.131	75.119
11500.228	-0.328	80.860	-125.508	339.516	75.034
11498.430	-0.340	83.806	-125.593	351.885	74.950
11496.628	-0.351	86.749	-125.677	364.239	74.866
11494.821	-0.363	89.687	-125.761	376.578	74.781
11493.011	-0.374	92.622	-125.846	388.901	74.697
11491.196	-0.386	95.554	-125.930	401.210	74.613
11489.377	-0.397	98.481	-126.013	413.502	74.529
11487.554	-0.409	101.405	-126.097	425.780	74.445
11485.727	-0.420	104.326	-126.181	438.041	74.362
11483.895	-0.431	107.242	-126.265	450.287	74.278
11482.060	-0.443	110.155	-126.348	462.518	74.195

Gambar 2. Besar tegangan urutan saat terjadi gangguan pada P.Mawar

The image displays two screenshots of a MATLAB window. The top window shows a table titled "Besar tegangan urutan saat terjadi gangguan" with 20 rows of data. The bottom window shows the continuation of this table, starting from the 11th row of the top window and ending at the 30th row. Each row contains six numerical values representing voltage magnitudes and phase angles for three different sequences.

Va (V)	sud(deg)	Vb (V)	sud(deg)	Vc (V)	sud(deg)
0.000	0.000	11531.535	-120.019	11531.535	-120.019
0.000	0.000	11516.325	-120.036	11516.325	-120.036
0.000	0.000	11501.121	-120.054	11501.121	-120.054
0.000	0.000	11485.924	-120.071	11485.924	-120.071
0.000	0.000	11470.734	-120.088	11470.734	-120.088
0.000	0.000	11455.551	-120.105	11455.551	-120.105
0.000	0.000	11440.376	-120.122	11440.376	-120.122
0.000	0.000	11425.208	-120.139	11425.208	-120.139
0.000	0.000	11410.047	-120.155	11410.047	-120.155
0.000	0.000	11394.895	-120.171	11394.895	-120.171
0.000	0.000	11379.750	-120.187	11379.750	-120.187
0.000	0.000	11364.614	-120.203	11364.614	-120.203
0.000	0.000	11349.486	-120.218	11349.486	-120.218
0.000	0.000	11334.366	-120.234	11334.366	-120.234
0.000	0.000	11319.255	-120.249	11319.255	-120.249
0.000	0.000	11304.153	-120.264	11304.153	-120.264
0.000	0.000	11289.060	-120.278	11289.060	-120.278
0.000	0.000	11273.976	-120.293	11273.976	-120.293
0.000	0.000	11258.901	-120.307	11258.901	-120.307
0.000	0.000	11243.836	-120.321	11243.836	-120.321
0.000	0.000	11228.781	-120.335	11228.781	-120.335
0.000	0.000	11213.735	-120.349	11213.735	-120.349
0.000	0.000	11198.700	-120.362	11198.700	-120.362
0.000	0.000	11183.674	-120.375	11183.674	-120.375
0.000	0.000	11168.659	-120.388	11168.659	-120.388
0.000	0.000	11153.655	-120.401	11153.655	-120.401
0.000	0.000	11138.661	-120.414	11138.661	-120.414
0.000	0.000	11123.677	-120.426	11123.677	-120.426
0.000	0.000	11108.705	-120.438	11108.705	-120.438
0.000	0.000	11093.744	-120.450	11093.744	-120.450
0.000	0.000	11078.795	-120.462	11078.795	-120.462
0.000	0.000	11063.856	-120.474	11063.856	-120.474
0.000	0.000	11048.930	-120.485	11048.930	-120.485
0.000	0.000	11034.015	-120.496	11034.015	-120.496
0.000	0.000	11019.112	-120.507	11019.112	-120.507
0.000	0.000	11004.221	-120.518	11004.221	-120.518
0.000	0.000	10989.342	-120.529	10989.342	-120.529

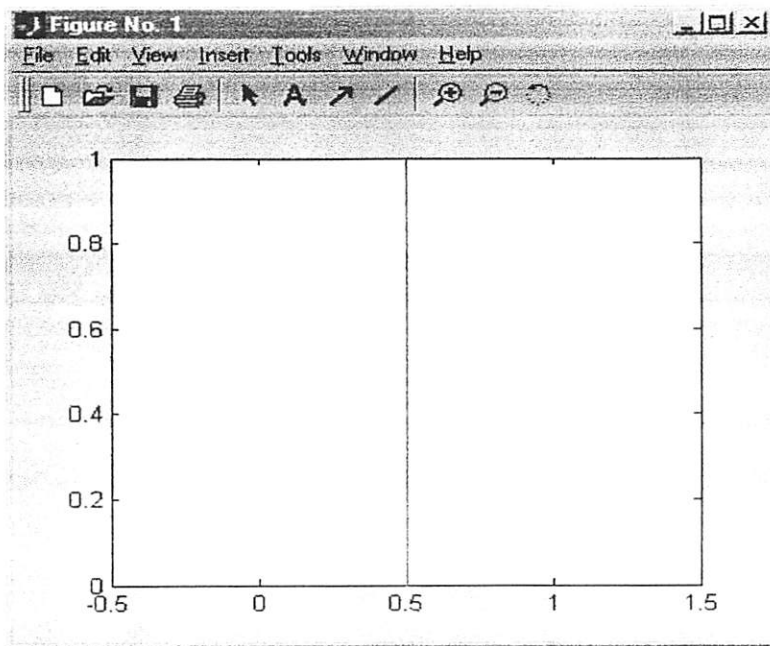
Gambar 3. Besar tegangan urutan sebelum terjadi gangguan pada P.Wendit

Val (V)	sud(deg)	Va2 (V)	sud(deg)	Va0 (V)	sud(deg)
11545.338	-0.013	3.039	-123.280	12.758	77.263
11543.666	-0.025	6.074	-123.366	25.503	77.176
11541.988	-0.038	9.106	-123.453	38.234	77.090
11540.305	-0.050	12.135	-123.540	50.952	77.003
11538.617	-0.063	15.160	-123.627	63.655	76.916
11536.923	-0.075	18.183	-123.713	76.345	76.830
11535.225	-0.088	21.202	-123.800	89.021	76.743
11533.521	-0.100	24.217	-123.886	101.682	76.657
11531.812	-0.112	27.229	-123.972	114.330	76.571
11530.096	-0.124	30.238	-124.058	126.964	76.484
11528.379	-0.137	33.244	-124.144	139.583	76.398
11526.655	-0.149	36.246	-124.230	152.188	76.312
11524.926	-0.161	39.244	-124.316	164.779	76.226
11523.193	-0.173	42.240	-124.402	177.355	76.141
11521.454	-0.185	45.232	-124.488	189.917	76.055
11519.711	-0.197	48.220	-124.573	202.465	75.969
11517.963	-0.210	51.205	-124.659	214.998	75.884
11516.210	-0.222	54.186	-124.744	227.516	75.799
11514.452	-0.233	57.164	-124.830	240.020	75.713
11512.690	-0.245	60.139	-124.915	252.509	75.628
11510.923	-0.257	63.110	-125.000	264.983	75.543
11509.152	-0.269	66.077	-125.085	277.443	75.458
11507.376	-0.281	69.041	-125.170	289.887	75.373
11505.596	-0.293	72.001	-125.255	302.317	75.288

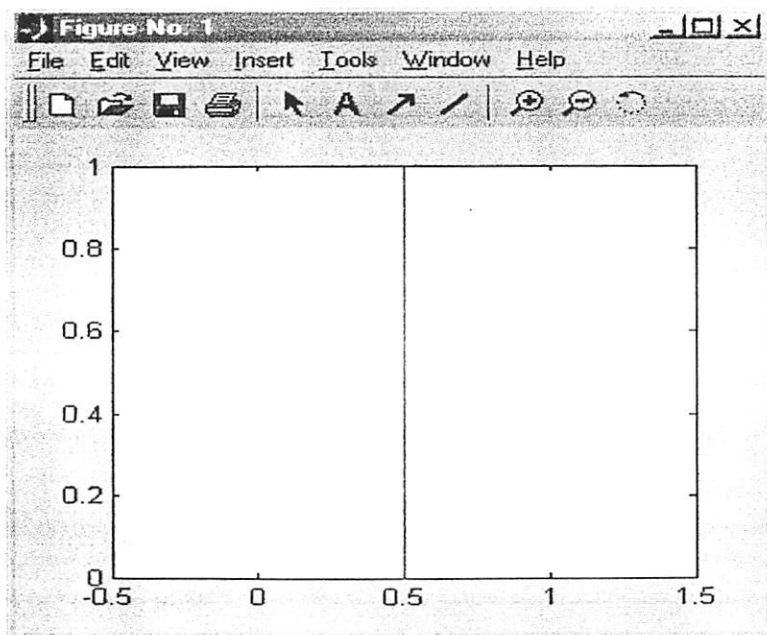
Gambar 4. Besar tegangan urutan sebelum terjadi gangguan pada P.Wendit

Va (V)	sud(deg)	Vb (V)	sud(deg)	Vc (V)	sud(deg)
0.000	0.000	11531.535	-120.019	11531.535	-120.019
0.000	0.000	11516.325	-120.036	11516.325	-120.036
0.000	0.000	11501.121	-120.054	11501.121	-120.054
0.000	0.000	11485.924	-120.071	11485.924	-120.071
0.000	0.000	11470.734	-120.088	11470.734	-120.088
0.000	0.000	11455.551	-120.105	11455.551	-120.105
0.000	0.000	11440.376	-120.122	11440.376	-120.122
0.000	0.000	11425.208	-120.139	11425.208	-120.139
0.000	0.000	11410.047	-120.155	11410.047	-120.155
0.000	0.000	11394.895	-120.171	11394.895	-120.171
0.000	0.000	11379.750	-120.187	11379.750	-120.187
0.000	0.000	11364.614	-120.203	11364.614	-120.203
0.000	0.000	11349.486	-120.218	11349.486	-120.218
0.000	0.000	11334.366	-120.234	11334.366	-120.234
0.000	0.000	11319.255	-120.249	11319.255	-120.249
0.000	0.000	11304.153	-120.264	11304.153	-120.264
0.000	0.000	11289.060	-120.278	11289.060	-120.278
0.000	0.000	11273.976	-120.293	11273.976	-120.293
0.000	0.000	11258.901	-120.307	11258.901	-120.307

### Hasil Defuzzifikasi pada P. Mawar



### Hasil Defuzzifikasi pada P. Wendit



#### 4. Inferensi

Mekanisme *inferensi* merupakan proses perkombinasian atau penerapan aturan-aturan dasar ( *rule* ) yang dipakai untuk menentukan lokasi gangguan yang terjadi dengan kaedah atur *operasi max-prod Fuzzy –Mamdani*.

#### 5. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi menggunakan Metode Center of Area ( metode titik pusat ), didasarkan pada persamaan :

$$z = \frac{\int z\mu(z)dz}{\int \mu(z)dz} \text{ atau } z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

```

%Program Penentuan lokasi gangguan

clc
disp('MENCARI JENIS GANGGUAN ');
disp('INPUT ARUS GANGGUAN');
%Ibase=input('Masukkan Nilai Arus Dasar = ');
Ibase=866.025;
%Ibase=21400;
IRf=input('Masukkan Nilai IRf = ');
ISf=input('Masukkan Nilai ISf = ');
ITf=input('Masukkan Nilai ITf = ');
ILf=input('Masukkan Nilai ILF = ');
a=complex(-0.5,0.866);
a2=complex(-0.5,-0.866);
%Hitung Arus Komponen Simetris
IRf1=complex(IRf*cos(0),IRf*sin(0));
ISf1=complex(ISf*cos(2*pi/3),ISf*sin(2*pi/3));
ITf1=complex(ITf*cos(4*pi/3),ITf*sin(4*pi/3));
ILf1=complex(ILf,0);
%Ubah ke besaran pu
IRfb=IRf1/Ibase;
ISfb=ISf1/Ibase;
ITfb=ITf1/Ibase;
ILfb=ILf1/Ibase;
%Hitung Komponen Simetris Arus Gangguan
If0=1/3*(IRfb+ISfb+ITfb);
If1=1/3*(IRfb+ISfb*a+ITfb*a2);
If2=1/3*(IRfb+ISfb*a2+ITfb*a);
%Hitung nilai Absolut Komponen Simetris Arus Gangguan
Iz=abs(If0);
Ip=abs(If1);
In=abs(If2);
Ix=abs(ILfb);
NP=In/Ip;
ZP=Iz/Ip;
if Ix==0
    PC=0;
else
    PC=Ip/Ix;
end;
f=readfis('gangguan');
Hf=evalfis([NP ZP PC], f);
disp(['Hasil Defuzzifikasi = ' num2str(Hf)]);
kode=0;
if (Hf>=0) & (Hf<0.5)
    kode=1;
elseif (Hf==0.5)
    disp('GANGGUAN YANG TERJADI ADALAH SATU FASA KE TANAH (LG)');
    kode=2;
elseif (Hf>0.5) & (Hf<=1)
    kode=3;
end
figure(1)
xs=zeros(2,1);
ys=zeros(2,1);
xs(1)=Hf;
xs(2)=Hf;

```

```

ys(1)=0;
ys(2)=1;
plot(xs,ys);
%Penentuan lokasi gangguan
disp('Pada Penyulang Mawar');
disp('Dengan Panjang Penyulang 36,87 = 37 km');
N=37;
Jarak=zeros(N,1);
Jarak(1)=1;
Jarak(2)=2;
Jarak(3)=3;
Jarak(4)=4;
Jarak(5)=5;
Jarak(6)=6;
Jarak(7)=7;
Jarak(8)=8;
Jarak(9)=9;
Jarak(10)=10;
Jarak(11)=11;
Jarak(12)=12;
Jarak(13)=13;
Jarak(14)=14;
Jarak(15)=15;
Jarak(16)=16;
Jarak(17)=17;
Jarak(18)=18;
Jarak(19)=19;
Jarak(20)=20;
Jarak(21)=21;
Jarak(22)=22;
Jarak(23)=23;
Jarak(24)=24;
Jarak(25)=25;
Jarak(26)=26;
Jarak(27)=27;
Jarak(28)=28;
Jarak(29)=29;
Jarak(30)=30;
Jarak(31)=31;
Jarak(32)=32;
Jarak(33)=33;
Jarak(34)=34;
Jarak(35)=35;
Jarak(36)=36;
Jarak(37)=37;
a=complex(-0.5,0.866);
a2=complex(-0.5,-0.866);
Ia1=zeros(N,1);
If=zeros(N,1);
Va1=zeros(N,1);
Va2=zeros(N,1);
Va0=zeros(N,1);
Va=zeros(N,1);
Vb=zeros(N,1);
Vc=zeros(N,1);
for i=1:N
    [Ia1(i),If(i),Z1,Z2,Z0,Vf]=CariArusFault(Jarak(i));

```

```

    Va1(i)=Vf-Ia1(i)*Z1;
    Va2(i)=-Ia1(i)*Z2;
    Va0(i)=Ia1(i)*Z0;
    Va(i)=0;
    Vb(i)=a2*Va1(i)+a*Va2(i)+Va0(i);
    Vc(i)=Vb(i);
end
%PERHITUNGAN GANGGUAN PER Km
disp('');
disp('          Besar arus gangguan          ');
disp('-----');
disp('    Ia1 (A) sud(deg)    If (A)    sud(deg)    ');
disp('-----');
for i=1:N
    Sa=[abs(Ia1(i)) angle(Ia1(i))*180/pi abs(If(i))
angle(If(i))*180/pi];
    fprintf(' %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
end
disp('-----');
disp('');
disp('Besar tegangan urutan sebelum terjadi gangguan');
disp('-----');
disp('    Va1 (V)    sud(deg)    Va2 (V)    sud(deg)    Va0 (V)
sud(deg) ');
disp('-----');
disp('');
for i=1:N
    Sa=[abs(Va1(i)) angle(Va1(i))*180/pi abs(Va2(i))
angle(Va2(i))*180/pi abs(Va0(i)) angle(Va0(i))*180/pi];
    fprintf(' %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
end
disp('-----');
disp('');
disp('Besar tegangan urutan saat terjadi gangguan');
disp('-----');
disp('');
disp('    Va (V) sud(deg)    Vb (V)    sud(deg)    Vc (V)
sud(deg) ');
disp('-----');
disp('');
for i=1:N
    Sa=[abs(Va(i)) angle(Va(i))*180/pi abs(Vb(i))
angle(Vb(i))*180/pi abs(Vc(i)) angle(Vc(i))*180/pi];
    fprintf(' %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
end
disp('-----');
disp('');
disp('Penentuan lokasi gangguan dengan cara memasukan besar If ');
Arus=23.000;
disp('');
Arus=input('Masukkan Besar Arus Gangguan Penyulang Mawar Amp) =
');
Letak=CariLetak(Arus, If, Jarak);
disp(['Jarak Gangguan adalah ' num2str(Letak) ' km']);

```



%Program Penentuan lokasi gangguan

```
clc
disp('MENCARI JENIS GANGGUAN ');
disp('INPUT ARUS GANGGUAN');
%Ibase=input('Masukkan Nilai Arus Dasar = ');
Ibase=866.025;
%Ibase=21400;
IRf=input('Masukkan Nilai IRf = ');
ISf=input('Masukkan Nilai ISf = ');
ITf=input('Masukkan Nilai ITf = ');
ILf=input('Masukkan Nilai ILF = ');
a=complex(-0.5,0.866);
a2=complex(-0.5,-0.866);
%Hitung Arus Komponen Simetris
IRf1=complex(IRf*cos(0),IRf*sin(0));
ISf1=complex(ISf*cos(2*pi/3),ISf*sin(2*pi/3));
ITf1=complex(ITf*cos(4*pi/3),ITf*sin(4*pi/3));
ILf1=complex(ILf,0);
%Ubah ke besaran pu
IRfb=IRf1/Ibase;
ISfb=ISf1/Ibase;
ITfb=ITf1/Ibase;
ILfb=ILf1/Ibase;
%Hitung Komponen Simetris Arus Gangguan
If0=1/3*(IRfb+ISfb+ITfb);
If1=1/3*(IRfb+ISfb*a+ITfb*a2);
If2=1/3*(IRfb+ISfb*a2+ITfb*a);
%Hitung nilai Absolut Komponen Simetris Arus Gangguan
Iz=abs(If0);
Ip=abs(If1);
In=abs(If2);
Ix=abs(ILfb);
NP=In/Ip;
ZP=Iz/Ip;
if Ix==0
    PC=0;
else
    PC=Ip/Ix;
end;
f=readfis('gangguan');
Hf=evalfis([NP ZP PC], f);
disp(['Hasil Defuzzifikasi = ' num2str(Hf)]);
kode=0;
if (Hf>=0) & (Hf<0.5)
    kode=1;
elseif (Hf==0.5)
    disp('GANGGUAN YANG TERJADI ADALAH SATU FASA KE TANAH (LG)');
    kode=3;
elseif (Hf>0.5) & (Hf<=1)
    kode=2;
end
figure(1)
xs=zeros(2,1);
ys=zeros(2,1);
xs(1)=Hf;
```

```

xs(2)=Hf;
ys(1)=0;
ys(2)=1;
plot(xs,ys);
%Penentuan lokasi gangguan
disp('Penyulang Wendit');
disp('Dengan Panjang Penyulang 18,473 = 19 km');
N=19;
Jarak=zeros(N,1);
Jarak(1)=1;
Jarak(2)=2;
Jarak(3)=3;
Jarak(4)=4;
Jarak(5)=5;
Jarak(6)=6;
Jarak(7)=7;
Jarak(8)=8;
Jarak(9)=9;
Jarak(10)=10;
Jarak(11)=11;
Jarak(12)=12;
Jarak(13)=13;
Jarak(14)=14;
Jarak(15)=15;
Jarak(16)=16;
Jarak(17)=17;
Jarak(18)=18;
Jarak(19)=19;
Ial=zeros(N,1);
If=zeros(N,1);
Val=zeros(N,1);
Va2=zeros(N,1);
Va0=zeros(N,1);
Va=zeros(N,1);
Vb=zeros(N,1);
Vc=zeros(N,1);
for i=1:N
    [Ial(i),If(i),Z1,Z2,Z0,Vf]=CariArusFault(Jarak(i));
    Val(i)=Vf-Ial(i)*Z1;
    Va2(i)=-Ial(i)*Z2;
    Va0(i)=Ial(i)*Z0;
    Va(i)=0;
    Vb(i)=a2*Val(i)+a*Va2(i)+Va0(i);
    Vc(i)=Vb(i);
end
%Penentuan label sagital diagram
disp('');
disp('          Besar arus gangguan          ');
disp('-----');
disp('    Ial (A)  sud(deg)  If (A)  sud(deg) ');
disp('-----');
for i=1:N
    Sa=[abs(Ial(i)) angle(Ial(i))*180/pi abs(If(i))
angle(If(i))*180/pi];
    fprintf(' %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
end

```

```

disp('-----');
disp(' ');
disp('Besar tegangan urutan sebelum terjadi gangguan');
disp('-----');
disp(' ');
disp(' Val (V)      sud(deg)  Va2 (V)  sud(deg)    Va0
(V) sud(deg)');
disp('-----');
disp(' ');
for i=1:N
    Sa=[abs(Val(i)) angle(Val(i))*180/pi abs(Va2(i))
angle(Va2(i))*180/pi abs(Va0(i)) angle(Va0(i))*180/pi];
    fprintf(' %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa');
end
disp('-----');
disp(' ');
disp(' ');
disp('Besar tegangan urutan saat terjadi gangguan');
disp('-----');
disp('--');
disp('      Va (V) sud(deg)  Vb (V)      sud(deg)  Vc (V)
sud(deg)');
disp('-----');
disp('--');
for i=1:N
    Sa=[abs(Va(i)) angle(Va(i))*180/pi abs(Vb(i))
angle(Vb(i))*180/pi abs(Vc(i)) angle(Vc(i))*180/pi];
    fprintf(' %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa');
end
disp('-----');
disp('--');
disp('Penentuan lokasi gangguan dengan cara memasukan besar If ');
Arus=23.000;
Arus=input('Masukkan besar arus gangguan pada penyulang wendit
(Amp) = ');
Letak=CariLetak(Arus,If,Jarak);
disp(['Jarak Gangguan adalah ' num2str(Letak) ' km']);
disp(' ');

```

```

function [Ia1,If,Z1,Z2,Z0,Vf]=HitungArusFault(length)
Zt=0+0.0121i;
Vs=20000;
Vf=Vs/sqrt(3);
Z1p=0.2162+0.3305i;
Z0p=0.3631+1.6180i;
Zn=500;
Z1=Z1p*length;
Z2=Z1;
Z0=Z0p*length;
Z1a=Z1+Zt;
Z2a=Z1a;
Z0a=Z0+Zt+3*Zn;
Ia1=Vf/(Z1a+Z2a+Z0a);
If=3*Ia1;

```

```

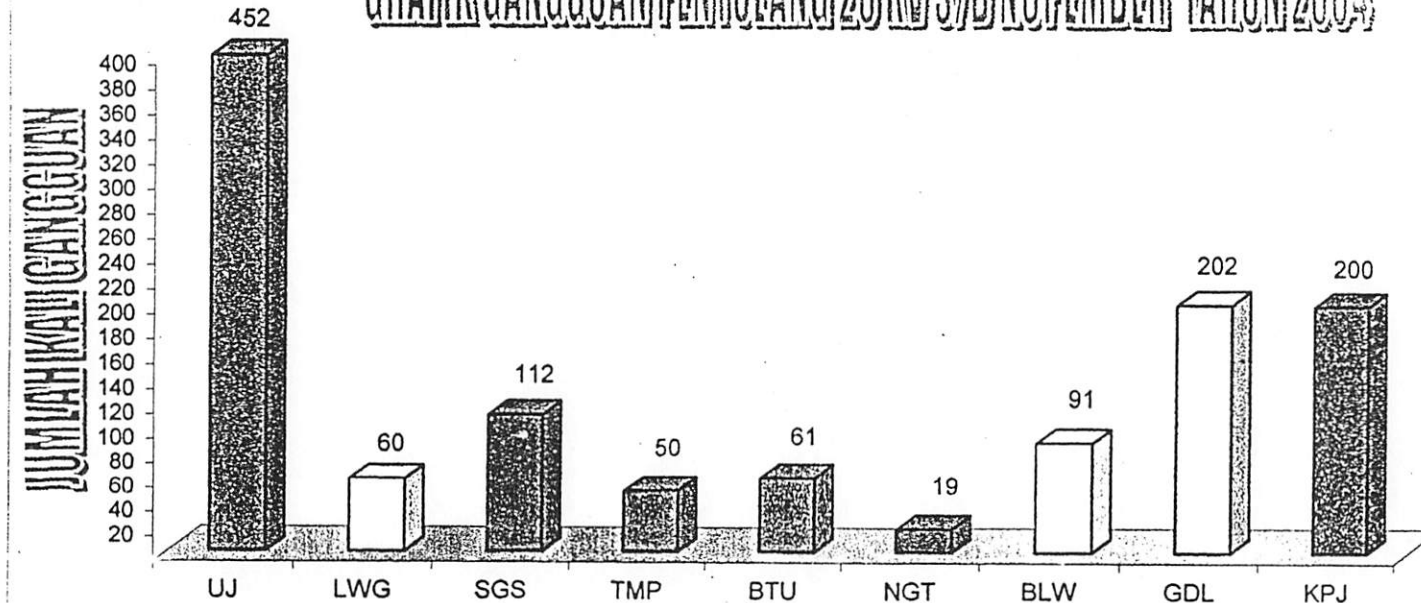
function [jarak]=CariLetak(Arus,Data,mJarak)
N=length(Data);
for i=1:N
    absArus=abs(Data(i));
    if Arus>absArus
        jarakMin=mJarak(i-1);
        jarakMax=mJarak(i);
        break;
    end
end
jarak=jarakMin+(jarakMax-jarakMin)/2;

```

# REKAP GANGGUAN PENYULANG 20 KV PER UJ & UPJ s/d NOPEMBER 2004

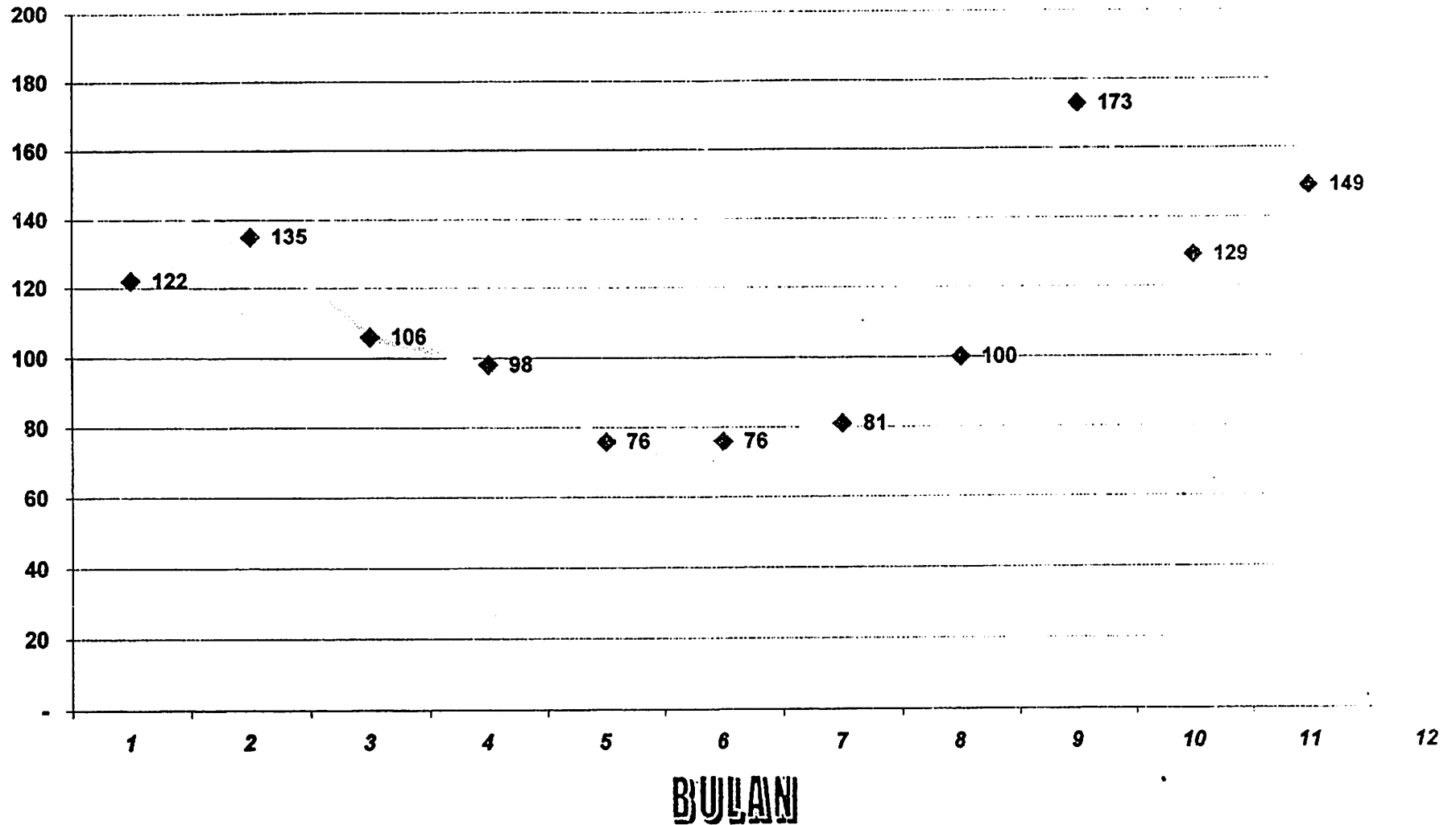
NO.	UJ & UPJ	JUMLAH PENYULANG	BULAN												KUM
			JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	
1	UJ MALANG	22	38	47	32	30	23	38,5	29,5	43	68,5	48	54		452
2	LAWANG	7	6	4	9	3,5	3	3,5	0,5	1,5	8,5	15	5		60
3	SINGOSARI	4	6	9	10	6	8,5	5,5	15	8	15,5	13,5	15		112
4	TUMPANG	2	4	3	6	7	3,5	2	4	6	5,5	5,5	3,5		50
5	BATU	5	6	12	5	2,5	0	2,5	3	4,5	4	9	12,5		61
6	NGANTANG	2	6	3	1	1	0	1	0	0	4	1	2		19
7	BULULAWANG	1	5	12	10	5,5	10,5	4	6,5	5	8	9	15		91
8	GONDANGLEGI	10	27	23	17	22,5	10,5	9	9,5	15	31	15	22		202
9	KEPANJEN	9	24	22	16	20	17	10	13	17	28	13	20		200
	JUMLAH	62	122	135	106	98	76	76	81	100	173	129	149		1.245

GRAFIK GANGGUAN PENYULANG 20 KV S/D NOPEMBER TAHUN 2004

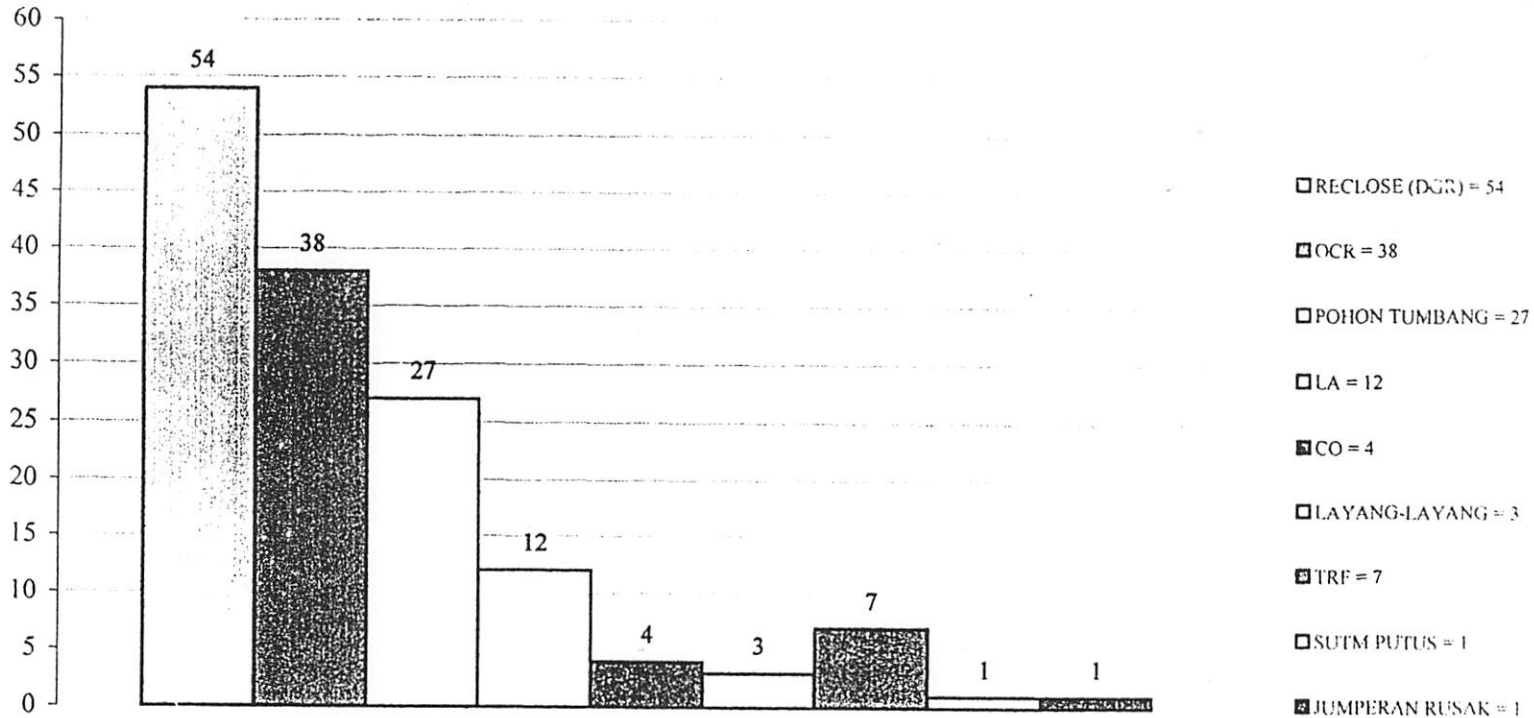


# GRAFIK MONITORING GANGGUAN PENYULANG 20 KV TAHUN 2004

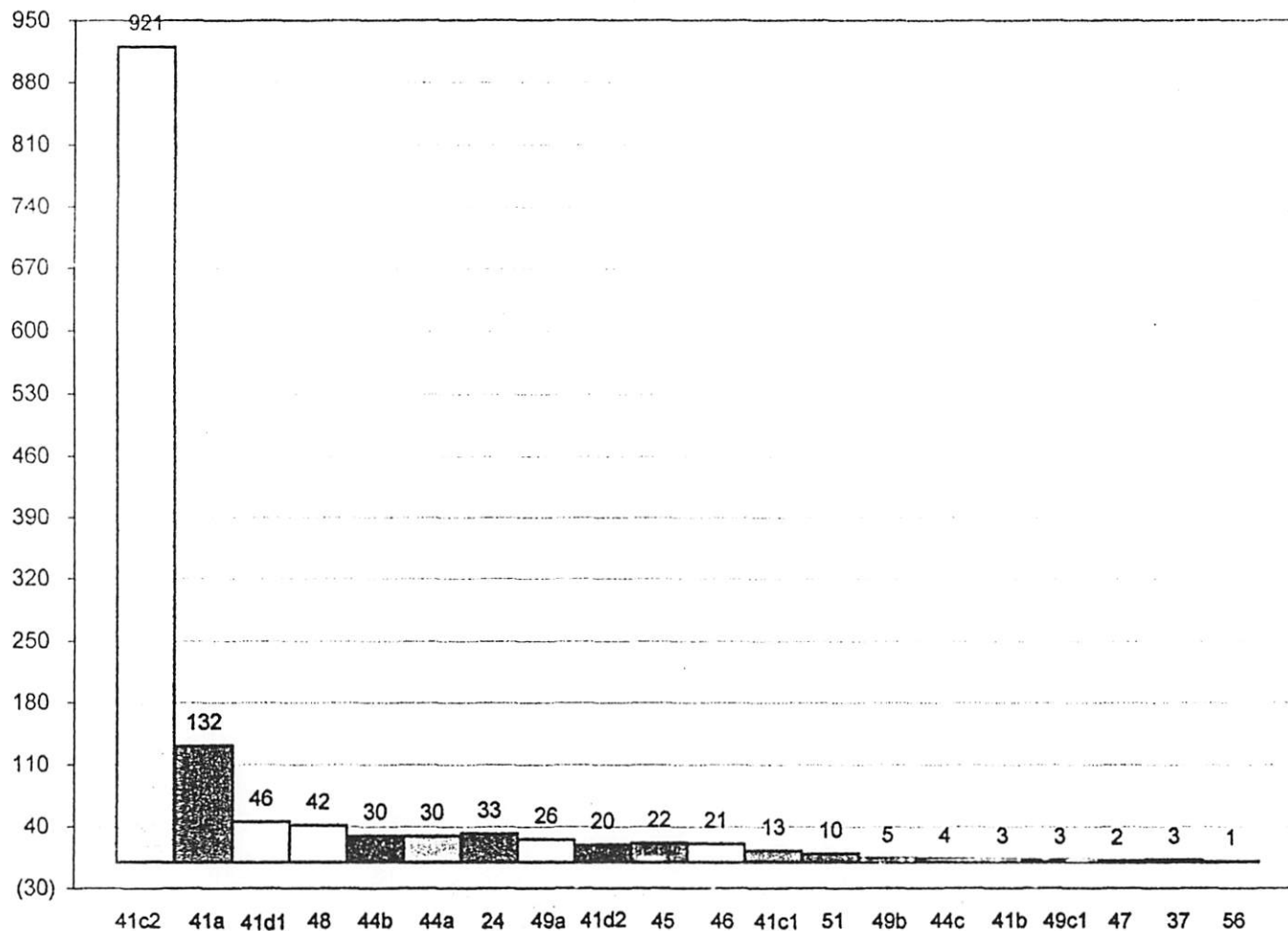
JUMLAH KALI GANGGUAN



## DATA DETAIL PENYEBAB GANGGUAN NOPEMBER 2004



# REKAP PENYEBAB GANGGUAN PENYULANG 20 KV



- 24 : Trafo Rusak
- 37 : Tiang SUTM roboh
- 41a : Karena pohon / dahan
- 41b : Karena binatang datang ganggu
- 41c1 : Gangg. Sementara karena ...  
pelebur
- 41c2 : Gangg. Sementara karena ...
- 41d1 : Karena layang-layang
- 41d2 : Karena umbul2 / pita kasur
- 44a : SUTM putus
- 44b : Jumperan SUTM rusak
- 44c : SUTM lepas dari isolator
- 45 : Isolator rusak
- 46 : Cut Out rusak
- 47 : Pole Switch rusak
- 48 : Lightning Arester rusak
- 49a : Ground Wire putus
- 49b : SUTM lengket
- 49c1 : Bersamaan memasukkan AVS LTR
- 51 : Karena gangguan kabel
- 56 : Synthetic tripping



**LAPORAN GANGGUAN PENYULANG**  
**BULAN : NOPEMBER 2004**

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAERAH GANGGUAN	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	JAM TERJADI			LAMA PADAM	INDIKATOR RELAY KERJA	PENYEBAB GANGGUAN
					REC (WIB)	TRIP (WIB)	NRM (WIB)			
1	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	01 - 11 - 2004	2:04		2:05	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
2	Polehan	Kedungkandang	UJ. Malang	01 - 11 - 2004	7:08		7:09	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
3	Karangates	Kalipare	Kepanjen	01 - 11 - 2004	17:46		17:47	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
4	Karangates	Kalipare	Kepanjen	02 - 11 - 2004	7:56		7:57	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
5	Blimbing	Glitung	UJ. Malang	02 - 11 - 2004	10:35		10:36	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
6	Blimbing	Mojolangu	UJ. Malang	02 - 11 - 2004		12:04	12:06	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
7	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	02 - 11 - 2004	13:46		13:47	0:01	OCR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
8	Kebonagung	Pakisaji	Kepanjen	03 - 11 - 2004	13:46		13:47	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
9	Turen	Bantur	Gondanglegi	03 - 11 - 2004	15:43		15:44	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
10	Polehan	Jodipan	UJ. Malang	03 - 11 - 2004	22:17		22:18	0:01	DGR	Trafo rusak di T. 274 Jl. Raya Dieng
11	Karangates	Sumberpucung	Kepanjen	04 - 11 - 2004	9:07		9:08	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
12	Sengkaling	Pujon	Batu	04 - 11 - 2004	20:16		20:17	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
13	Sengguruh	Pagak	Kepanjen	05 - 11 - 2004		19:45	20:27	0:42	DGR	CO phasa R terbakar di T. 180 Ds. Sumbermanjing Kulon
14	Turen	Dampit	Gondanglegi	05 - 11 - 2004	23:22		23:23	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
15	Sengkaling	Karangploso	Singosari	06 - 11 - 2004	14:04		14:05	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
16	Sengkaling	Pujon	Batu	06 - 11 - 2004	14:14		14:15	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
17	Blimbing	Singosari	UJ / SGS	06 - 11 - 2004		14:15	14:16	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
18	Sengkaling	Selekta	BTU / SGS	06 - 11 - 2004	14:17		14:18	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
19	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	06 - 11 - 2004		14:18	14:56	0:38	OCR	SUTM tertimpa bambu di T. 380 C4 D2 Perum. Besari Indah
20	Polehan	Bunul	UJ. Malang	06 - 11 - 2004		14:21	14:22	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
21	Blimbing	Asahan	UJ. Malang	06 - 11 - 2004		14:21	14:25	0:04	DGR	Arester phasa S pecah di T. 924 Jl. Sunandar Priyo Sudarmo
22	Blimbing	Wendit	UJ. Malang	06 - 11 - 2004		15:30	15:31	0:01	OCR	CO Jurusan PBI Phasa T rusak
23	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	06 - 11 - 2004	16:01		16:02	0:01	OCR	SUTM tertimpa pelepah daun kelapa di sebelah SMP Wachid Hasyim
24	Blimbing	Mojolangu	UJ. Malang	06 - 11 - 2004		22:55	0:48	1:53	DGR	Trafo rusak di PDAM Jl. Sudimoro
25	Sengguruh	Pagak	Kepanjen	07 - 11 - 2004		0:11	0:13	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
26	Sengguruh	Pagak	Kepanjen	07 - 11 - 2004		0:50	0:52	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
27	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	07 - 11 - 2004	14:05		14:06	0:01	DGR	SUTM tertimpa layang-layang di T. 134 C8 Ds. Kendalpayak
28	Blimbing	Asahan	UJ. Malang	07 - 11 - 2004	17:55		17:56	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
29	Blimbing	Mojolangu	UJ. Malang	07 - 11 - 2004		19:10	19:12	0:02	DGR	SUTM tertimpa ranting pohon di Perum. Griya Shanta depan IPM
30	Turen	Sumbermanjing	Gondanglegi	08 - 11 - 2004	3:09		3:10	0:01	DGR	Ground Wire putus di T. 70 D3 A5 Ds. Sumbermanjing Wetan

**LAPORAN GANGGUAN PENYULANG**  
**BULAN : NOPEMBER 2004**

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAERAH GANGGUAN	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	JAM TERJADI			LAMA PADAM	INDIKATOR RELAY KERJA	PENYEBAB GANGGUAN
					REC ( WIB )	TRIP ( WIB )	NRM ( WIB )			
34	Kebonagung	Pakisaji	Kepanjen	08 - 11 - 2004	14:14		14:15	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
35	Sengguruh	Pagak	Kepanjen	08 - 11 - 2004	22:13		22:14	0:01	DGR	Arester phasa R rusak di T. 359 Nglipyep
36	Lawang	Sidcbangun	Lawang	09 - 11 - 2004		12:23	13:31	1:08	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Tidak diketemukan)
37	Lawang	Sumberwuni	Lawang	09 - 11 - 2004		13:32	13:49	0:17	DGR	All Bending Wire isolator phasa R di T. 41 Jl. Insp. Polisi Suwoto
38	Sengkaling	Batu	Batu	09 - 11 - 2004		14:05	14:52	0:47	OCR	SUTM tertimpa bambu di T. 209 B1 C5 Ds. Kajang Mojorejo
39	Sengkaling	Pujon	Batu	09 - 11 - 2004	14:08		14:09	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
40	Kebonagung	Sitirejo	UJ. Malang	09 - 11 - 2004		14:17	15:00	0:43	OCR	SUTM tertimpa bambu di Ds. Ngreco
41	Blimbing	Glitung	UJ. Malang	09 - 11 - 2004	14:18		14:19	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
42	Kebonagung	Pakisaji	Kepanjen	10 - 11 - 2004		14:09	14:12	0:03	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
43	Blimbing	Wendit	UJ. Malang	10 - 11 - 2004		14:36	15:01	0:25	DGR	CO jurusan Araya putus 2 x 40 A
44	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	11 - 11 - 2004	13:53		13:54	0:01	DGR	SUTM tertimpa spanduk di T. 04 Desa Watudakon
45	Turen	Bokor	Gondanglegi	11 - 11 - 2004		14:08	14:37	0:29	OCR	SUTM tertimpa ranting kayu di T. 210 C7 Ds. Pagedangan Turen
46	Selorejo	Sidodadi	Ngantang	11 - 11 - 2004		14:29	15:09	0:40	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Tidak Diketemukan)
47	Pakis	Banjarejo	UJ / TMP	11 - 11 - 2004	14:44		14:45	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
48	Pakis	Banjarejo	UJ / TMP	11 - 11 - 2004	14:46		14:47	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
49	Blimbing	Singosari	Singosari	11 - 11 - 2004		15:22	15:23	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Dicoba Masuk Baik)
50	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	11 - 11 - 2004	15:49		15:50	0:01	OCR	SUTM tertimpa ranting pohon di T. 87 C2 POM Bensin Bululawang
51	Kebonagung	Pakisaji	Kepanjen	11 - 11 - 2004		16:21	16:23	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
52	Blimbing	Singosari	Singosari	11 - 11 - 2004		16:21	16:44	0:23	DGR	SUTM tertimpa pohon tumbang di T. 141 D2 A2 Ds. Banjararum
53	Lawang	Nongkojajar	Lawang	11 - 11 - 2004	17:48		17:49	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
54	Pakis	Asrikaton	Tumpang	12 - 11 - 2004		21:09	22:22	1:13	DGR	Isolator phasa T rusak di T. 5 D 10 Ds. Kemantren
55	Sengkaling	Junrejo	Batu	12 - 11 - 2004	23:25		23:26	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
56	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	12 - 11 - 2004	23:47		23:48	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
57	Turen	Dampit	Gondanglegi	14 - 11 - 2004	6:08		6:09	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
58	Kebonagung	Gadang	UJ. Malang	14 - 11 - 2004	18:16		18:17	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
59	Kebonagung	Janti	UJ. Malang	15 - 11 - 2004		2:58	3:34	0:36	DGR	SUTM terkena umbul-umbul phasa R di T. 160 A2 Jl. Halmahera
60	Lawang	Bedali	SGS / LWG	15 - 11 - 2004		14:27	14:28	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
61	Pakis	Banjarejo	UJ / TMP	15 - 11 - 2004	14:34		14:35	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
62	Blimbing	Pandanwangi	UJ. Malang	16 - 11 - 2004	11:46		11:47	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
63	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	17 - 11 - 2004	13:40		13:41	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)

LAPORAN GANGGUAN PENYULANG  
BULAN : NOPEMBER 2004

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAERAH GANGGUAN	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	JAM TERJADI			LAMA PADAM	INDIKATOR RELAY KERJA	PENYEBAB GANGGUAN
					REC ( WIB )	TRIP ( WIB )	NRM ( WIB )			
67	Sengkaling	Karangploso	Singosari	17 - 11 - 2004	15:18		15:19	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
68	Sengkaling	Batu	Batu	18 - 11 - 2004		14:30	14:32	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
69	Sengkaling	Batu	Batu	18 - 11 - 2004		14:34	15:10	0:36	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Tidak Diketemukan)
70	Sengkaling	Selekta	Singosari	19 - 11 - 2004		14:33	15:51	1:18	OCR	Tiang SUTM roboh tertimpa pohon di T. 60 D8 Ds. Mbocek
71	Sengkaling	Karangploso	Singosari	19 - 11 - 2004	15:00		15:01	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
72	Sengkaling	Karangploso	Singosari	19 - 11 - 2004		15:13	15:54	0:41	OCR	SUTM tertimpa pohon di T. 31 Ds. Ngijo
73	Blimbing	Mojolangu	UJ. Malang	19 - 11 - 2004		15:21	15:25	0:04	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Dicoba Masuk Baik)
74	Selorejo	Ngantang	Ngantang	19 - 11 - 2004		15:34	15:35	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Dicoba Masuk Baik)
75	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	19 - 11 - 2004		15:34	15:35	0:01	OCR	CO putus fase S di T. 643 karena blengkeci di Jl. Mertojoyo
76	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	19 - 11 - 2004		15:39	16:15	0:36	OCR	SUTM tertimpa pohon bambu di T. 874 B2 Perum. Muara Sarana Indah
77	Blimbing	Singosari	Singosari	19 - 11 - 2004		15:42	16:45	1:03	OCR	SUTM tertimpa dahan pohon di T. 124 D7 Ds. Klampok
78	Blimbing	Glintung	UJ. Malang	19 - 11 - 2004		15:42	15:45	0:03	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
79	Lawang	Bedali	SGS / LWG	20 - 11 - 2004		1:31	1:40	0:09	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
80	Blimbing	Bentoel	Singosari	20 - 11 - 2004		1:31	2:44	1:13	OCR	Arester fase S pecah di Outgoing P. Bentoel
81	Sengkaling	Karangploso	Singosari	20 - 11 - 2004		1:34	10:49	9:15	DGR	Arester fase S rusak di Outgoing P. Karangploso
82	Polehan	Bunul	UJ. Malang	20 - 11 - 2004		9:55	10:14	0:19	OCR	SUTM tertimpa pohon bambu di T. 184 B5 C6 Jl. Tuntang
83	Turen	Bakalan	Gondanglegi	21 - 11 - 2004		2:25	2:50	0:25	DGR	SUTM tertimpa layang-layang di T. 63 D2 Ds. Talangsuko
84	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	21 - 11 - 2004	2:49		2:50	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
85	Turen	Bantur	Gondanglegi	21 - 11 - 2004	8:09		8:10	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
86	Pakis	Sekarpuro	UJ. Malang	21 - 11 - 2004	12:26		12:27	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
87	Karangkates	Sumberpucung	Kepanjen	21 - 11 - 2004	12:49		12:50	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
88	Kebonagung	Bumiayu	UJ / BLLW	21 - 11 - 2004	12:56		12:57	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
89	Kebonagung	Klayatan	UJ. Malang	21 - 11 - 2004		12:57	12:58	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
90	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	21 - 11 - 2004	13:46		13:47	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
91	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	21 - 11 - 2004	13:56		13:57	0:01	OCR	SUTM putus fase S tertimpa pohon di T. 10 A 11 Jl. Diponegoro
92	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	21 - 11 - 2004	14:49		14:50	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
93	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	21 - 11 - 2004		15:22	15:46	0:24	DGR	SUTM tertimpa pohon bambu di T. 117 B4 Ds. Panjer
94	Blimbing	Mawar	UJ. Malang	21 - 11 - 2004	15:46		15:47	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
95	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	21 - 11 - 2004	16:23		16:24	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
96	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	21 - 11 - 2004		16:25	17:26	1:01	DGR	SUTM tertimpa blarak kelapa di T. 299 D5 C1 Ds. Areng-Areng
97	Pakis	Banjarejo	Tumpang	21 - 11 - 2004		18:14	18:50	0:36	DGR	Jumperan TM 5 fase S putus di T. 43 D2 Ds. Banjarsari

LAPORAN GANGGUAN PENYULANG  
BULAN : NOPEMBER 2004

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAERAH GANGGUAN	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	JAM TERJADI			LAMA PADAM	INDIKATOR RELAY KERJA	PENYEBAB GANGGUAN
					REC (WIB)	TRIP (WIB)	NRM (WIB)			
100	Karangates	Kalipare	Kepénjen	23 - 11 - 2004	5:48		5:49	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
101	Kebonagung	Janti	UJ. Malang	23 - 11 - 2004	10:40		10:41	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
102	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	23 - 11 - 2004		14:21	14:23	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
103	Turen	Bakalan	Gondanglegi	23 - 11 - 2004		14:29	14:42	0:13	OCR	Trafo rusak di T. 64 Ds. Talangsuko
104	Karangates	Olak-Alen	Kepénjen	23 - 11 - 2004		14:50	15:28	0:38	DGR	SUTM tertimpa pohon di T. 191 C5 D2 C12 Ds. Ngrendeng
105	Turen	Bakalan	Gondanglegi	23 - 11 - 2004	15:20		15:21	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
106	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	23 - 11 - 2004	22:47		22:48	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
107	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	23 - 11 - 2004		23:06	23:29	0:23	DGR	SUTM tertimpa bambu di T. 159 D2 C5 Ds. Sumbergempol
108	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	23 - 11 - 2004		23:37	23:40	0:03	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Belum Diketahui)
109	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	24 - 11 - 2004		0:51	1:01	0:10	DGR	SUTM tertimpa pelepah kelapa di T. 7 B16 Ds. Ganjar
110	Blimbing	Glantung	UJ. Malang	24 - 11 - 2004		15:28	15:40	0:12	OCR	SUTM tertimpa dahan pohon di depan Amsterdam Resto Pah. Trip
111	Sengguruh	Pagak	Kepénjen	24 - 11 - 2004	18:08		18:09	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
112	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	25 - 11 - 2004	11:06		11:07	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
113	Turen	Bokor	Gondanglegi	25 - 11 - 2004		12:18	12:20	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
114	Kebonagung	Kolonel Sugiono	Bululawang	25 - 11 - 2004		14:12	14:14	0:02	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Dicoba Masuk Baik)
115	Kebonagung	Bumiayu	UJ / BLLW	26 - 11 - 2004	0:48		0:49	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
116	Kebonagung	Bumiayu	UJ / BLLW	26 - 11 - 2004	8:10		8:11	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
117	Kebonagung	Bumiayu	UJ / BLLW	26 - 11 - 2004	10:24		10:25	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
118	Kebonagung	Karangduren	Kepénjen	26 - 11 - 2004	10:35		10:36	0:01	DGR	SUTM tertimpa pohon di T. 94 C2 B1 C2 Ds. Permannu
119	Blimbing	Asahan	UJ. Malang	27 - 11 - 2004	2:44		2:45	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
120	Blimbing	Asahan	UJ. Malang	27 - 11 - 2004		11:24	11:37	0:13	DGR	Ground Wire putus di T. 3 C2 Ruko Dr. Cipto
121	Turen	Bokor	Gondanglegi	27 - 11 - 2004		13:13	13:15	0:02	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
122	Turen	Gondanglegi	Gondanglegi	27 - 11 - 2004		14:22	14:26	0:04	OCR	Arester rusak di T. 77 phasa T di Ds. Kademangan
123	Sengkaling	Wastra Indah	Batu	27 - 11 - 2004		14:46	15:20	0:34	OCR	SUTM tertimpa pohon di dekat Amsterdam Resto Jl. Diponegoro
124	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	28 - 11 - 2004	9:47		9:48	0:01	DGR	Trafo rusak di T. 299 Ds. Dadaprejo
125	Sengguruh	Pagak	Kepénjen	28 - 11 - 2004	10:10		10:11	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
126	Kebonagung	Sitrejo	UJ. Malang	28 - 11 - 2004		12:22	12:52	0:30	OCR	SUTM tertimpa pohon bambu di Ds. Pandanlandung
127	Kebonagung	Klayatan	UJ. Malang	28 - 11 - 2004		12:55	13:32	0:37	OCR	SUTM tertimpa pohon bambu di Ds. Pandanlandung
128	Sengkaling	Wastra Indah	Batu	28 - 11 - 2004		14:03	14:24	0:21	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
129	Sengkaling	Junrejo	Batu	28 - 11 - 2004	15:53		15:54	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
130	Turen	Bokor	Gondanglegi	28 - 11 - 2004	19:47		19:48	0:01	DGR	Trafo rusak di T. 95 Ds. Pagedangan Turen

**LAPORAN GANGGUAN PENYULANG**  
**BULAN : NOPEMBER 2004**

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAERAH GANGGUAN	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	JAM TERJADI			LAMA PADAM	INDIKATOR RELAY KERJA	PENYEBAB GANGGUAN
					REC ( WIB )	TRIP ( WIB )	NRM ( WIB )			
133	Sengkaling	Batu	Batu	29 - 11 - 2004		13:43	14:30	0:47	OCR	SUTM tertimpa dahan pohon di T. 56 D12 Ds. Mojorejo
134	Kebonagung	Bumiayu	UJ / BLLW	29 - 11 - 2004	14:19		14:20	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
135	Sengkaling	Karangploso	Singosari	29 - 11 - 2004	14:20		14:21	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
136	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	29 - 11 - 2004	14:38		14:39	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
137	Blimbing	Glantung	UJ. Malang	29 - 11 - 2004		14:39	15:09	0:30	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Tidak Diketemukan)
138	Sengkaling	Karangploso	Singosari	29 - 11 - 2004	14:42		14:43	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
139	Kebonagung	Sitirejo	UJ. Malang	29 - 11 - 2004		14:58	15:01	0:03	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Dicoba Masuk Baik)
140	Kebonagung	Bumiayu	UJ / BLLW	29 - 11 - 2004	15:03		15:04	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
141	Sengkaling	Junrejo	Batu	29 - 11 - 2004	15:22		15:23	0:01	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Reclose Baik)
142	Lawang	Sumberwuni	Lawang	29 - 11 - 2004		16:40	16:43	0:03	OCR	Gangguan Hubung Singkat (Tidak Diketemukan)
143	Blimbing	Glantung	UJ. Malang	29 - 11 - 2004		18:47	18:51	0:04	OCR	Trafo rusak di T. 85 Jl. Simpang Ijen Malang
144	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	29 - 11 - 2004	19:14		19:15	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
145	Sengkaling	Dinoyo	UJ. Malang	29 - 11 - 2004		19:26	20:19	0:53	OCR	SUTM tertimpa bambu di Villa Sengkaling
146	Blimbing	Glantung	UJ. Malang	30 - 11 - 2004	9:34		9:35	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
147	Polehan	Jodipan	UJ. Malang	30 - 11 - 2004		12:47	13:35	0:48	DGR	Trafo rusak di T. 76 Jl. Wiromargo Malang
148	Blimbing	Glantung	UJ. Malang	30 - 11 - 2004	17:29		17:30	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)
149	Blimbing	Wendit	UJ. Malang	30 - 11 - 2004	22:07		22:08	0:01	DGR	Gangguan Hubung Tanah (Reclose Baik)

## REKAP GANGGUAN PENYULANG 20 KV TAHUN 2004

NO.	GARDU INDUK TRAFO / PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		BULAN / JUMLAH GANGGUAN												KUM	WILAYAH KERJA
			SKTM	SUTM	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUS	SEPT	OKT	NOP	DES		
I.	<b>GI. KEBON AGUNG</b>																	
	Trafo IV / 60 MVA	150 / 20 KV																
1	P. KLAYATAN	20	373	12.456	1	1	-	1	4	1	-	6	4	-	2			KBA
2	P. GADANG	20	261	8.944	1	1	-	-	2	2	-	5	2	-	1			KBA
3	P. PAKISAJI	20	322	105.328	1	2	5	2	2	2	-	4	5	2	4			KPJ
4	P. WAGIR	20	144	1.281	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-			KPJ
5	P. JANTI	20	555	14.460	2	1	-	4	-	4	1	4	2	1	3			KOT/KBA
6	P. BUMIAYU	20	650	28.145	1	6	-	1	1	2	1	6	7	8	6			KBA
	Trafo V / 30 MVA	150 / 20 KV																
7	P. KOL. SUGIONO	20	651	86.351	4	4	8	3	6	4	4	3	8	8	12			KBA
8	P. KARANG DUREN	20	308	60.695	3	1	3	2	4	1	-	1	2	-	1			BLW/KPJ
9	P. SITIREJO	20	1.061	58.002	4	9	2	3	1	1	2	2	11	3	3			KBA
10	P. KENDIMASINDO	20	584	7.997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			KBA
	SUB JUMLAH I		4.909	383.659	18	25	18	15	23	17	8	27	41	17	15			
II.	<b>GI. BLIMBING</b>																	
	Trafo I / 20 MVA	70 / 20 KV																
11	P. MOJOLANGU	20	103	22.008	-	-	4	-	2	2	1	2	6	4	5			DNY
12	P. SINGOSARI	20	902	77.026	1	3	6	4	6	2	8	4	6	10	4			SGS / DNY / BLM
13	P. PANDANWANGI	20	251	11.304	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1			BLB
14	P. TELKOM	20	410	260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			BLB
	Trafo II / 30 MVA	70 / 20 KV																
15	P. MAWAR	20	838	36.870	1	1	-	2	-	2	1	1	4	6	1			BLB/KOT
16	P. ASAHAN	20	915	28.819	7	-	-	5	2	1	2	-	5	4	4			BLB/KOT
17	P. WENDIT	20	472	18.473	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3			BLB
18	P. GLINTUNG	20	311	25.580	1	1	2	2	2	3	4	-	1	2	10			DNY/BLB/KOT
	Trafo III / 10 MVA	70 / 20 KV																
19	P. BENTOEL	20	241	7.396	-	2	1	-	-	-	-	-	2	2	1			SGS
	SUB JUMLAH II		4.443	227.736	10	7	14	13	12	10	17	7	25	31	29			
III.	<b>GI. POLEHAN</b>																	
	Trafo I / 30 MVA	70 / 20 KV																
20	P. PATIMURA	20	357	11.717	-	1	1	-	2	1	1	-	1	-	-			KOT
21	P. SAWOJAJAR	20	120	5.236	1	2	2	1	-	3	-	-	1	-	-			BLB
22	P. AGUS SALIM	20	496	5.356	3	-	-	-	-	2	-	2	1	2	-			KOT
23	P. JODIPAN	20	1.853	22.409	4	4	2	-	1	-	4	1	2	-	2			DNY/KOT
	Trafo II / 20 MVA	70 / 20 KV																
24	P. BUNUL	20	115	21.709	3	9	4	-	1	3	2	-	5	2	2			KOT / BLB
25	P. KD. KANDANG	20	801	16.451	-	1	1	-	-	3	-	3	5	2	1			BLB



## REKAP GANGGUAN PENYULANG 20 KV TAHUN 2004

NO.	GARDU INDUK TRAFO / PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		BULAN / JUMLAH GANGGUAN												KUM	WILAYAH KERJA	
			SKTM	SUTM	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUS	SEPT	OKT	NOP	DES			
IV. 27	GI. GAMPINGAN Trafo I / 20MVA P. AYUWANGI	70 / 20 KV 20	-	-			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			KPJ
	SUB JUMLAH IV		-	-			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
V. 28 29 30 31	GI. PAKIS Trafo I / 30 MVA P. BANJAREJO P. ASRIKATON P. A.R. SALEH P. SEKARPURO	150 / 20 KV 20 20 20 20	62 62 45 112	136.692 52.742 16.285 4.866	3 1 6 -	5 -	6 2 -	14 -	1 3 1 -	- 1 2 -	6 -	2 4 1 -	1 5 -	3 3 1 -	4 1 -			TMP / BLM TMP BLB BLB	
	SUB JUMLAH V		281	212.585	10	8	9	14	5	3	7	9	7	7	6				
VI. 32 33 31 32 33 34 35	GI. SENGKALING Trafo III / 30 MVA P. JUNREJO P. PUJON P. WASTRA INDAH P. KARANG PLOSO Trafo IV / 30 MVA P. BATU P. DINOYO P. SELECTA	150 / 20 KV 20 20 20 20 150 / 20 KV 20 20 20	619 379 446 626 430 842 912	20.060 64.218 8.362 35.055 28.443 30.021 76.041	2 1 1 2 -	4 5 -	4 2 -	- 1 2 2	- -	- 1 2 3	- -	- 2 -	2 -	1 1 2 6	2 3 2 8			BTU BTU BTU SGS BTU DNY/BTU BTU/SGS	
	SUB JUMLAH VI		4.254	262.200	10	16	16	8	4	9	13	13	15	13	32				
VII. 36 37 38 39 40 41 42 43	GI. LAWANG Trafo II / 30 MVA P. BEDALI P. NONGKOJAJAR P. SUMBER WUNI P. PATAL P. NEW MINATEX P. MOLINDO P. SIDGBANGUN P. POLAMAN	150 / 20 KV 20 20 20 20 20 20 20 20	959 894 154 175 441 864 923 170	37.080 29.277 17.599 112 353 2.425 9.065 4.829	6 2 -	4 2 1	3 4 2	1 -	3 1	3 2	1 -	1 -	6 2 -	4 3 7	2 1 -			LWG/SGS LWG LWG P. Khusus / LWG P. Khusus / LWG LWG P. Khusus/LWG/SGS P. Khusus / LWG	
	SUB JUMLAH VII		4.580	100.740	9	8	11	4	4	5	1	2	12	15	5				
VIII. 44 45	GI. KARANG KATES Trafo I / 10 MVA P. KALIPARE P. OLAK ALEN	70 / 20 KV 20 20	164 239	118.457 67.561	1 4	1 1	1 -	1 1	3 -	4 -	9 -	1 -	7 -	4 -	3 -			KPJ	

## REKAP GANGGUAN PENYULANG 20 KV TAHUN 2004

NO.	GARDU INDUK TRAFO / PENYULANG	TEG	PANJANG PENYULANG		BULAN / JUMLAH GANGGUAN												KUM	WILAYAH KERJA
			SKTM	SUTM	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUS	SEPT	OKT	NOP	DES		
IX.	GI. TUREN Trafo I / 30 MVA	70 / 20 KV																
47	P. BOKOR	20	55	77.755	6	13	6	6	3	3	2	7	8	1	5			
48	P. DAMPIT	20	105	276.736	1	5	3	1	2	-	2	-	1	1	2			GDL / BLW / TMP
49	P. BAKALAN	20	85	77.141	1	-	-	1	4	-	3	4	4	2	3			GDL
50	P. SMBR MANJING	20	200	186.392	9	12	5	14	2	2	-	3	9	1	1			GDL / BLW
51	P. BANTUR	20	165	118.331	-	-	-	3	2	2	1	-	1	2	2			GDL
52	P. PINDAD II	20	115	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	-	-			P. Khusus / GDL
53	P. PABMURIG (transisi)	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			P. Khusus / GDL
54	P. TIRTOYUDO Trafo II / 10 MVA	70 / 20 KV	155	88.640	10	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-			GDL
55	P. GONDANG LEGI	20	115	-	1	-	3	1	-	2	4	2	6	9	9			GDL
56	P. PINDAD I	20	-	9.471	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			GDL
	SUB JUMLAH IX		995	834.466	28	32	19	26	15	9	12	17	39	15	22			P. Khusus / GDL
X.	GI. SENGURUH Trafo I / 30 MVA	70 / 20 KV																
57	P. KEPANJEN	20	127	22.625	4	-	3	1	-	-	1	1	-	-	-			KPJ
58	P. PAGAK	20	124	98.100	4	12	2	9	4	1	1	2	9	4	8			KPJ
59	P. PROYEK	20	163	307	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1			P. Khusus / KPJ
	SUB JUMLAH X		414	121.032	8	13	5	10	4	1	2	3	9	4	9			
XI.	GI. SELOREJO Trafo I / 6 MVA	70 / 20 KV																
60	P. NGANTANG	20	80	39.704	3	1	-	-	-	1	-	-	3	1	1			NGT
61	P. SIDODADI	20	60	15.836	3	2	1	1	-	-	-	-	1	-	1			NGT / Pemak. Proyek
	SUB JUMLAH XI		140	55.540	6	3	1	1	-	1	-	-	4	1	2			
<b>TOTAL</b>			<b>24.060</b>	<b>2.538.614</b>	<b>122</b>	<b>135</b>	<b>106</b>	<b>98</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>81</b>	<b>100</b>	<b>173</b>	<b>129</b>	<b>149</b>	<b>0</b>	<b>1245</b>	





## LAPORAN GANGGUAN PENYULANG PADA GI 20 KV DI BLIMBING

Bulan : September 2004

NO	SUPLAI TRAFO	PENYULANG	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id ( A )	Arus Fasa R Ir ( A )	Arus Fasa S Is ( A )	Arus Fasa T It ( A )	Arus Fasa N In ( A )
1	PASTI	MAWAR	12 SEP 01	13.55	866,025	32	0	0	32
2	PASTI	WENDIT	13 SEP 01	10.08	866,025	86	0	67	11
3	UNINDO	MOJOLANGU	18 SEP 01	14.16	577,350	41	0	0	41
4	UNINDO	MOJOLANGU	18 SEP 01	16.01	577,350	0	14	23	0
5	PASTI	GLINTUNG	24 SEP 01	13.07	866,025	79	54	0	28

Prog/wayang/dewo/gang01-09.wk4.

Malang, 01 Oktober 2004



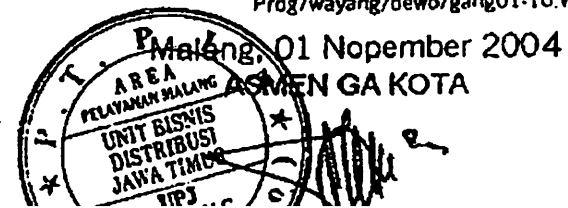


## LAPORAN GANGGUAN PENYULANG PADA GI 20 KV DI BLIMBING

Bulan : Oktober 2004

NO	SUPLAI TRAFO	PENYULANG	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id ( A )	Arus Fasa R Ir ( A )	Arus Fasa S Is ( A )	Arus Fasa T It ( A )	Arus Fasa N In ( A )
1	PASTI	ASAHAN	2 OKT 04	17.14	866,025	11	0	0	17
2	PASTI	ASAHAN	3 OKT 04	08.46	866,025	16	0	0	23
3	PASTI	ASAHAN	3 OKT 04	08.51	866,025	88	0	76	11
4	PASTI	SAWOJAJAR	7 OKT 04	16.07	866,025	72	38	0	56
5	PASTI	MAWAR	26 OKT 04	08.18	866,025	27	16	0	12
6	PASTI	MAWAR	31 OKT 04	10.13	866,025	0	0	88	88
7	PASTI	WENDIT	26 OKT 04	19.10	866,025	0	32	29	0
8	PASTI	WENDIT	26 OKT 04	20.26	866,025	87	0	72	11
9	PASTI	WENDIT	26 OKT 04	21.35	866,025	23	0	0	32
10	PASTI	WENDIT	27 OKT 04	09.30	866,025	85	43	0	10
11	PASTI	WENDIT	29 OKT 04	12.40	866,025	87	54	0	11
12	PASTI	WENDIT	29 OKT 04	16.00	866,025	85	0	62	10
13	PASTI	WENDIT	29 OKT 04	16.20	866,025	46	35	0	0

Prog/wayang/dewo/gang01-10.WKA





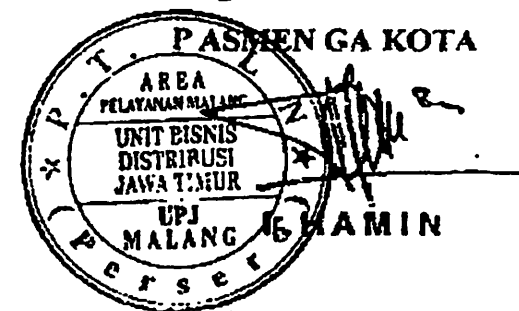
## LAPORAN GANGGUAN PENYULANG PADA GI 20 KV DI BLIMBING

Bulan : Nopember 2004

NO	SUPLAI TRAFO	PENYULANG	TANGGAL TERJADI GANGGUAN	TRIP	Arus Dasar Id (A)	Arus Fasa R Ir (A)	Arus Fasa S Is (A)	Arus Fasa T It (A)	Arus Fasa N In (A)
1	PASTI	MAWAR	1 NOP 04	13.24	866,025	91	0	0	91
2	PASTI	MAWAR	15 NOP 04	17.06	866,025	87	87	0	0

Prog/wayang/dewo/gang01-11 wk4

Malang, 04 Desember 2004





Pada panel kontrol Trafo 150/20 kV terdapat peralatan sebagai berikut :

**PERALATAN :**

***KV meter***

***KV0 meter***

***Amper meter***

***MW meter***

***MVAR meter***

***Selektor Switch Amper  
meter***

***Selektor Switch Volt meter***

***Annunciator atau papan  
indikasi pada Trafo 1  
150/20kV***

**FUNGSI :**

Untuk mengukur besaran tegangan phasa-  
phasa dan phasa-netral.

Untuk mengukur besaran tegangan urutan  
nol/Open Delta akibat ketidak simetrisan  
komponen tegangan 3 phasa.

Untuk mengukur besaran Arus phasa RST.

Untuk mengukur besaran daya aktif.

Untuk mengukur besaran daya reaktif.

Selector switch untuk pengukuran Arus phasa  
R, S dan T.

Selector switch untuk pengukuran Tegangan  
phasa R-S, S-T, T-R, R-N, S-N, T-N.

- Diff Prot /T87 (Differential relay trip).
- Over Curr. Prot/TP51 (OCR Trip sisi Primer ).
- Over Curr. Prot/TS51 (OCR Trip sisi Sekunder).
- Over Current G. Prot/NS51GT (OCR trip sisi netral trafo).
- Over Voltage G. Prot/F64V (Relay Over Voltage).
- 20 kV Bus Abnormal Volt F 84.
- Primary CB Trip Coil Sup. (74)



- TRF. Final Trip
- TRF. Final Alarm
- Primary CB Trouble/P52F.
- Secondary CB Trouble/S52F.
- Control Source under voltage/LR27.
- F64 $\phi$ .

***Tombol Stop Alarm***

Untuk mematikan Sirene/Alarm yaitu dengan cara menekan tombol tersebut

***Tombol Reset  
Annunciator***

Untuk mereset Annunciator yaitu dengan cara menekan tombol tersebut

***Tombol Lamp Test***

Untuk mengetahui lampu indikasi apakah masih menyala atau tidak yaitu dengan cara menekan tombol tersebut

***Tombol Reset Ground Volt  
meter***

Untuk mereset kV0 yaitu dengan cara menekan tombol tersebut.

***Tombol Lamp Check***

Untuk mengetahui lampu indikasi apakah masih menyala atau tidak yaitu dengan cara menekan tombol tersebut.

***Switch Lokal / Remote  
(LR150)***

Lokal berarti pembukaan dan penutupan PMT dilakukan (otoritas) oleh Operator Sedangkan Remote berarti pembukaan dan penutupan PMT dilakukan (otoritas) oleh Dispatcher Region-4 melalui SCADA.

***Switch Volt meter***

Untuk mengetahui besaran tegangan antara fasa-fasa dan antara fasa-tanah, yaitu



dengan memutar switch tersebut pada posisi yang dikehendaki.

*KWH meter*

Untuk mengetahui kWH tersalur pada trafo.

*Test Plug CT*

Fasilitas untuk pengujian Amper meter sisi 20kV dan 150kV.

*Test Plug PT*

Fasilitas untuk pengujian Volt meter sisi 20 kV dan 150 kV.

**Langkah-langkah untuk mematikan alarm dan mereset lampu indikasi pada panel kontrol Trafo :**

- Tekan tombol stop alarm pada control panel trafo lalu periksa relay yang bekerja di panel proteksi trafo yang terganggu, catat indikasi yang bekerja kemudian tekan tombol reset annunciator pada control panel trafo .

**T/R Bay 150 kV GI. Lawang terdiri dari :**

- ❖ T/R Bay Trafo 1 150/20 kV – 30 MVA "HYUNDAY"

**Catatan :**

Switch 43PD hanya digunakan untuk relay No Voltage sedangkan untuk yang lain tidak berfungsi karena sudah menggunakan Auto PD, maka apabila dilakukan pemindahan Bus dari Bus A ke Bus B maka harus diperhatikan keep relay pada panel kontrol Auto PD apakah posisi keep relay yang bekerja sudah sesuai dengan PMS yang bekerja atau belum.



## 3.1.1.c. Penjelasan Indikasi dan fungsinya

No	Nama Indikasi	Keterangan
1	"R", "S", "T" Phasa Trip (21Z).	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "R", "S", "T" Phasa Trip, maka pada Bay tersebut ada relay distance (44S) yang bekerja, dan Relay harus diperiksa phasa apa yang bekerja. Relay 44S ini merupakan Main protection untuk relay penghantar.
2	Zone 2 & 3 TM Delay Trip.	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "Zone 2 & 3 TM Delay Trip", maka pada Bay tersebut Trip oleh distance relay pada Zone 2 atau 3 dengan penundaan waktu.
3	Aided Trip	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "Aided Trip", maka pada Bay tersebut Trip oleh distance relay pada Zone 2 tanpa penundaan waktu.
4	PSB	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "Power Swing Block", maka pada Bay tersebut ada ayunan daya.
5	Back Up Protec.	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "Back Up Protec, maka pada Bay tersebut Trip oleh relay OCR sebagai Back Up dari relay Distance.
6	Trip Coil Sup. ( 741 ) & ( 742 )	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "Trip Coil Sup", maka pada Bay tersebut PMT tidak siap untuk Trip, periksa sumber DC dan Coil PMT.
7	A/R In Progress.	Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya A/R In Progress, maka pada bay tersebut ada relay Recloser yang bekerja dan segera periksa relay lain di panel relay (44S). Relay Recloser ini dapat di block dengan memposisikan switch On/Off recloser pada posisi Off.



- 8 **A/R Lock Out.** Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya A/R Lock Out, maka pada bay terjadi reclose gagal dan PMT akan tetap terbuka / final trip.
- 9 **RTN** Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "RTN", maka Bay Trip oleh relay tegangan nol dan terjadi Black Out pada Sistem, segera catat indikasi-indikasi yang muncul dan Switch RTN pada Relay panel posisikan Off.
- Relay RTN ini akan mengetriapkan T/L Bay :
- T/L bay Kebonagung II
  - T/L bay Bangil
  - T/L bay Bulukandang
- 10 **VT Trouble.** Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya VT trouble, maka pada bay source tegangan PT fasa RSTN ada salah satu tegangan untuk relay 44S Quadramho yang tidak siap (pada Test Plug 1Y pada relay 44S Quadramho).
- 11 **CB Pole discrep. (47T)** Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "CB Pole Discrep", maka pada bay tersebut Trip akibat ketidak serempakan PMT.
- 12 **CB Trouble** Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "CB Trouble", maka pada bay tersebut terjadi gangguan pada PMT, segera periksa kondisi PMT.
- 13 **Carrier Trouble** Jika pada panel kontrol ada alarm dan indikasinya "Carrier Trouble", maka pada bay tersebut terjadi gangguan carrier dengan arah lawan.





- 14 T87 (Differential trip) Untuk Trafo** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya T87 maka pada bay trafo tersebut ada relay 87 (Differential Relay) yang bekerja, dan harus diperiksa relay 87 phase apa yang bekerja. Relay ini akan bekerja bila terjadi gangguan hubung singkat phasa-phaasa / terjadi ketidak seimbangan arus yang masuk pada sisi primer dan arus yang keluar pada sisi sekunder trafo.
- 15 TP51 (Over Current Primer)** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya TP51 maka pada bay trafo tersebut ada relay 51 sisi primer (Over Current Relay) yang bekerja, dan harus diperiksa relay P51 phase apa yang bekerja. Relay ini akan bekerja bila terjadi gangguan hubung singkat phasa-phaasa pada sisi primer trafo.
- 16 TS51 (Over Current Sekunder)** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya TS51 maka pada bay trafo tersebut ada relay 51 sisi sekunder (Over Current Relay) yang bekerja, dan harus diperiksa relay S51 phase apa yang bekerja. Relay ini akan bekerja bila terjadi gangguan hubung singkat phasa-phaasa pada sisi sekunder trafo.
- 17 NP51GT (OverCurrent Netral Primer)** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya NP51GT maka pada bay trafo tersebut ada relay 51 sisi netral primer (Netral Primer Over Current Relay) yang bekerja, dan harus diperiksa relay NP51 yang bekerja. Relay ini akan bekerja bila terjadi gangguan hubung singkat phasa-tanah pada sisi Primer trafo atau ketidak seimbangan arus antar phasa sehingga arus urutan nol akan timbul.



- 18 **NS51 GT  
(OverCurrent  
Netral Sekunder)** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya NS51GT maka pada bay trafo tersebut ada relay 51 sisi netral sekunder (Netral sekunder Over Current Relay) yang bekerja, dan harus diperiksa relay NS51 yang bekerja. Relay ini akan bekerja bila terjadi gangguan hubung singkat phasa-tanah pada sisi sekunder trafo atau ketidak seimbangan arus antar phasa sehingga arus urutan nol akan timbul.
- 19 **20KV  
BusAbnormal  
F84,(Under  
Voltage relay).  
LR 27.** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya 27/F84 maka pada bay trafo tersebut ada relay under voltage yang bekerja, Relay ini bekerja apabila tegangan pada bus 20 kV yang dirasakan oleh PT bus 20 kV lebih rendah dari setting relay 27/F84U.
- 20 **Over Voltage G.  
Prot. F64V / 64Φ.** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya F64V/64Φ maka pada bay trafo tersebut ada relay Over Voltage Ground Relay yang bekerja, Relay ini bekerja apabila terjadi gangguan fasa ketanah pada sistem 20 kV yang mengakibatkan kenaikan tegangan pada PT Open Delta..
- 21 **96T, (Bucholz trip)** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya 96T maka pada trafo ada relay bucholz yang bekerja dan akan mengetripan PMT Trafo. Relay bucholz ini bekerja apabila terjadi gelembung udara pada trafo atau gangguan hubung singkat pada belitan trafo sehingga menimbulkan gas dan akan mengerjakan kontak pada relay bucholz. Relay bucholz ini dipasang pada Main tank trafo dan pada on load tap changer trafo (Relay Junshen).

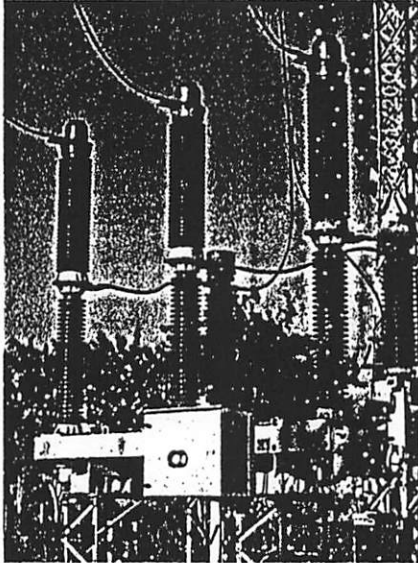


- 22 **96A, (Bucholz Alarm)** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya 96A maka pada trafo ada relay bucholz yang bekerja dan akan memberikan sinyal alarm pada kontrol panel.
- 23 **HV, LV, Oil Temperatur Indikasi Alarm.** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya "Temperatur indikasi Alarm" maka pada trafo ada relay temperatur yang bekerja dan akan memberikan sinyal alarm pada kontrol panel. Relay ini bekerja apabila suhu/temperatur trafo tinggi dan akan mengerjakan kontak pada relay temperatur. Setting relay ini untuk Oil temperatur trip alarm adalah 80 °C dan untuk winding temperatur trip alarm adalah 90 °C.
- 24 **HV, LV, Oil Temperatur Indikasi Trip.** Jika suhu/temperatur trafo tetap tinggi dan cenderung naik setelah melewati setting temperatur alarm maka relay temperatur ini akan bekerja dan mengetriapkan PMT trafo. Setting Trip untuk Oil temperatur trip adalah 90 °C dan untuk winding temperatur trip adalah 100 °C.
- 25 **Pressure Relief Trip.** Jika pada panel kontrol trafo ada alarm dan indikasinya "Pressure Relief Trip" maka pada trafo ada relay sudden pressure yang bekerja dan akan memberikan sinyal alarm pada kontrol panel dan sinyal trip yang akan mengetriapkan PMT trafo. Relay ini bekerja apabila terjadi tekanan lebih pada trafo.
- 26 **Oil Level alarm.** Jika pada trafo Oil level dari minyak trafo ini ada yang melebihi atau kurang dari batas yang ditentukan maka akan memberikan sinyal alarm pada kontrol panel dengan indikasi "Oil Level Alarm".



### 3.2. Peralatan Instalasi Switch Yard.

#### 3.2.1. PMT, PMS, CT, PT, Kompresor, Transformator, Lightning Arrester (LA), Line trap



##### 1. Pemutus tenaga (PMT)

Berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan arus/daya listrik sesuai dengan ratingnya.

Berdasarkan jenis media pemadam busur api listriknya maka di Gl. Lawang terdapat PMT dengan media :

- Gas SF6

Berdasarkan jenis penggeraknya jenis :

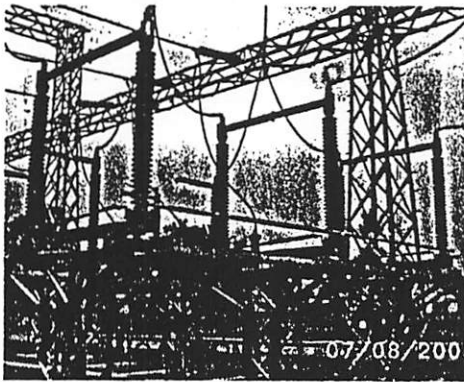
- Hydrolis

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Tekanan gas SF6
- Counter PMT
- Tekanan Hydrolis

PMT dapat dioperasikan dari :

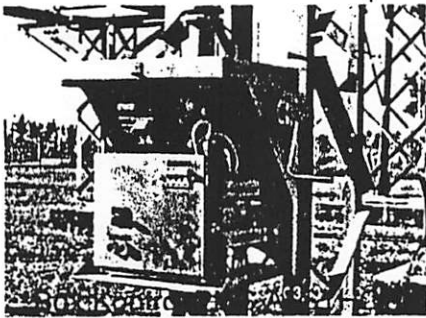
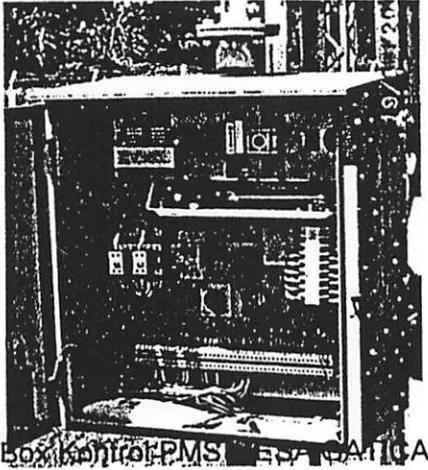
- Supervisory yaitu oleh dispatcher Region IV
- Remote yaitu dari kontrol panel
- Lokal yaitu di Box mekanik PMT nya sendiri



## 2. Pemisah (PMS)

Berfungsi sebagai alat untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas/terpisah dari tegangan kerja. Dengan kata lain untuk memisahkan bagian yang bertegangan dengan yang tidak bertegangan, oleh karena itu pemisah tidak boleh dimasukkan atau dikeluarkan dalam keadaan berbeban. Sesuai dengan penempatannya, maka jenis pemisah dapat dibedakan antara lain :

- Pemisah bus yaitu yang terpasang disisi bus.
- Pemisah line yaitu pemisah yang terpasang disisi penghantar
- Pemisah tanah yaitu pemisah yang terpasang pada peralatan untuk menghubungkan ke tanah.



Berdasarkan tenaga penggerak pemisah untuk sistem 150 kV di GI. Lawang yaitu :

- Manual diengkol atau dengan tuas
- Motor.

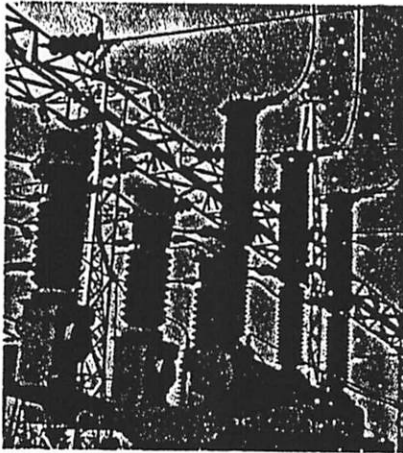
Hal-hal yang perlu diperhatikan pada PMS adalah :

- Posisi kontak (pisau PMS)
- Terminal-terminal konduktor
- Isolator

PMS Bus / Line dapat dioperasikan dari :

- Supervisory yaitu oleh dispatcher Region IV.
- Remote yaitu dari kontrol panel.
- Lokal yaitu dari Box mekanik PMS.

Sedangkan untuk PMS tanah hanya dapat dioperasikan dari lokal di PMSnya sendiri untuk konvensional.

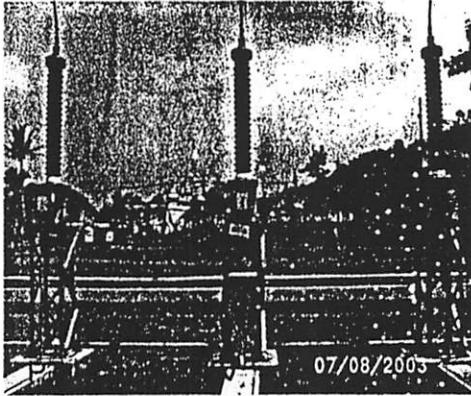


### 3. Current Transformer (CT)

Berfungsi sebagai alat untuk menurunkan besaran arus dari sisi primer ke sisi sekunder dari nilai yang besar ke nilai yang rendah dan juga untuk mengisolasi bagian yang bertegangan tinggi sehingga besaran-besaran yang diukur berada pada sisi sekunder (tegangan rendah).

Dan sebagai standarisasi untuk masukkan pada alat-alat ukur Amper meter, MW, MVAR, KWH maupun sistem proteksi.

Misalnya CT pada T/L Bay 150 kV dengan rasio 1000/5 artinya pada sisi 150 kV arus sebesar 1000 A diturunkan pada sisi sekunder menjadi 5 A.



#### 4. PT (Potential Transformer) atau Trafo Tegangan

Berfungsi sebagai alat untuk menurunkan besaran tegangan dari sisi primer ke sisi sekunder dan juga untuk mengisolasi bagian yang bertegangan tinggi sehingga besaran yang diukur berada pada sisi sekunder (tegangan rendah) dan sebagai standarisasi untuk memasukkan pada alat-alat ukur MW, MVAR, KWH, maupun sistem proteksi distance relay dan open delta untuk Directional ground relay (kode singkatan 67G).

Untuk sistem 150 kV PT terpasang pada sisi Bus 150 kV yaitu pada Bus A dan B.

Sedangkan perbandingan Transformasinya primer  $150 \text{ kV/V}^3$  sekunder  $110 \text{ V}^3$  Volt.





### 5. Lightning Arrester (LA)

LA berfungsi sebagai alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap tegangan lebih, yang disebabkan oleh petir atau surja hubung (switching surge).

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada LA adalah :

- Counter
- Terminal konduktor
- Isolator



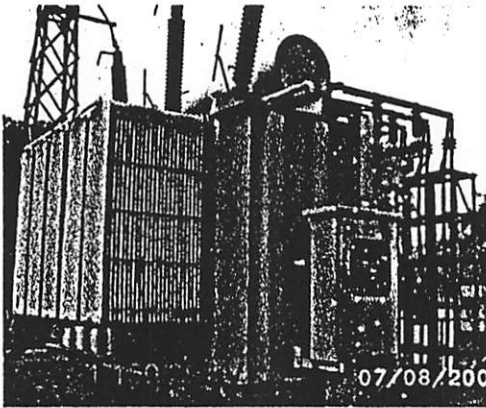
## 6. Line Trap (Wave Trap)

Line trap merupakan peralatan penting dalam komunikasi PLC fungsinya untuk mencegah arus frekuensi tinggi yang datang dari stasiun lawan atau pancaran stasiun sendiri tidak masuk ke peralatan Gardu Induk. Cara pemasangannya secara seri dengan line transmisi tegangan tinggi. Penempatan line trap dipasang diatas Capacitor Voltage Transformer (CVT).

Line trap terdiri dari 3 komponen yaitu : main coil, Arrester dan tuning unit.

Pada CVT (Capacitive Voltage Transformer) berfungsi sebagai penerus signal pembawa frekuensi tinggi ke konduktor tegangan tinggi.

Pada komponen LMU (Line Matching Unit) berfungsi sebagai penghubung peralatan PLC yang berada di ruangan dan yang di switch yard yaitu untuk menyesuaikan karakteristik impedansi saluran (konduktor) SUTT dan kabel coaxial yang terhubung ke PLC, menjaga peralatan PLC dari tegangan dan arus lebih.



## 7. Transformrer Daya / Tenaga

Trafo tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya/tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.

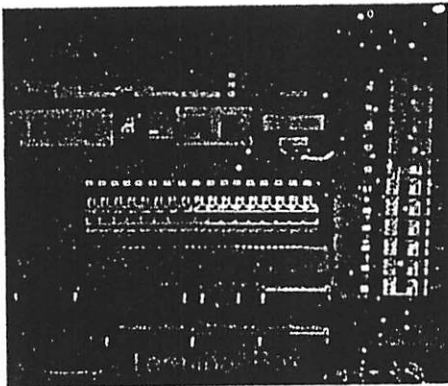
Bagian-bagian dari trafo adalah sebagai berikut :

- Main tank didalamnya terdapat inti besi, kumparan trafo, minyak trafo.
- OLTC terdapat rangkaian-rangkaian dari kumparan trafo yang dapat dipindah dari tap rendah sampai pada tap tinggi dengan menggunakan Switch diverter yang digerakkan oleh drive shaft.
- Bushing sisi tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah.
- Konservator gunanya untuk menampung pemuaiian minyak trafo.
- Alat pernafasan terdiri dari pernafasan pada tangki utama dan Tap changer
- Pipa-pipa untuk filter minyak



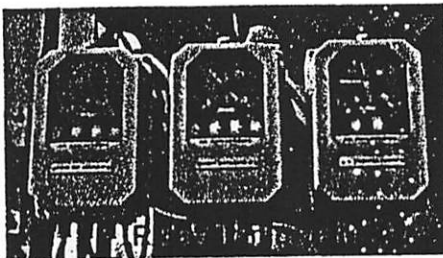
### Sistem Proteksi :

1. Relay mekanis (proteksi utama) :
  - Bucholz, Tekanan lebih, Temperatur.
2. Relay mekanis (alarm)
  - Oil level,
3. Relay elektrik (proteksi utama)
  - Differential, Restrict earth fault dll
4. Relay elektrik (proteksi backup/bantu) :
  - OCR, Ground fault, over voltage



- **Terminal Box**

Fungsinya adalah sebagai terminal untuk sistem proteksi, mekanis pada trafo dan control untuk pengaturan tap changer juga sebagai terminal supply AC dan DC. Kemudian dari terminal box tersebut ditarik ke control panel.



- **Relay Temperature**

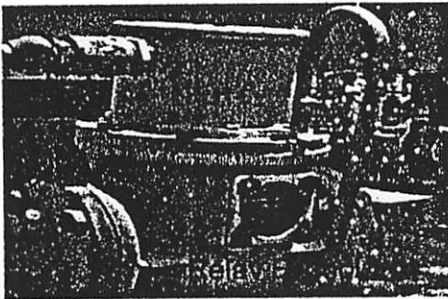
Relay ini mendeteksi kenaikan temperatur belitan sisi primer/sekunder dan minyak, biasa disebut winding temperature dan oil temperature.

Relay ini berfungsi untuk merasakan kenaikan temperatur di dalam trafo.



Misalnya bila suhu telah mencapai  $60^{\circ}\text{C}$  akan menggerakkan kipas / fan kemudian pada setting tertentu misalnya :

$80^{\circ}\text{C}$  diseting alarm sehingga bila alarm bekerja masih ada kesempatan untuk menurunkan beban dan terakhir diseting untuk trip misalnya  $90^{\circ}\text{C}$  tergantung design trafo hal ini untuk menghindari kerusakan pada trafo akibat panas yang berlebihan.

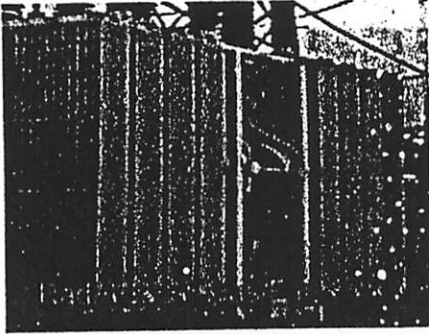


- **Relay Bucholz**

Relay bucholz dipasang pada pipa dari main tank ke konservator atau dari OLTC ke konservator tergantung design trafonya apakah dikedua pipa tersebut dipasang relay bucholz.

Relay ini gunanya untuk mengamankan trafo dari gangguan internal trafo yang menimbulkan gas dimana gas tersebut timbul akibat adanya hubung singkat didalam trafo atau akibat busur api didalam trafo.

Cara kerjanya yaitu gas yang timbul didalam trafo akan mengalir melalui pipa dan besarnya tekanan gas ini akan mengerjakan relay dalam 2 tahap yaitu : Alarm dan trip.



- **Sistem Pendingin**

Bila trafo dibebani akan timbul panas pada kumparan karena rugi-rugi pada inti besi dan kumparan. Agar suhu didalam trafo tidak berlebihan maka dibuat suatu sistem pendingin untuk menyalurkan panas trafo keluar yaitu dengan menggunakan media :

- Udara/gas
- Minyak
- Air
- Dan lain-lain

Sedangkan cara pengaliran media pendingin tersebut terdapat beberapa cara yaitu :

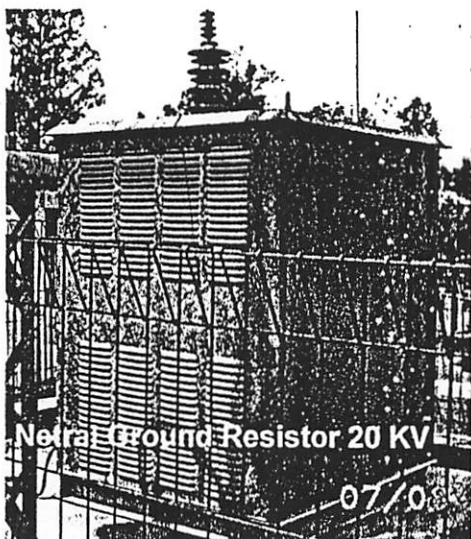
- Alamiah / natural
- Force / paksa

Cara kerja sistem pendinginan yaitu minyak didalam trafo dialirkan kepada sirip-sirip (radiator) dan apabila temperatur sudah tinggi misalnya  $60^{\circ}\text{C}$  (tergantung design trafonya) maka relay temperature akan bekerja untuk menggerakkan kipas/fan sampai beberapa kipas yang bekerja pada saat minyak tersebut mengalir pada radiator maka suhu panas minyak akan turun dan minyak tersebut kembali dialirkan kedalam tangki trafo.



- **Relay Sudden Pressure**

Relay ini terpasang pada main tank dan OLTC tergantung design trafonya fungsinya untuk mengamankan trafo apabila terjadi gangguan internal dimana gangguan ini menimbulkan tekanan yang tinggi secara tiba-tiba didalam trafo.



### 8. NGR

NGR dipasang pada sisi sekunder trafo, untuk trafo 150/20 kV NGR = 500 ohm,

Fungsinya adalah untuk menghambat atau membatasi arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada sisi sekunder trafo. Untuk Trafo 150/20 kV dengan  $R = 500$  ohm maka bila terjadi gangguan satu fasa ketanah maka arus maksimum adalah 23 A ( $20.000 : 1,73 : 500$ ).