

**ANALISIS SISTEM PENYETELAN RELAY TERHADAP PENENTUAN  
SETTING RELAY IMPEDANSI JARINGAN TRNSMISI 150 KV GARDU  
INDUK SULAWESI SELATAN**



**RACHMAT RAMADHAN**

**10582117013**

**NURKHAIDIR**

**10582117113**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
MAKASSAR**

**2017**

**ANALISIS SISTEM PENYETELAN RELAY TERHADAP PENENTUAN  
SETTING RELAY IMPEDANSI JARINGAN TRNSMISI 150 KV GARDU  
INDUK SULAWESI SELATAN**

**Skripsi**

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar sarjana

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

**RACHMAT RAMADHAN**

**NURKHAIDIR**

**10582117013**

**10582117113**

PADA

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**MAKASSAR**

**2017**



# FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISA SISTEM PENYETELAN RELAY TERHADAP  
PENENTUAN SETTING RELAY IMPEDANSI JARINGAN  
TRANSMISI 150 KV GARDU INDUK SULAWESI SELATAN**

Nama : 1. Rachmat Ramadhan  
2. Nurkhaidir

Stambuk : 1. 10582 1170 13  
2. 10582 1171 13

Makassar, 17 Oktober 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

NBM 990 410



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
PENGESAHAN

Skripsi atas nama Rachmat Ramadhan dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1170 13 dan Nurkhaidir dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1171 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 003/SK-Y/20201/091004/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 12 Oktober 2017

Panitia Ujian :

Makassar, 27 Muharram 1439 H  
17 Oktober 2017 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Umar Katu, S.T., M.T

b. Sekretaris : Rahmania, S.T., M.T

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

2. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T

3. Mutmainnah, S.T., M.T.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Rizal Ahdyat Duyo, S.T., M.T

Dekan

  
Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.  
NEM: 855 500

# **Analisis Penyetelan Rele Terhadap Penentuan Setting Rele Impedansi Jaringan Distribusi 150 KV Gardu Induk Sulawesi Selatan**

**Rachmat Ramadhan dan Nurkhaidir**

- 1) *Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro  
Universitas muhammadiyah Makassar*  
[Rama.adham@gmail.com](mailto:Rama.adham@gmail.com)
- 2) *Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro  
Universitas muhammadiyah Makassar*  
[Nurkhaidir123@gmail.com](mailto:Nurkhaidir123@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Keandalan rele impedansi atau rele jarak ini sangat baik untuk melindungi sistem yang ada karena perlindungan rele ini dibagi atas tiga tingkat/zone proteksi, yakni dari tingkat, zone proteksi I. dapat menjangkau 80-90% lokasi gangguan. Jaringan transmisi antar dua gardu induk. Pada tingkat/zone II dapat mendeteksi 20%-50% lokasi gangguan pada jaringan transmisi gardu induk berikutnya dan tingkat/zone III dapat menjangkau 50%-25% gangguan pada jaringan transmisi gardu induk berikutnya. Jadi kemungkinan akan kegagalan rele proteksi ini sangatlah kecil. Berdasarkan evaluasi perbandingan antara setting perhitungan, dengan setting PT. PLN (Persero) G.I Bakaru - G.I Tello, terdapat perbedaan-perbedaan dan keandalan relaynya diantara kedua hasil tersebut yang dapat dilihat pada grafik Setingan relay perhitungan dan setingan PLN GI Tello-GI Bakaru, Kondisi perbedaan ini disebabkan oleh tingkat kerja relay yang berbeda-beda pada tiap zone dan masih lebih bagus setingan PLN. *Kata Kunci: Penyetelan relay, selectivitas relay impedansi jaringan transmisi 150 KV*

## ABSTRACT

*The reliability of the impedance or distance releases is excellent for protecting the existing system because the protection of these releases is divided into three levels / protection zones, ie from the level, the protection zone I. can reach 80-90% of the disturbance location. The transmission network between two substations. At the zone II level it can detect 20% -50% of disturbance locations in the subsequent substations transmission network and the III level can reach 50% - 25% disturbance on subsequent transmission of substations. So the possibility of this protection release failure is very small. Based on evaluation comparison between setting calculation, with setting PT. PLN (Persero) GI Bakaru - GI Tello, there are differences and reliability of the relay between the two results that can be seen in the graph relay setting calculation and setting PLN GI Tello-GI Bakaru, This difference condition is caused by the work rate of different relay in each zone and still better PLN settings. Keywords: Relay adjustment, 150 kV transmission network impedance selectivity*



## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah :  
*“Analisa Sistem Proteksi Impedance Relay Jaringan Transmisi 150 KV Gardu Induk Bakaru - Tello”*

Penulismenyadarisepenuhnyabahwadalampenulisanskripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini sdisebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST,MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak. DR. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, Selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal ADuyo, ST, MT, selakuPembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunyatelah mendidik dan melayani penulis selama mengukiti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2013 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhirini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakatsertabangsan Negara. Amin.

Makassar, Oktober 2017

## DAFTAR ISI

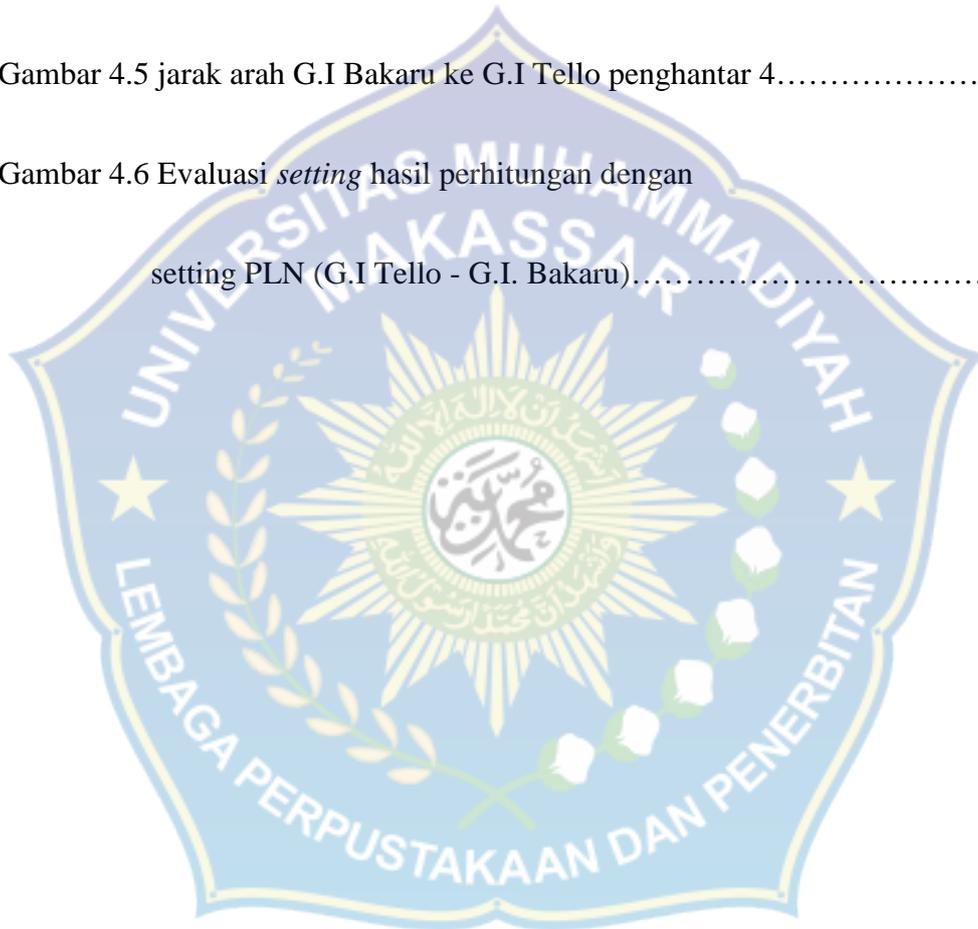
	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	I
ABSTRAK .....	I
ABSTRACT .....	II
KATA PENGANTAR .....	III
DAFTAR ISI .....	V
DAFTAR GAMBAR .....	VII
DAFTAR TABEL .....	VIII
DAFTAR LAMPIRAN .....	X
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Metode Penulisan .....	4
G. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

A. Sistem Proteksi.....	6
B. Pemberian Sifat Selektif pada Rele.....	11
C. Transduser.....	12
D. <i>Power Line Carrier</i> (PLC) .....	14
E. Kelompok Jenis Rele.....	14
F. Rele Impedansi (impedansi relay).....	17
BAB III METODOLIGI PENELITIAN .....	23
A. Waktu Dan Tempat.....	23
1. Waktu.....	23
2. Tempat.....	23
B. Metode Penelitian.....	24
BAB IV ANALISA HASIL DAN PERHITUNGAN.....	25
A. Tinjauan Sistem Proteksi Saluran Transmisi 150 KV.....	25
B. Daftar Relay dan Data Saluran Transmisi.....	25
C. Perhitungan dan <i>Setting</i> Rele Impedansi.....	27
D. Penyetelan Waktu Kerja.....	40
E. Evaluasi Sistem Proteksi pada Saluran Transmisi 150 KV .....	40
BAB V PENUTUP.....	43
A. Kesimpulan .....	43
B. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram blok system proteksi.....	7
Gambar 2.2 Jaringan tenaga untuk menggambarkan kemampuan selektivitas rele terhadap lokasi gangguan.....	9
Gambar 2.3 Diagram satu garis pada daerah proteksi utama.....	10
Gambar 2.4 Skema hubungan transformator arus pada saluran system daya.....	13
Gambar 2.5 Diagram rangkaian transformator tegangan yang dipadukan Dengan capasitor (CVT) dengan penyetelan induktansi L.....	13
Gambar 2.6 Diagram segaris yang menunjukkan prinsip kerja rele terarah.....	16
Gambar 2.7 Karakteristik rele impedansi yang menunjukkan Daerah perlindungan.....	17
Gambar 2.8 Prinsip kerja relay impedansi.....	18
Gambar 2.9 Jangkauan daerah proteksi rele impedansi.....	19
Gambar 2.10 Karakteristik waktu bertingkat rele impedansi.....	20
Gambar 2.11 Karakteristik operasi dan perlambatan waktu rele impedansi Type Distance Relay.....	21
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	23

Gambar 4.1 perhitungan dan setting rele impedansi.....	28
Gambar 4.2 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 1.....	30
Gambar 4.3 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 2.....	33
Gambar 4.4 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 3.....	35
Gambar 4.5 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 4.....	37
Gambar 4.6 Evaluasi <i>setting</i> hasil perhitungan dengan setting PLN (G.I Tello - G.I. Bakaru).....	43



## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Setting Rele Impedansi Arah G.I. Bakaru Ke G.I. Tello pada Penghantar 1 .....	39
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Setting Rele Impedansi Arah G.I. Bakaru Ke G. I. Tello pada Penghantar 2 .....	40
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Setting Rele Impedansi Arah G.I. Tello Ke G.I. Bakaru pada Penghantar 1 .....	40
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Setting Rele Impedansi Arah G.I. Tello keG.I. Bakaru pada Penghantar 2 .....	41
Tabel 4.5 Evaluasi Setting Hasil Perhitungan dengan Setting PLN .....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Daftar relay

Lampiran B. Data saluran transmisi

Lampiran C. Daftar relai jarak pada sistem kelistrikan Sulawesi-Selatan

Lampiran D. Konstanta saluran transmisi

Lampiran E. Data trafo arus dan trafo tegangan

Lampiran F. *Setting* Impedansi PLN



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kebutuhan akan tenaga listrik semakin meningkat sehingga tegangan tinggi sangat diperlukan, Adanya tegangan tinggi disebabkan karena pusat-pusat pembangkitan tenaga listrik tidak selalu berada didekat pusat beban sehingga diperlukan jaringan yang sangat panjang antara pusat pembangkit dengan pusat beban. Jarak yang jauh ini akan menyebabkan drop tegangan yang besar terjadi pada beban.

Penggunaan tenaga listrik dewasa ini menjadi salah satu hal yang sangat penting dalam masyarakat, dimana hal ini berjalan seiring dengan perkembangan dan peningkatan jumlah konsumen, Mengingat hal tersebut pada sistem kelistrikan dituntut adanya penyediaan daya yang mencukupi dan kontinyu oleh produsen sehingga dapat dinikmati oleh konsumen, Oleh karena itu suatu sistem kelistrikan harus dirancang sedemikian rupa dan dikelola dengan baik dan benar demi kelangsungan penyediaan tenaga listrik.

Terjadinya gangguan pada suatu bagian sistem jaringan tenaga listrik sering tidak dapat dihindari. Agar dapat menyelamatkan peralatan sistem dari kerusakan akibat adanya gangguan, maka dibutuhkan sistem proteksi yang andal. Gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat.

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan tenaga listrik, pemerintah membangun beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik di beberapa lokasi di Sulawesi Selatan. Bersama dengan dibangunnya Pusat Pembangkit Tenaga Listrik tersebut, dibangun pula jaringan transmisi 150 KV Sulawesi Selatan untuk menyalurkan daya yang dihasilkan.

Oleh karena transmisi yang dibangun cukup panjang, kemungkinan timbulnya gangguan juga cukup besar sehingga diperlukan adanya sistem proteksi untuk mengamankan peralatan dan jaringan yang ada. Mengingat akan pentingnya sistem proteksi tersebut, maka dianggap perlu untuk mengevaluasi sistem proteksi pada jaringan transmisi 150 KV Gardu Induk Sulawesi Selatan

## **B. Rumusan Masalah**

Agar lebih terarah ke tujuan dan judul di atas, penulis merumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis perhitungan penyetelan impedansi (*setting*) dari Relay Impedansi?
2. Bagaimana evaluasi sistem proteksi pada jaringan 150 KV yang menggunakan Relay Impedansi?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah :

1. Membahas perhitungan penyetelan impedansi (*setting*) dari relay impedansi

2. Membahas evaluasi sistem proteksi pada jaringan 150 KV yang menggunakan Relay Impedansi.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Sebagai suatu sistem perlindungan atau pengaman untuk mencegah kerusakan pada peralatan sistem tenaga listrik akibat adanya gangguan dan meningkatkan pelayanan kepada konsumen.
2. Untuk memisahkan gangguan dari sistem agar bagian sistem yang lain tidak mengalami gangguan, sehingga mutu dan kontinuitas pelayanan dapat tercapai.
3. Sebagai parameter untuk menggerakkan relay proteksi pada saat *Pick-Up* yaitu terjadi proses berubahnya kontak relay dari posisi awal (istirahat) ke posisi akhir (kerja), sedang proses *Tripping* terjadi apabila ada perintah dari relay untuk menggerakkan alat pemutus daya (CB)

#### **E. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Sistem proteksi yang terdapat pada jaringan transmisi G.I Bakaru - G.I Tello
2. Gardu Induk meliputi G.I Bakaru & G.I Tello pada penghantar I dan II

## **F. Metode Penulisan**

Dalam menulis tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa metode antara lain:

### *1. Studi pustaka / literature*

Penulis mengumpulkan dan mempelajari buku-buku serta bahan-bahan kuliah yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

### *2. Studi lapangan*

Penulis langsung kelapangan mengambil data-data yang diperlukan untuk tugas akhir ini.

### *3. Diskusi*

Penulis mengadakan diskusi dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan ini guna memperoleh data dari diskusi tersebut.

## **G. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian ini dijelaskan tentang perkembangan pembangunan tenaga listrik dan pentingnya sistem proteksi, latar belakang, alasan memilih judul, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian- metode penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB II RELAY PROTEKSI SALURAN TRANSMISI**

Menjelaskan tentang relay yang sering digunakan pada saluran atau jaringan transmisi khususnya Relay Impedansi (*Impedance Relay*)

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dicantumkan lokasi penelitian, data / parameter yang digunakan, cara pengambilan sampel dan pengolahan data

### BAB IV ANALISA HASIL PEMBAHASAN

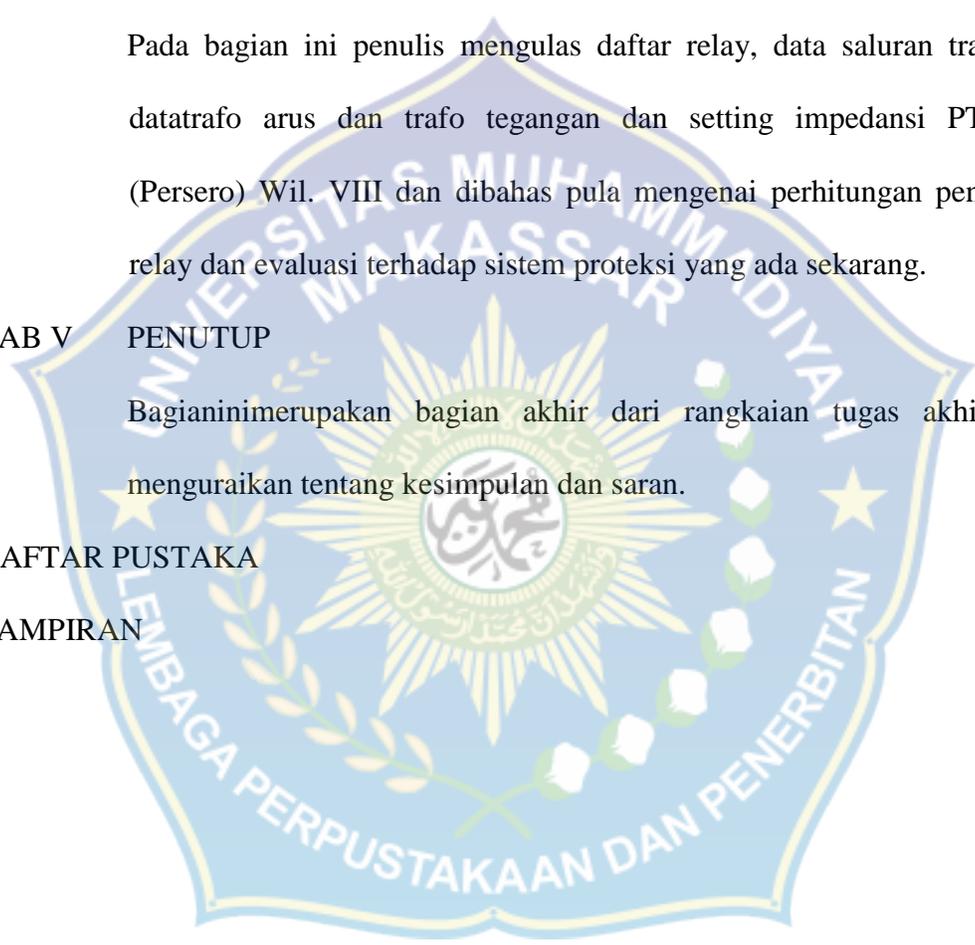
Pada bagian ini penulis mengulas daftar relay, data saluran transmisi, data trafo arus dan trafo tegangan dan setting impedansi PT. PLN (Persero) Wil. VIII dan dibahas pula mengenai perhitungan penyetaan relay dan evaluasi terhadap sistem proteksi yang ada sekarang.

### BAB V PENUTUP

Bagian ini merupakan bagian akhir dari rangkaian tugas akhir yang menguraikan tentang kesimpulan dan saran.

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sistem Proteksi**

Sebagaimana diketahui bahwa pemakaian tegangan tinggi sangat membantu dalam usaha menekan rugi-rugi daya listrik pada saluran transmisi. Pemakaian tegangan tinggi 150 KV didasarkan pada faktor ekonomis dan teknis penyaluran daya listrik ke konsumen.

Gardu Induk dalam penyaluran daya merupakan bagian yang sangat vital sehingga semua peralatan yang ada didalamnya harus terjaga dari setiap gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan. Gangguan yang terjadi diantaranya adalah tegangan lebih yang mengancam isolasi peralatan, sehingga semua peralatan dalam Gardu Induk terutama transformator harus dilindungi oleh alat pelindung.

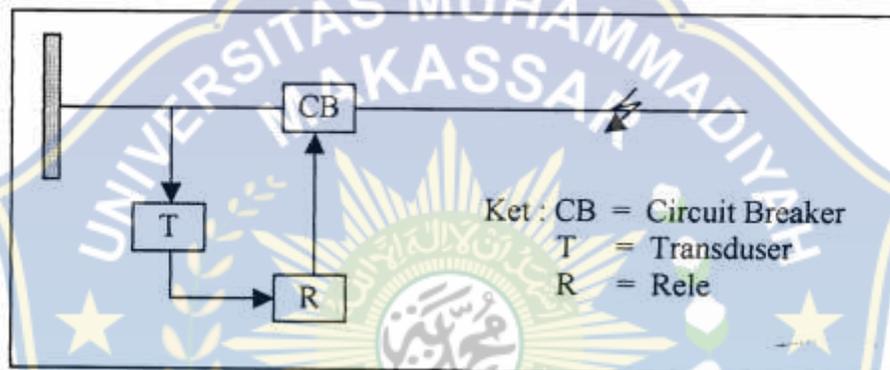
Persoalan utama yang menyangkut tegangan lebih surja petir adalah ketahanan isolasi. Dan untuk persolan ini ditemukan dua permasalahan pokok yaitu penekanan biaya serendah mungkin dan tingkat perlindungan yang diperoleh semaksimal mungkin.

Pada saluran kelistrikan, untuk mengisolir bagian yang terkena gangguan digunakan rele proteksi, yang masing-masing mempunyai daerah pengaman tersendiri. Sistem ini lebih dikenal sebagai sistem perlindungan (*protection sistem*).

Dalam sistem penyaluran daya listrik, jika terjadi gangguan maka sensor mengirim sinyal ke rele proteksi untuk memerintahkan pemutus daya

(*circuit breaker*) membuka bilamana gangguan tersebut melampaui batas *setting* yang telah ditentukan pada rele proteksi. Pemutus daya ini ditempatkan sedemikian rupa sehingga sistem yang normal terpisah dari sistem yang mengalami gangguan.

Di bawah ini adalah sebuah diagram blok sederhana dari sebuah sistem proteksi. Titik P dimisalkan oleh transduser. Transduser ini akan memberikan sinyal pada rele, sehingga rele tersebut akan menggerakkan pemutus daya (CB)



Gambar 2.1 Diagram blok sistem proteksi

### 1. Fungsi dan Peranan Relay Proteksi

Nilai investasi peralatan listrik pada suatu pembangkit listrik dan jaringan transmisi sangat besar sehingga perhatian yang khusus harus diutamakan agar setiap peralatan tidak hanya beroperasi dengan efisien yang optimal, tetapi juga teramankan dari gangguan dan kerusakan yang fatal. Untuk itu relay proteksi sangat diperlukan pada jaringan proteksi saluran transmisi. Fungsi dan peranan dari rele proteksi ini antara lain:

- a. Memberikan sinyal untuk melepaskan kontak pemutus tenaga/*circuit breaker* dengan tujuan mengisolir gangguan atau kondisi yang tidak normal yakni hubung singkat.
- b. Melokalisir daerah yang terganggu untuk mencegah meluasnya pengaruh dan akibat yang timbul bagi peralatan lainnya.
- c. Memutuskan hubungan sistem (*tripping*) pada jaringan transmisi yang terganggu dengan cepat guna menjaga stabilitas, kontinuitas, dan pelayanan kerja dari sistem

## 2. Syarat-Syarat Umum dari Rele Proteksi

Rele proteksi ditinjau dari jenis dan dalam penggunaannya harus memiliki syarat-syarat yang penting dalam pengoperasiannya sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsinya secara maksimal.

Syarat tersebut terdiri dari beberapa hal yakni:

- a. Kecepatan kerja

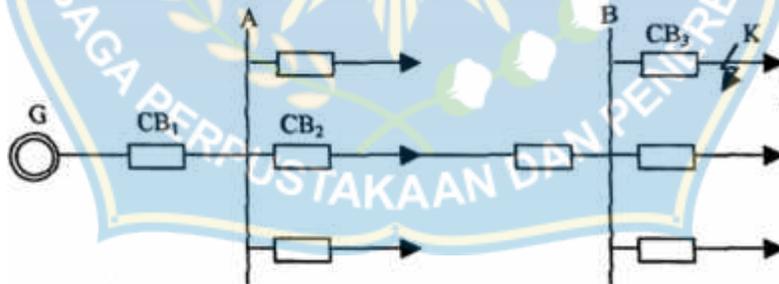
Tujuan terpenting dari rele proteksi adalah memisahkan bagian yang terkena gangguan, dari sistem jaringan yang normal dengan cepat (*speed*) agar tidak menimbulkan kerugian yang lebih besar. Dan untuk dapat meningkatkan keandalan (*reliable*) operasi dari sistem digunakan proteksi dengan kecepatan kerja yang lebih tinggi dan dipadukan dengan pemutus jaringan kecepatan tinggi. Adakalanya rele proteksi dikehendaki dengan perlambatan waktu (*time delay*) yang digunakan pada koordinasi proteksi dari beberapa daerah proteksi yang berturut-turut bilamana kondisi sistem memungkinkan adanya perlambatan waktu kerja dari rele tersebut.

b. Kepekaan (*Sensitive*)

Rele proteksi yang digunakan harus mampu untuk memberikan respon terhadap gangguan yang timbul dalam sistem yakni dapat bekerja pada awal kejadian gangguan.

c. Selektifitas

Adalah kemampuan sistem proteksi untuk mengetahui letak terjadinya gangguan, dan memilih pemutus jaringan yang terdekat dari tempat gangguan untuk membuka. Pada gambar berikut (lihat gambar 2.2). jika terjadi gangguan pada titik K, rele-rele proteksi pada CB 1, CB 2, CB 3, merasakan hal tersebut oleh karena arus hubung singkat (I<sub>hs</sub>) mengalir melalui ketiga CB tersebut. Selektifitas dari rele ini akan menentukan bahwa yang mengalami gangguan saja yang harus dipisahkan dari sistem yakni hanya CB 3 saja yang bekerja.



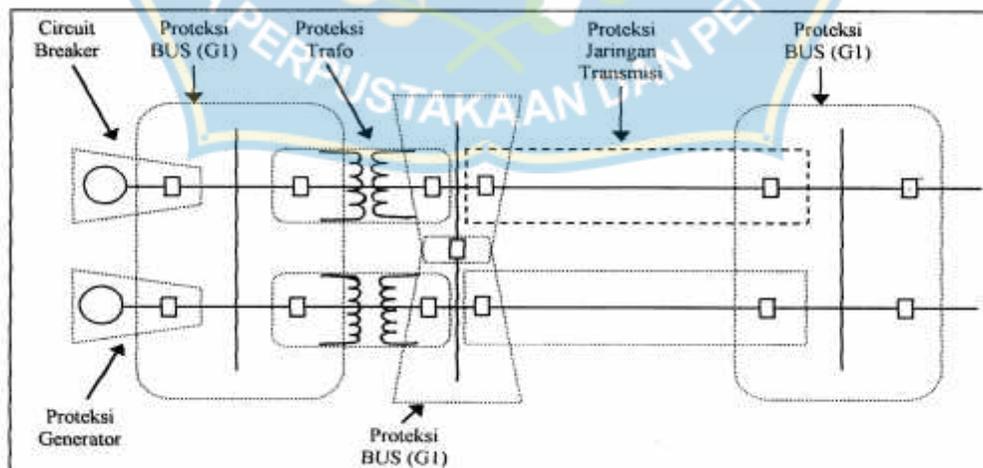
Gambar 2.2 Jaringan tenaga untuk menggambarkan kemampuan selektifitas rele terhadap lokasi gangguan.

d. Andal (*Reliable*)

Keandalan dari sistem proteksi adalah kemampuan suatu rele untuk dapat bekerja dengan baik dan benar pada berbagai kondisi sistem. Keandalan sistem proteksi ini dibagi atas dua unsur yakni:

- Kemampuan rele yang selalu bekerja dengan baik pada kondisi *abnormal* (saat terjadi gangguan)
- Kemampuan rele untuk tidak bekerja pada kondisi normal.

Pada gambar berikut (lihat gambar 2.3), menunjukkan bahwa garis putus-putus adalah daerah proteksi utama dari suatu jaringan. Terlihat bahwa system elemen-elemen dipisahkan oleh pemutus jaringan, untuk melokalisir setiap keadaan/gangguan yang mungkin timbul dari jaringan yang *abnormal* dengan jaringan sistem yang tidak mengalami gangguan, dalam batas-batas proteksi masing-masing rele.



Gambar 2.3 Diagram satu garis pada daerah proteksi utama

Pada gambar 2.3, batas suatu daerah menentukan suatu bagian dan sistem daya sehingga untuk suatu gangguan dimanapun dalam daerah itu sistem perlindungan (yang ditandai dengan garis putus-putus) yang bertanggung jawab akan berindak untuk memisahkan semuanya yang berada dalam daerah itu dari seluruh bagian lain dari sistem. Daerah-daerah yang berdekatan selalu saling menutupi sebagian (*overlap*). Hal ini sangat diperlukan, karena dengan adanya saling tindih diantara daerah-daerah yang berdekatan tidak ada satu bagian pun dari sistem daya itu yang dibiarkan tanpa perlindungan.

## **B. Pemberian Sifat Selektif pada Rele**

Untuk pemberian sifat selektif pada rele proteksi yaitu sifat untuk membedakan atau menentukan bagian mana dari sistem yang mengalami gangguan dapat dilakukan dengan dua cara yakni:

### **1. Sistem Pilot Relaying**

Kata pilot berarti pada ujung saluran transmisi dipasang saluran informasi yang dapat menyalurkan informasi timbal balik. Prinsip kerja dari rele pilot ini adalah pemberian informasi lewat penghantar-penghantar suatu rangkaian telepon sebagai media fisik, sinyal-sinyal frekuensi tinggi yang digandengan pada saluran transmisi daya itu sendiri dari rele ke rele yang lainnya. Alat ini dikenal sebagai PLC atau *Power Line Carrier*.

### **2. Sistem Kelambatan Waktu Kerja Rele**

Yaitu dengan memberikan kelambatan waktu kerja yang berlainan bagi setiap rele, sehingga diperoleh koordinasi kerja yang lebih baik antar rele. Jadi untuk

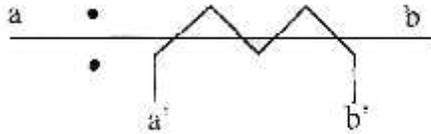
mendapatkan selektifitas pada sistem proteksi digunakan kelambatan waktu yang bertingkat (*stepped delay time*).

### **C. Transduser**

Transduser adalah sebuah alat yang fungsinya tidak berbeda jauh dari transformator daya. Arus dan tegangan yang tinggi saat terjadi gangguan hubung singkat pada jaringan transmisi diubah oleh transduser-transduser seperti transformator arus dan tegangan ke sinyal-sinyal yang lebih rendah untuk pengoperasian rele. Sinyal-sinyal tingkat rendah ini diperlukan karena ada beberapa alasan, yakni tingkat masukan yang lebih rendah ke rele-rele memastikan bahwa komponen-komponen yang digunakan untuk konstruksi rele secara fisik adalah kecil jadi harganya lebih murah. Dan alasan lainnya adalah petugas yang bekerja dengan rele tersebut dapat bekerja dilingkungan yang aman

#### **1. Transformator Arus**

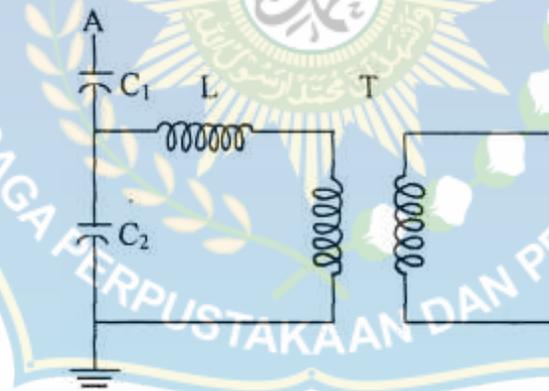
Dalam bentuk skema transformator arus ini dapat dilihat pada gambar 2.4. gulungan primer suatu transformator arus biasanya terdiri dari suatu lilitan tunggal. Lilitan tunggal ini diperoleh dengan memasukkan penghantar primer itu melalui satu atau beberapa jenis teras baja toroid (lilitan primer a dan b). sedangkan lilitan sekudemya yang ditandai dengan a' dan b' merupakan gulungan berlilitan banyak yang digulungkan pada teras toroid tersebut. Rating arus normal untuk sekunder CT telah distandarisasikan pada 5 amper.



Gambar 2.4 Skema hubungan transformator arus pada saluran sistem daya

## 2. Transformator Tegangan

Dalam penggunaan rele biasanya dijumpai dua jenis transformator tegangan. Untuk penggunaan tegangan rendah tertentu (tegangan-tegangan sistem disekitar 12 Kv atau lebih rendah), transformator dengan gulungan primer pada tegangan sistem dengan gulungan sekunder pada 67 V. untuk tegangan-tegangan pada tingkat HV dan EHV, digunakan suatu rangkaian pembagi potensi kapasitansi seperti gambar 2.5



Gambar 2.5 Diagram rangkaian transformator tegangan yang dipadukan dengan kapasitor (CVT) dengan penyetelan induktansi L.

Penyetelan kapasitor untuk mendapatkan tegangan beberapa kilo volt. Tegangan ini diproses lagi oleh transformator untuk mendapatkan tegangan lebih rendah lagi sesuai dengan tingkat tegangan masukan rele proteksi.

#### **D. Power Line Carrier (PLC)**

PLC atau *Power Line Carrier* adalah salah satu alat bantu untuk dapat memberikan percepatan (*transfer time*) secara selektif pada peralatan Proteksi Rele Jarak (*Distance Relay*). Pada dasarnya prinsip kerja dari teleproteksi ini adalah memberikan kontak yang diterima dari Distance Relay suatu Gardu Induk (GI) diteruskan ke Gardu Induk lainnya dengan memakai media frekuensi radio yang dihubungkan dengan kawat yang bertegangan tinggi. Fungsi dan Pemanan PLC

Perangkat PLC ini memberikan suatu keputusan terbaik dalam usaha pengamanan sistem jaringan secara maksimal dengan menggunakan sistem transfer time. Transfer time yang dimaksud adalah selisih waktu pada saat sisi *Receiver* (penerima) menerima instruksi dari sisi Transmitter (pemancar) lawan kira-kira 12-10 milidetik. Instruksinya dikirimkan dengan cara menyilangkan (*supressed*) suatu *standby* frekuensi pada saat bersamaan dipancarkan pula suatu frekuensi yang lebih besar sebagai frekuensi *Tripping*.

#### **E. Kelompok Jenis Rele**

Pada sistem-sistem daya didapatkan beraneka ragam rele, kebanyakan dari rele tersebut dapat dikelompokkan kedalam lima kategori. Untuk setiap jenis rele, akan ditentukan keadaan pada sinyal masukannya (biasanya tegangan dan arus) dan keadaan keluaran rele yang bersesuaian. Kelima kelas rele tersebut adalah:

- Besaran Rele (*magnitude relays*)
- Rele terarah (*directional Relays*)

- Rele perbandingan (*ratio relays*)
- Rele Diferensial (*differensial relays*)
- Rele pemandu (*pilot relays*)

### 1. Besaran Rele (*Magnitude Relays*)

Dalam bentuknya yang paling umum, rele jenis ini adalah besarnya arus masuk kedalam rele atau rele arus lebih (*Overcurrent Relays*). Rele ini memberikan reaksi terhadap besarnya arus masukan, dan bekerja untuk memutuskan (*trip*) CB bilamana besarnya arus melebihi nilai tertentu pada rele tersebut.

Jika nilai  $I_p$  yang dinyatakan menurut gulungan sekunder CT dapat diperoleh dan studi hubung singkat sistem sedemikian sehingga untuk semua gangguan didalam daerah perlindungan suatu rele besarnya arus gangguan didalam daerah perlindungan suatu rele, besarnya arus gangguan  $I_f$  yang juga dinyatakan menurut gulungan sekunder akan lebih besar daripada  $I_p$ , maka gambaran fungsi yang berikut akan memberikan suatu rele yang mantap dan aman :

$I_f > I_p$ ..... bekerja

$I_f < I_p$ ..... ditahan

### 2. Rele Terarah

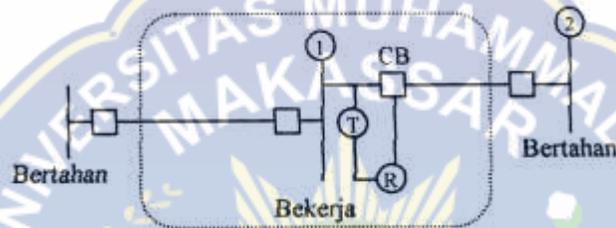
Pada beberapa penggunaan, daerah suatu rele meliputi seluruh sistem daya yang terletak hanya pada satu arah saja dan lokasi rele tersebut. Pada gambar 2.6, rele R1 dituntut bekerja untuk gangguan disebelah kin letak rele, dan bertahan (block) untuk semua keadaan (disebelah kanan). Karena semua keadaan impedansi saluran



antara rel 1 dan tempat terjadinya gangguan. Jadi daerah perlingkungannya adalah sedemikian sehingga panjang suatu impedansi yang lebih kecil dari setelan yang diminta termasuk kedalam daerah itu.

Keadaan ini dapat dinyatakan dengan mudah sebagai suatu persyaratan pada perbandingan antara tegangan dan arus pada lokasi rele :

$$Z = \frac{V}{I}$$



Gambar 2.7 :Karakteristik rele impedansi yang menunjukkan daerah perlindungan

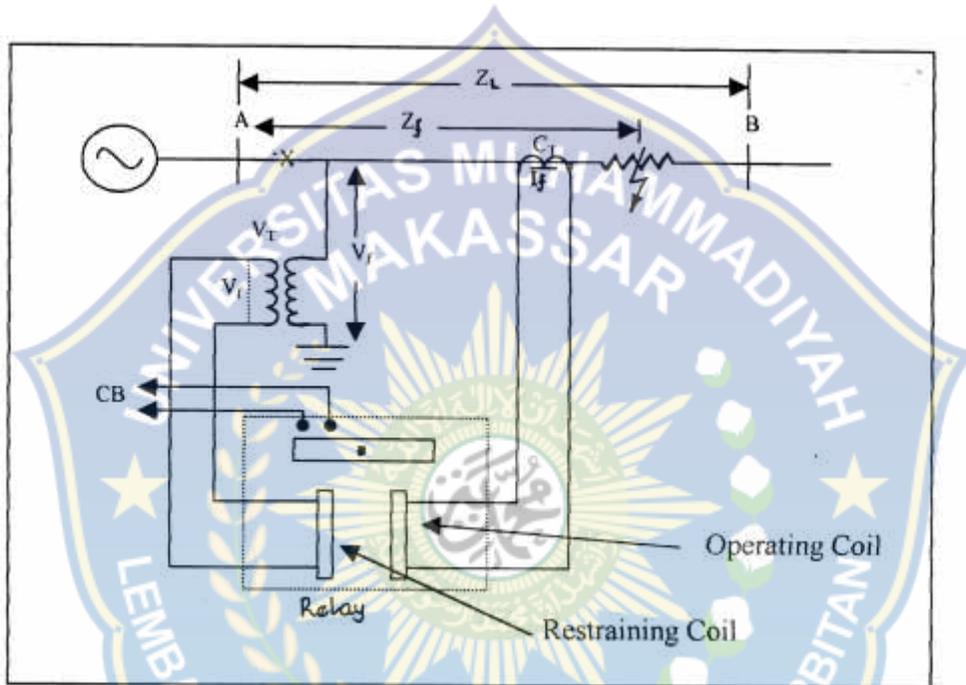
#### F. Rele Impedansi (Impedansi Relay)

Rele impedansi adalah rele yang bekerja berdasarkan setting waktu dan jarak lokasi gangguan ke rele proteksi dengan perbandingan tegangan dan arus gangguan. Rele ini digunakan sebagai alat proteksi pada jaringan transmisi dan dapat digolongkan kedalam rele yang mempunyai dua besaran input. Dimana pengukuran tersebut adalah dengan membandingkan arus gangguan yang dirasakan oleh rele terhadap tegangan dimana rele terpasang sehingga titik tempat terjadinya gangguan dapat diukur.

Pada gambar 2.8 diperlihatkan bagaimana besaran arus dan tegangan dibandingkan dengan suatu "Balance Beam Relay". Pada keadaan normal, arus yang mengalir pada "Restraining Coil" (Kumparan penahan) sama besarnya dengan

arus yang mengalir pada "Operating Coil" (Kumparan kerja), maka diperoleh suatu kondisi yang seimbang pada rele. Kondisi ini disebut "Balance Beam" (batang dalam keadaan setimbang) dari rele yakni:

$$\frac{V}{I} = \frac{n \cdot I_f \cdot Z_L}{I_f} = n Z_t$$

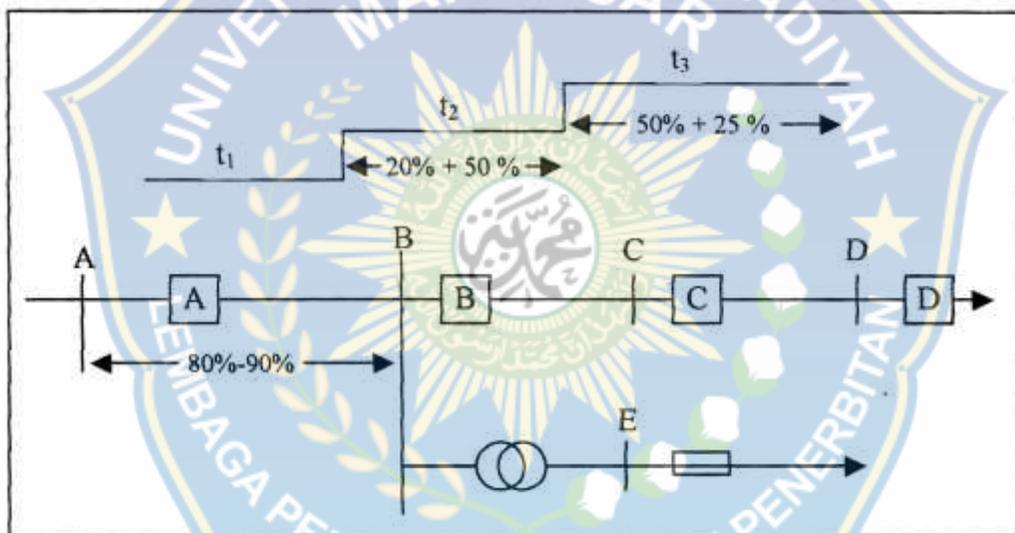


Gambar 2.8 Prinsip Kerja Relay Impedansi

Pada keadaan yang abnormal, bila suatu gangguan terjadi pada jarak  $n Z_L = Z_f$  dari lokasi dimana rele berada, tegangan yang timbul dititik gangguan adalah sama dengan nol sedangkan tegangan di titik rele berada adalah  $Z_L$ . Tegangan titik rele ini akan menghabiskan "Restraining Torque" (torsi penahan) yang lebih kecil dari "Operating Torque" mengakibatkan "Beam" (batang) menutup kontak dan

selanjutnya memberikan perintah trip (*Tripping Order*) pada pemutus daya (*Circuit Breaker*).

Ketelitian pengukuran impedansi saluran transmisi dengan rele impedansi banyak dipengaruhi oleh ketelitian trafo arus, trafo tegangan serta oleh rele pengamannya sendiri. Dengan mempertimbangkan pengaruh-pengaruh tersebut makarele impedansi biasanya dibuat atas tiga daerah proteksi seperti yang terlihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Jangkauan daerah proteksi rele impedansi

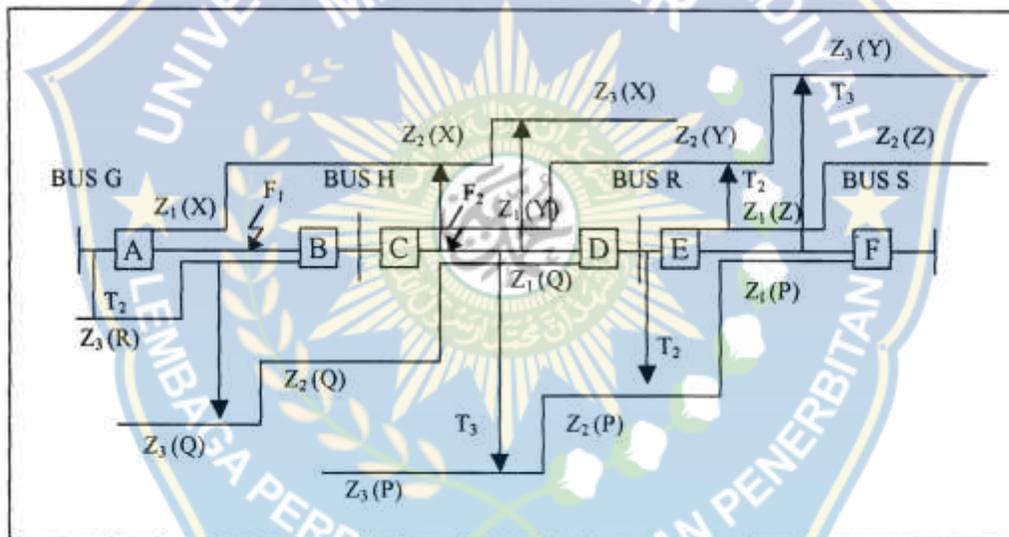
Daerah proteksi I berfungsi sebagai proteksi utama untuk saluran yang dilindunginya dan karena reaksinya yang cepat sehingga reaksinya tergolong sebagai *instantaneous relay* dan daerah proteksi rele ini sejauh 80% - 90% dari panjang saluran dari Gardu Induk.

Penyetelan perlambatan waktu untuk daerah proteksi ini ( $t_i$ ) umumnya tanpa perlambatan waktu dengan pengertian bahwa penyetelan waktu operasi adalah nol

Daerah proteksi II digunakan untuk melindungi 15% - 20% bagian dari jaringan yang tidak diproteksi oleh daerah proteksi I ditambah 50% dari saluran jaringan berikutnya dengan perlambatan waktu ( $t_2$ ).

Daerah proteksi III mencakup 50% dari saluran yang tidak terjangkau oleh daerah proteksi II, dengan waktu operasi yang lebih lambat ( $t_3$ ) di samping itu di daerah proteksi III masih dapat menjangkau 25% jaringan berikutnya.

Karakteristik waktu bertingkat rele impedansi dapat diperlihatkan pada gambar 2.10.



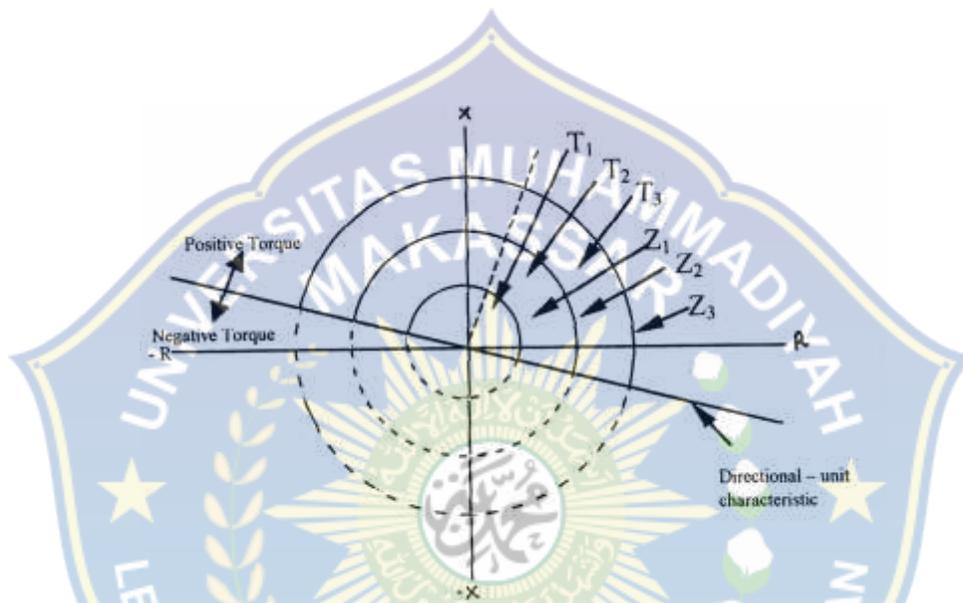
Gambar 2.10 Karakteristik waktu bertingkat rele impeoansi

Misalkan gangguan hubung singkat terjadi pada  $f_1$  seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10, maka sebagai pengaman utama adalah rele B yang bekerja tanpa perlambatan waktu dan rele A dengan waktu kerja  $t_2$ .

Dan sebagai pengaman cadangan yaitu rele D dengan waktu kerja  $t_2$  dan reie F dengan waktu kerja  $t_3$ . Apabila gangguan terjadi di  $F_2$  maka sebagai pengaman

utama adalah rele C dan rele D, pengaman cadangannya adalah rele A dengan waktu kerja  $t_2$  dan rele F dengan waktu kerja  $t_3$ .

Bentuk karakteristik operasi dan setting waktu dari rele impedansi dapat dilihat pada gambar 2.11 dengan menggunakan diagram RX



Gambar 2.11 Karakteristik Operasi dan perlambatan waktu  
Rele Impedansi *type Distance Relay*

Karakteristik suatu rele impedansi terarah dalam bidang RX dalam gambar 2.11 menunjukkan suatu garis putus yang dinamakan tempat kedudukan impedansi saluran (*line impedance locus*). Disepanjang garis putus-putus ini dilukiskan impedansi urutan positif dari saluran yang dilindungi itu. Unit terarah dari rele itu menyebabkan pemisahan daerah kerja (*trip*) dan bertahan (*block*) oleh suatu garis yang ditarik tegak lurus pada tempat kedudukan impedansi saluran.

Impedansi yang digunakan sebagai dasar penyetelan rele impedansi adalah impedansi urutan positif, sedang impedansi saluran transmisi pada sisi sekunder trafo arus (CT) dan trafo tegangan (VT) dapat dihitung dengan rumus :

$$Z_s = \frac{P}{p} \frac{L}{V} \times z_p \text{ (Impedansi saluran transmisi)}$$

Dimana:

- Perbandingan CT =  $\frac{A}{a} \frac{p}{s_1}$
- Perbandingan VT =  $\frac{T}{t_1} \frac{p}{s_1}$
- $Z_s$  = Impedansi sisi sekunder CT dan VT  
(Impedansi yang terukur oleh rele)
- $Z_P$  = Impedansi sisi primer CT dan VT (Impedansi saluran transmisi)
- CT = Current Transformator (Trafo Arus)
- VT = Voltage Transformator (Trafo Tegangan)

Dengan menggunakan rumus di atas besar atau nilai dari impedansi sekunder untuk ketiga daerah proteksi dapat ditentukan.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

##### 1. Waktu

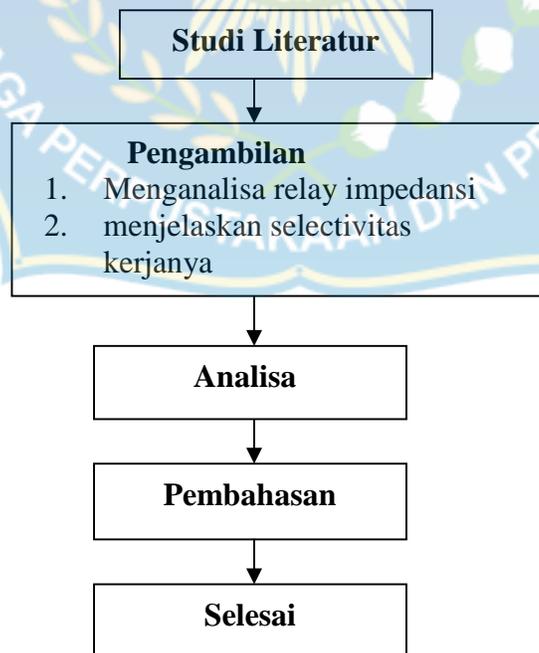
Penelitian ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Mei 2017 sampai dengan Oktober 2017 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

##### 2. Tempat

Penelitian dilaksanakan Pada Jaringan Transmisi 150 KV Gardu Induk jaringan Sulawesi Selatan

#### B. Metode Penelitian

##### 1. Diagram Alur Penelitian



### Gambar 3.1 Biagam Alur Penelitian

Metode penelitian ini berisikan langkah-langkah yang ditempuh penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Metode penelitian ini disusun untuk memberikan arah dan cara yang jelas bagi penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

Adapun langkah-langkah yang ditempuh oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### **2. Metode Pustaka**

Yaitu mengambil bahan-bahan penulisan tugas akhir ini dari referensi-referensi serta literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

#### **3. Metode Penelitian**

Mengadakan penelitian dan pengambilan data pada Jaringan Transmisi 150 KV Gardu Induk Bakaru - Tello. Kemudian mengadakan pembahasan/analisa hasil pengamatan dan menyimpulkan hasil analisa tersebut.

##### **a. Metode Diskusi/Wawancara**

Yaitu mengadakan diskusi/wawancara dengan dosen yang lebih mengetahui bahan yang akan kami bahas atau dengan pihak praktisi pada Jaringan Transmisi 150 KV Gardu Induk Bakaru – Tello

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Tinjauan Sistem Proteksi Saluran Transmisi 150 KV

Seperti diketahui bahwa gangguan hubungan singkat pada jaringan transmisi tidak hanya merusak peralatan atau elemen-elemen jaringan, tetapi juga dapat menyebabkan jatuhnya tegangan dan frekuensi sistem, hal ini menyebabkan kerja paralel dari unit pembangkit dan stabilisasi sistem menjadi terganggu. Akibat yang disebabkan oleh gangguan tersebut antara lain :

1. Penurunan tegangan yang mengakibatkan rendahnya kualitas tegangan listrik.
2. Terganggunya kontinuitas pelayanan daya kepada pelanggan
3. Terjadinya kerusakan kepada pelanggan dimana gangguan terjadi,

Mengingat akan hal ini, maka diperlukan sistem pengamanan atau sistem proteksi untuk saluran transmisi utamanya saluran pada tegangan 150 KV. Jenis proteksi yang digunakan sekarang ini adalah jenis proteksi jarak yang menggunakan rele-rele jarak (*distance relay*).

#### B. Daftar Relay dan Data Saluran Transmisi

1. Daftar relay dapat dilihat di lampiran A
2. Data saluran transmisi dapat dilihat di lampiran B
3. Konstanta saluran udara dan kabel tanah dalam ohm/km dapat dilihat dilampiran C
4. Data trafo arus dan trafo tegangan dapat di lihat dilampiran D
5. Daftar relay jarak dari system Sulawesi selatan dapat dilihat di lampiran E

6. Setting impedansi PLN dapat dilihat di lampiran F

Memperlihatkan daftar relay jarak di lampiran C yang digunakan sekarang ini pada sistem Sulawesi Selatan dimana lokasi pemasangan relaynya dibagi atas 2 sektor yaitu sektor Tello dan sektor Bakaru. Kedua sektor tersebut meliputi beberapa gardu induk yaitu:

1. Sektor Bakaru Meliputi:

- a. Gardu Induk Bakaru
- b. Gardu Induk Polmas
- c. Gardu Induk Parepare
- d. Gardu Induk Suppa
- e. Gardu Induk Sidrap
- f. Gardu Induk Soppeng
- g. Gardu Induk Bone
- h. Gardu Induk Sengkang

2. Sektor Tello meliputi:

- a. Gardu Induk Pangkep
- b. Gardu Induk Bosowa
- c. Gardu Induk Tello
- d. Gardu Induk Sungguminasa
- e. Gardu Induk Takalar
- f. Gardu Induk Tallo Lama

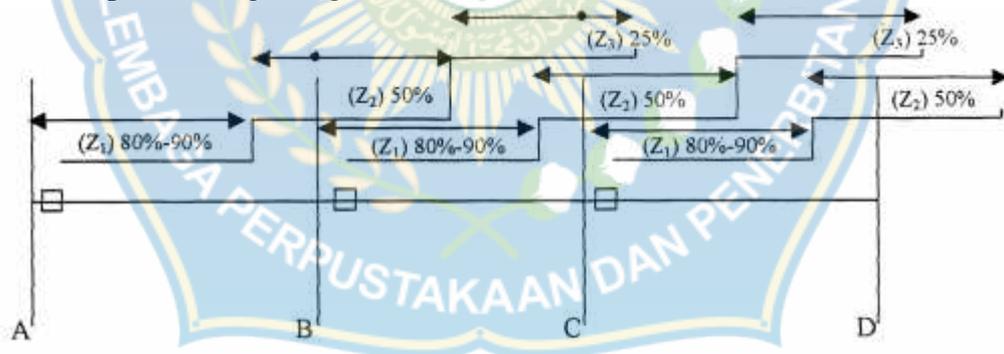


Seperti terlihat pada tabel di lampiran C bahwa tipe relay jarak yang digunakan sekarang ini dalam sistem saluran transmisi 150 KV Sulawesi Selatan ada 7 jenis dengan kode relay 44. Ketujuh tipe relay ini adalah :

- a. RYL25, Pabrik Thoshiba
- b. REL511, Pabrik ABB
- c. 7SA511V3, Pabrik Siemens
- d. SEP AM 2000, Pabrik Merlin Gerin
- e. MXL1E, Pabrik Thoshiba
- f. Quadramhe : SHPM 101, Pabrik GECAlsthom
- g. TCO23B, Pabrik Thoshiba

### C. Perhitungan Dan *Setting* Rele Impedansi

Seperti diterangkan dalam bab 2.3 maka setting rele impedansi dapat dihitung sebagai berikut:



Gambar 4.1 perhitungan dan setting rele impedansi

Gardu induk A ke gardu induk D

$$\text{Daerah I} = (80 \% \times Z_{AB}) \times n$$

$$\text{Daerah II} = (Z_{BC} + (50 \% \times Z_{CD})) \times n$$

$$\text{Daerah III} = (Z_{AB} + Z_{BC} + 25 \% \times Z_{CD}) \times n$$

Gardu induk B ke gardu induk D

$$\text{Daerah I} = (80 \% \times ZBC) \times n$$

$$\text{Daerah II} = (ZBC + (50 \% \times zcd)) \times n$$

$$\text{Daerah III} = (ZBC + 125 \% + ZCD) \times n$$

Gardu induk C ke gardu induk D

$$\text{Daerah I} = (80 \% \times zcd) \times n$$

$$\text{Daerah II} = (150 \% \times ZCD) \times n$$

Dimana :

Z = Impedansi saluran transmisi (Ohm/km)

$$N = n_{CT}/n_{VT}$$

Untuk menentukan impedansi yang diukur oleh rele atau impedansi sisi sekunder ( $Z_s$ ), terlebih dahulu harus ditentukan perbandingan antara trafo arus (CT) dan trafo tegangan (VT) yaitu :

$$\text{Perbandingan CT}_1 = \frac{4}{5} = 80$$

$$\text{CT}_2 = \frac{6}{5} = 120$$

$$\text{CT}_3 = \frac{8}{5} = 160$$

$$\text{CT}_4 = \frac{1}{5} = 1000$$

$$\text{CT}_5 = \frac{1}{5} = 320$$

$$\text{Perbandingan VT} = \frac{1 \cdot 0}{1} = 1363,636$$

Dengan menggunakan rumus ;

$$Z_s = Z_p = \frac{P}{p} \frac{C}{V} \times Z_L$$

Dimana :

$Z_s$  = Impedansi sekunder trafo

$Z_p$  = Impedansi primer trafo

$Z_L$  = Impedansi line transmisi

Maka impedansi sisi sekunder adalah:

$$Z_{S1} = \frac{8}{1,6} \times (0,11830 + j0,4239)$$

$$= 0,059 \times (0,440 \angle 74,40^\circ)$$

$$= 0,026 \angle 74,40^\circ \text{ Ohm/Km}$$

$$Z_{S2} = \frac{1}{1,6} \times (0,11830 + j0,4239)$$

$$= 0,088 \times (0,440 \angle 74,40^\circ)$$

$$= 0,038 \angle 74,40^\circ \text{ Ohm/Km}$$

$$Z_{S3} = \frac{1}{1,6} \times (0,11830 + j0,4239)$$

$$= 0,117 \times (0,440 \angle 74,40^\circ)$$

$$= 0,050 \angle 74,40^\circ \text{ Ohm/Km}$$

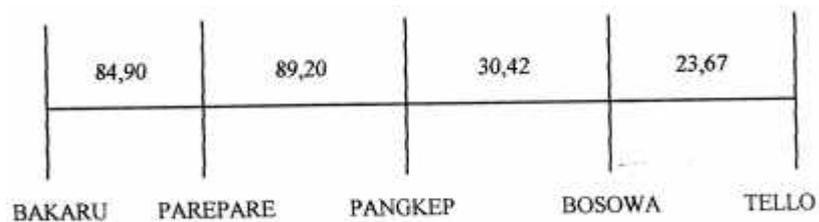
$$Z_{S4} = \frac{1}{1,6} \times (0,11830 + j0,4239)$$

$$= 0,235 \times (0,440 \angle 74,40^\circ)$$

$$= 0,103 \angle 74,40^\circ \text{ Ohm/Km}$$

Besar *setting* masing-masing daerah proteksi adalah:

1. Jika ditinjau dari arah G.I Bakaru ke G.I Tello pada penghantar 1



Gambar 4.2 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 1

a. Besar setting rele impedansi pada G.I Bakaru adalah :

$$\begin{aligned}\text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Bakaru - Parepare}) \times Z_s \\ &= (80 \% \times 84,90) \times 0,038 \\ &= 2,5809 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Bakaru - Parepare} + 50 \% \text{ panjang saluran Pare-} \\ &\quad \text{pare - Pangkep}) \times Z_s \\ &= (84,9 + (0,5 \times 89,25)) \times 0,038 \\ &= 4,9219 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Bakaru - Parepare} + \text{panjang saluran Parepare -} \\ &\quad \text{Pangkep} + 25 \% \text{ panjang saluran Pangkep-Bosowa}) \times Z_s \\ &= (84,9 + 89,2 + (0,25 \times 30,42)) \times 0,038 \\ &= 6,9047 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

b. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Parepare

$$\begin{aligned}\text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Parepare - Pangkep}) \times Z_s \\ &= (80 \% \times 89,20) \times 0,038 \\ &= 2,7116 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Parepare - Pangkep} + 50 \% \text{ panjang} \\ &\quad \text{saluran Pangkep-Bosowa}) \times Z_s \\ &= (89,20 + (0,5 \times 30,42)) \times 0,038 \\ &= 3,9675 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Parepare-Pangkep} + \text{panjang saluran Pangkep-} \\ &\quad \text{Bosowa} + 25 \% \text{ panjang saluran Pangkep-Tello}) \times Z_s \\ &= (89,20 + 30,42 + (0,25 \times 23,67)) \times 0,038\end{aligned}$$

$$=4,7704 \text{ Ohm}$$

c. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Pangkep

$$\begin{aligned} \text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Pangkep-Bosowa}) \times Z_s \\ &= (80 \% \times 30,42) \times 0,038 \\ &= 0,9247 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Pangkep-Bosowa} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Bosowa-Tello}) \times Z_s \\ &= (30,42 + (0,5 \times 23,67)) \times 0,038 \\ &= 2,2802 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

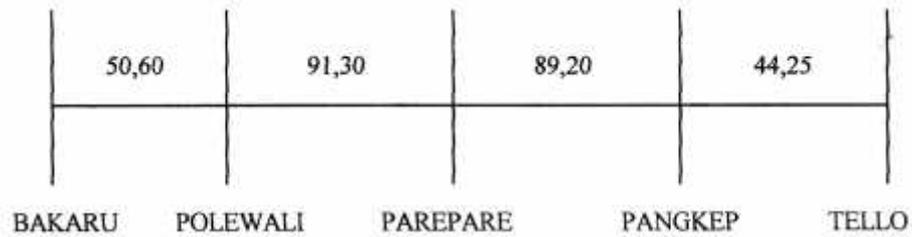
$$\begin{aligned} \text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Pangkep-Bosowa} + 125 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Bosowa-Tello}) \times Z_s \\ &= (30,42 + (1,25 \times 23,67)) \times 0,038 \\ &= 2,2802 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

d. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Bosowa

$$\begin{aligned} \text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Bosowa - Tello}) \times Z_s \\ &= (80 \% \times 23,67) \times 0,038 \\ &= 0,7195 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= 150 \% \text{ panjang saluran Bosowa-Tello} \times Z_s \\ &= (1,5 \times 23,67) \times 0,038 \\ &= 1,3491 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

2. Jika ditinjau dari arah G.I Bakaru ke G.I Tello pada penghantar 2



Gambar 4.3 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 2

a. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Bakaru adalah :

$$\begin{aligned} \text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Bakaru- Polewali}) \times Z_s \\ &= (80 \% \times 50,60) \times 0,038 \\ &= 1,5382 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Bakaru - Polewali} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Polewali-Pare-pare}) \times Z_s \\ &= (50,60 + (0,5 \times 91,30)) \times 0,038 \\ &= 3,8309 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Bakaru - Polewali} + \text{panjang saluran Polewali -} \\ &\quad \text{Parepare} + 25 \% \text{ panjang saluran Parepare-Pangkep}) \times Z_s \\ &= (50,60 + 91,30 + (0,25 \times 89,20)) \times 0,038 \\ &= 6,2396 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

b. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Polewali

$$\begin{aligned} \text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Polewali - Parepare}) \times Z_s \\ &= (80 \% \times 91,30) \times 0,050 \\ &= 3,6520 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Polewali - Parepare} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Parepare-Pangkep}) \times Z_s \end{aligned}$$

$$=(91,30 + (0,5 \times 89,20)) \times 0,050$$

$$=6,7950 \text{ Ohm}$$

Daerah III = (panjang saluran Polewali-Parepare + panjang saluran Parepare-Pangkep + 25 % panjang saluran Pangkep-Tello)  $\times Z_s$

$$=(91,30 + 89,20 + (0,25 \times 44,25)) \times 0,050$$

$$=9,5781 \text{ Ohm}$$

c. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Parepare

Daerah I = (80 %  $\times$  panjang saluran Parepare - Pangkep)  $\times Z_s$

$$=(0,8 \times 89,20) \times 0,038$$

$$=2,711 \text{ Ohm}$$

Daerah II = (panjang saluran Parepare-Pangkep + 50 % panjang saluran Pangkep-Tello)  $\times Z_s$

$$=(89,20 + (0,5 \times 44,25)) \times 0,038$$

$$=4,2303 \text{ Ohm}$$

Daerah III = (panjang saluran Parepare-Pangkep + 125 % panjang saluran Pangkep-Tello)  $\times Z_s$

$$=(89,20 + (1,25 \times 44,25)) \times 0,050$$

$$=5,4914 \text{ Ohm}$$

d. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Pangkep

Daerah I = (80 %  $\times$  panjang saluran Pangkep-Tello)  $\times Z_s$

$$=(80 \% \times 44,25) \times 0,038$$

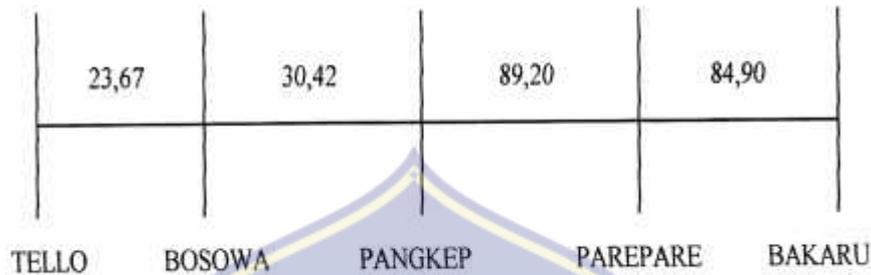
$$=1,3452 \text{ Ohm}$$

Daerah II = 150 %  $\times$  panjang saluran Pangkep-Tello)  $\times Z_s$

$$= (1,5 \times 44,25) \times 0,038$$

$$= 2,5222 \text{ Ohm}$$

3. Jika ditinjau dari arah G.I Tello ke G.I Bakaru pada penghantar 1



Gambar 4.4 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 3

a. Besar setting rele impedansi pada G.I Tello adalah :

$$\text{Daerah I} = (80 \% \times \text{panjang saluran Tello - Bosowa}) \times Z_s$$

$$= (80 \% \times 23,67) \times 0,038$$

$$= 0,7195 \text{ Ohm}$$

$$\text{Daerah II} = (\text{panjang saluran Tello-Bosowa} + 50\% \text{ panjang saluran Bosowa-Pangkep}) \times Z_s$$

$$= (23,67 + (0,5 \times 30,42)) \times 0,038$$

$$= 1,4774 \text{ Ohm}$$

$$\text{Daerah III} = (\text{panjang saluran Tello - Bosowa} + \text{panjang saluran Bosowa-Pangkep} + 25 \% \text{ panjang saluran Pangkep-Parepare}) \times Z_s$$

$$= (23,67 + 30,42 + (0,25 \times 89,20)) \times 0,038$$

$$= 2,826 \text{ Ohm}$$

b. Besar setting rele impedansi pada G.I Bosowa

$$\text{Daerah I} = (80 \% \times \text{panjang saluran Bosowa - Pangkep}) \times Z_s$$

$$= (0,8 \times 30,42) \times 0,038$$

$$= 0,9247 \text{ Ohm}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Bosowa - Pangkep} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Pangkep-Parepare}) \times Z_s \\ &= (30,42 + (0,5 \times 89,20)) \times 0,038 \\ &= 2,8507 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Bosowa-Pangkep} + \text{panjang saluran Pangkep-} \\ &\quad \text{Parepare} + 25 \% \text{ panjang saluran Parepare-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (30,42 + 89,20 + (0,25 \times 84,90)) \times 0,038 \\ &= 5,3521 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

c. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Pangkep

$$\begin{aligned} \text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Pangkep - Parepare}) \times Z_s \\ &= (0,8 \times 89,20) \times 0,038 \\ &= 2,7116 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Pangkep-Parepare} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Parepare -Bakaru}) \times Z_s \\ &= (89,20 + (0,5 \times 84,90)) \times 0,038 \\ &= 5,0027 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Pangkep-Parepare} + 125 \% \text{ panjang} \\ &\quad \text{saluran Parepare-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (89,20 + (1,25 \times 84,90)) \times 0,038 \\ &= 7,4223 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

d. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Parepare

$$\text{Daerah I} = (80 \% \times \text{panjang saluran Parepare-Bakaru}) \times Z_s$$

$$= (0,8 \times 84,90) \times 0,038$$

$$= 2,5809 \text{ Ohm}$$

Daerah II = 150 % x panjang saluran Parepare-Bakaru) x  $Z_s$

$$= (1,5 \times 84,90) \times 0,038$$

$$= 4,8393 \text{ Ohm}$$

4. Jika ditinjau dari arah G.I Tello ke G.I Bakaru pada penghantar 2



Gambar 4.5 jarak arah G.I Bakaru ke G.I Tello penghantar 4

a. Besar setting rele impedansi pada G.I Tello adalah :

Daerah I = (80% x panjang saluran Tello-Pangkep) x  $Z_s$

$$= (0,8 \times 44,25) \times 0,038$$

$$= 1,3452 \text{ Ohm}$$

Daerah II = (panjangsaluranTello-Pangkep +50% panjang saluranPangkep-Parepare) x  $Z_s$

$$= (44,25 + (0,5 \times 89,20)) \times 0,038$$

$$= 3,3763 \text{ Ohm}$$

Daerah III = (panjang saluran Tello - Pangkep + panjang saluran Pangkep-Parepare + 25 % panjang saluran Parepare-Polewali)x  $Z_s$

$$= (42,25 + 89,20 + (0,25 \times 91,30)) \times 0,038$$

$$= 5,9384 \text{ Ohm}$$

b. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Pangkep

$$\begin{aligned}\text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Pangkep-Parepare}) \times Z_s \\ &= (0,8 \times 89,20) \times 0,038 \\ &= 2,7116 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Pangkep-Parepare} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Parepare-Polewali}) \times Z_s \\ &= (89,20 + (0,5 \times 91,30)) \times 0,038 \\ &= 5,1243 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Pangkep-Parepare} + \text{panjang saluran Parepare-} \\ &\quad \text{Polewali} + 25 \% \text{ panjang saluran Polewali-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (89,20 + 91,30 + (0,25 \times 50,60)) \times 0,038 \\ &= 7,3397 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

c. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Pangkep

$$\begin{aligned}\text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Parepare-Polewali}) \times Z_s \\ &= (0,8 \times 91,30) \times 0,038 \\ &= 2,7755 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah II} &= (\text{panjang saluran Parepare-Polewali} + 50 \% \text{ panjang saluran} \\ &\quad \text{Polewali-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (91,30 + (0,5 \times 50,60)) \times 0,038 \\ &= 4,4308 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daerah III} &= (\text{panjang saluran Parepare-Polewali} + 125 \% \text{ panjang} \\ &\quad \text{saluran Polewali-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (91,30 + (1,25 \times 50,60)) \times 0,038\end{aligned}$$

$$= 5,8729 \text{ Ohm}$$

d. Besar *setting* rele impedansi pada G.I Polewali

$$\begin{aligned} \text{Daerah I} &= (80 \% \times \text{panjang saluran Polewali-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (0,8 \times 50,60) \times 0,050 \\ &= 2,024 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daerah II} &= 150 \% \times \text{panjang saluran Polewali-Bakaru}) \times Z_s \\ &= (1,5 \times 50,60) \times 0,050 \\ &= 3,795 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil perhitungan *setting* rele impedansi arah G.I Bakaru ke G.I Tello pada penghantar I.

GARDU INDUK	PENYETELAN IMPEDANSI (OHM)		
	DAERAH I	DAERAH II	DAERAH III
BAKARU	2,5809	4,9219	6,9047
PAREPARE	2,7116	3,9675	4,7704
PANGKEP	0,9247	2,2802	2,2802
BOSOWA	0,7195	1,3491	

Tabel 4.2 Hasil perhitungan *setting* rele impedansi arah G,I Bakaru ke G.I Tello pada penghantar 2.

GARDU INDUK	PENYETELAN IMPEDANSI (OHM)		
	DAERAH I	DAERAH II	DAERAH III
BAKARU	1,5382	3,8309	6,2396
POLEWALI	3,6520	6,7950	9,5781
PAREPARE	2,7116	4,2303	5,4914
PANGKEP	1,3452	2,5222	-

Tabel 4.3 Hasil perhitungan *setting* rele impedansi arah G.I Tello ke G.I Bakaru pada penghantar 1.

GARDU INDUK	PENYETELAN IMPEDANSI (OHM)		
	DAERAH I	DAERAH II	DAERAH HI
TELLO	0,7195	1,4774	2,9028
BOSOWA	0,9247	2,8507	5,3521
PANGKEP	2,7116	5,0027	7,4223
PANGKEP	2,5809	4,8393	-

Tabel 4.4 Hasil perhitungan *setting* rele impedansi arah G.I Tello ke G.I Bakaru pada penghantar 2.

GARDU INDUK	PENYETELAN IMPEDANSI (OHM)		
	DAERAH I	DAERAH II	DAERAH III
TELLO	13452	3,3763	5,9384
PANGKEP	2,7116	5,1243	7,3397
PAREPARE	2,7755	4,4308	5,8729
POLEWALI	2,024	3,795	-

#### D. Penyetelan Waktu Kerja

Untuk zone 1 (T1) : tanpa perlambatan waktu

Untuk zone 2 (T2) : *setting* waktu 0,2 detik

Untuk zone 3 (T3) : *setting* waktu 0,4 detik

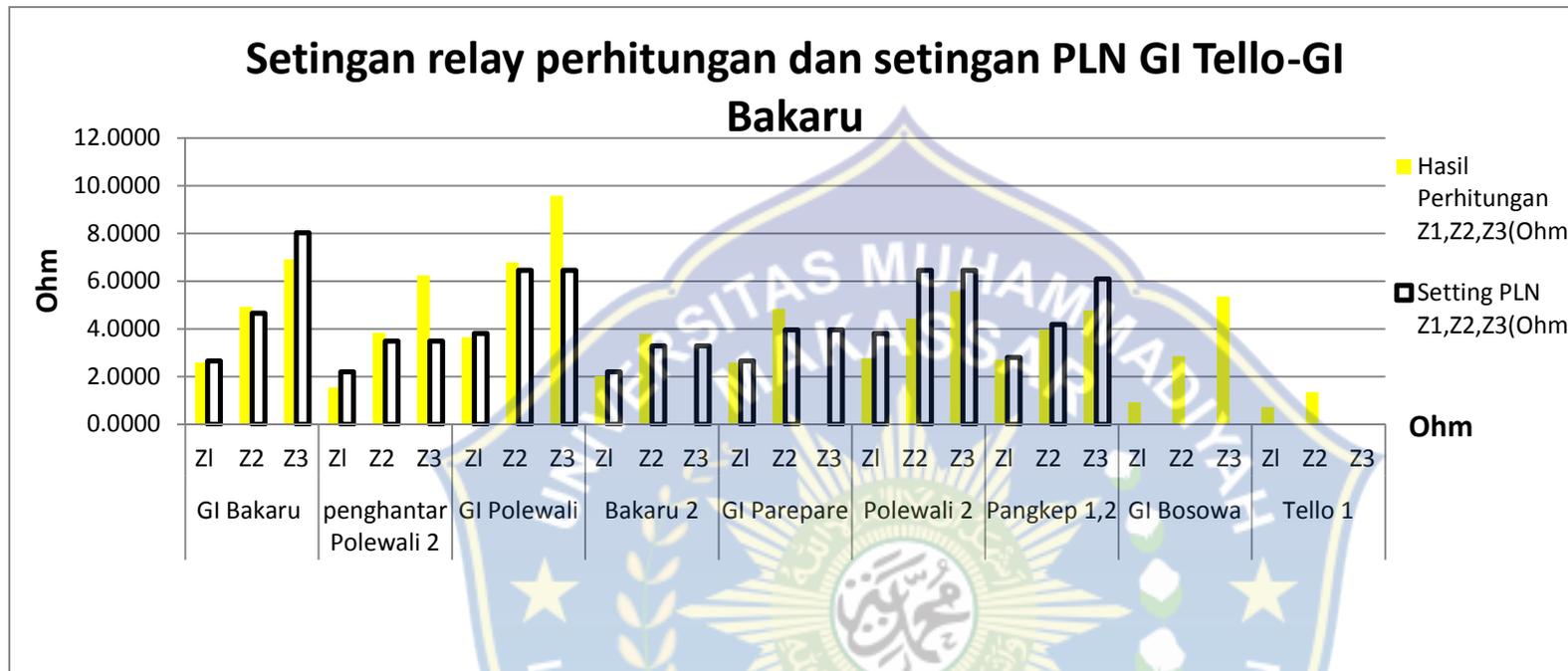
#### E. Evaluasi Sistem Proteksi pada Saluran Transmisi 150 KV

Berdasarkan hasil perhitungan dan data yang ada maka dievaluasi *setting* rele PLN Wilayah VIII G.I. Bakaru - G.I. Tello pada jaringan 150 KV, seperti terlihat pada tabel 4.2

Tabel 4.5 Evaluasi *setting* hasil perhitungan dengan *setting* PLN (G.I Tello - G.I. Bakaru)

Lokasi Relai	Daerah Proteksi	Hasil Perhitungan	Setting PLN
		Z1,Z2,Z3(Ohm)	Z1,Z2,Z3(Ohm)
GI Bakaru	Z1	2.5809	2.6500
	Z2	4.9219	4.6491
	Z3	6.9047	8.0303

penghantar Polewali 2	Z1	1.5382	2.2000
	Z2	3.8309	3.4920
	Z3	6.2369	3.4920
GI Polewali	Z1	3.6520	3.8053
	Z2	6.7950	6.4500
	Z3	9.5781	6.4500
Bakaru 2	Z1	2.0240	2.2000
	Z2	3.7950	3.2835
	Z3		3.2835
GI Parepare	Z1	2.5809	2.6500
	Z2	4.8393	3.9552
	Z3		3.9552
Polewali 2	Z1	2.7755	3.8033
	Z2	4.4308	6.4500
	Z3	5.5729	6.4500
Pangkep 1,2	Z1	2.7116	2.8000
	Z2	3.9675	4.1791
	Z3	4.7704	6.0869
GI Bosowa	Z1	0.9247	
	Z2	2.8507	
	Z3	5.3501	
Tello	Z1	0.7195	
	Z2	1.3491	
	Z3		



Gambar 4.6 Evaluasi *setting* hasil perhitungan dengan setting PLN (G.I Tello - G.I. Bakaru)

Berdasarkan evaluasi perbandingan antara setting perhitungan, dengan setting PT. PLN (Persero) G.I Bakaru - G.I Tello, terdapat perbedaan-perbedaan dan keandalan relaynya diantara kedua hasil tersebut yang dapat dilihat pada grafik Setingan relay perhitungan dan setingan PLN GI Tello-GI Bakaru, Kondisi perbedaan ini disebabkan oleh tingkat kerja relay yang berbeda-beda pada tiap zone dan masih lebih bagus setingan PLN.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Keandalan rele impedansi atau rele jarak ini sangat baik untuk melindungi sistem yang ada karena perlindungan rele ini dibagi atas tiga tingkat/zone proteksi, yakni dari tingkat, zone proteksi I. dapat menjangkau 80-90% lokasi gangguan. Jaringan transmisi antar dua gardu induk. Pada tingkat/zone II dapat mendeteksi 20%-50% lokasi gangguan pada jaringan transmisi gardu induk berikutnya dan tingkat/zone III dapat menjangkau 50%-25% gangguan pada jaringan transmisi gardu induk berikutnya. Jadi kemungkinan akan kegagalan rele proteksi ini sangatlah kecil.
2. Berdasarkan evaluasi perbandingan antara perhitungan, dengan *setting* PT. PLN (Persero) G.I Bakaru - G.I Tello, terdapat perbedaan-perbedaan diantara kedua hasil tersebut yang dapat dilihat pada tabel 4.5. Kondisi perbedaan ini disebabkan oleh tingkat kerja relay yang berbeda-beda pada tiap zone.

#### **B. Saran**

Sistem pengamanan jaringan transmisi 150 KV dengan Relay Impedansi adalah sangat penting untuk di bahas pada bangku kuliah.

Penulis menyarankan supaya "Teknik Tegangan Tinggi" ini dapat dimasukkan dalam kurikulum mata kuliah pada Jurusan Teknik Elektro khususnya Teknik Listrik Unismuh Makassar.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Rida Ismu W. dan Soepratman, 2013. *instalasi Cahaya dan Tenaga I. Departemen P & K Direktorat Pendidikan Menengah dan Kejuruan.*
- Charles I.H. 2nd Edition. *Preventive Maintenance of Electrical Equipment USA :*
- Eugene C. Lister, 2013. *Mesin dan Rangkaian Listrik.* Jakarta : Airlangga.
- Mason, C. Russel, 2005, *The Art and Science Of Protective Relaying, John Wiley And Sons, inc., New York*
- Robert W.S , 1987. *Switcgear and Control Hand Book. USA : Me Graw Hill Book, Inc.*
- Ts. Mhd. Soeleman, 2013. *Kumpulan Kuliah Mesin Serempak dan Tak Serempak.* Elektronik ITB Bandung.
- Warrington, A.R.C. Van, 1978, Vol. 2 and 3, *Protective Relays,* Chapman and Hall, London..
- Zuhal, 1988. *Dasar dan Elektronika Teknik Tenaga Listrik Daya.* Jakarta : PT. Gramedia.

A. Daftar Relay

No.	Lokasi Pemasangan Relay	Kode Relay	Pabrik	Tipe Relay
<b>GARDU INDUK BAKARU</b>				
1	Penghantar 150 KV Parepare 1	44	Thoshiba	RYL2S
2	Penghantar 150 KV Polmas 2	44	Thoshiba	RYU2S
<b>GARDU INDUK POLMAS</b>				
1	Penghantar 150 KV Bakaru 2	44	Thoshiba	RYL2S
2	Penghantar 150 KV Parepare 1	44	ABB	REL511
<b>GARDU INDUK PAREPARE</b>				
1	Penghantar 150 KV Bakaru 1	44	Thoshiba	RYL2S
2	Penghantar 1 50 KV Polmas 2	44	ABB/MCGG52	REL511
3	Penghantar 1 50 KV Pangkep 2	44	Thoshiba	RYL2S
4	Penghantar 150 KV Pangkep 2	44	Thoshiba	RYL2S
5	Penghantar 150 KV Suppa 1	44	Siemens	7SA511v3
6	Penghantar 150 KV Suppa 2	44	Siemens	7SA511v3
7	Penghantar 150 KV Sidrap 1	44	Thoshiba	TC023B
8	Penghantar 150 KV Sidrap 2	44	Merlin Gerin	SEP AM 2000
<b>GARDU INDUK SUPPA</b>				
1	Penghantar 150 KV Parepare 1	44	Siemens	7SA51iv3
2	Penghantar 150 KV Parepare 2	44	Siemens	7SA511v3

## B. Data Saluran Transmisi

No.	Gardu Induk		Tegangan (KV)	Jarak (KM)	Jenis Penghantar
	Dari	Ke			
I	Bakaru	Pinrang	150	58,50	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
2	Bakaru	Parepare	150	84,90	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
3	Bakaru	Polewali	150	50,60	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
4	Polewali	Parepare	150	91,30	ACSR 2 X 245 mm <sup>2</sup>
5	Parepare	Suppa	150	7,50	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>
6	Pinrang	Parepare	150	26,40	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
7	Parepare	Barru	150	44,80	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
8	Parepare	Pangkep	150	89,20	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>
9	Parepare	Sidrap	150	18,49	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>
10	Sidrap	Soppeng	150	52,90	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
11	Soppeng	Bone	150	43,27	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
12	Sengkang	Soppeng	150	35,34	ACSR SEBRA 2 X 400 mm <sup>2</sup>
13	Barru	Pangkep	150	44,40	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>
14	Pangkep	Tello	150	44,25	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
15	Pangkep	Bosowa	150	30,42	ACSR 2 X 240 mm <sup>2</sup>
16	Bosowa	Tello	150	23,67	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>
17	Tello	Tello Lama	150	6,20	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>
18	Bone	Sinjai	150	110,0	ACSR 2X240 mm <sup>2</sup>

19	Sinjai	Bulukumba	150	68,00	RENCANA
20	Bulukumba	Bantaeng	150	32,00	RENCANA
21	Bantaeng	Jeneponto	150	31,00	RENCANA
22	Jeneponto	Takalar	150	52,00	RENCANA
23	Takalar	Tello	150	37,30	ACSR ZEBRA 2 X 430 mm2
24	Takalar	Sungguminasa	150	26,50	ACSR ZEBRA 2 X 430 mm2
25	Sungguminasa	Tello	150	10,90	ACSR ZEBRA 2 X 430 mm2



C. Daftar Relai Jarak Pada Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan

No.	Lokasi Pemasangan Relai	Pabrik	Type	CT <P/S))	PT (P/S)	Ket
1	GI. Bakaru	Toshiba Toshiba	RYL2S RYL2S	600/5	]50000/]110 150000/110	
	Penghantar Parepare 1			600/5		
	Penghantar Polewali 2					
2	GI. Polewali	Toshiba ABB	RYL2S REL511	800/5	150000/110	
	Penghantar Bakaru 2			800/5	150000/110	
	Penghantar Parepare 2					
3	GI. Parepare					-1
	Penghantar Polewali 2	ABB/MCG652	REL511	600/5	150000/110	
	Penghantar Bakaru 1	Tosiba	RYL2S	600/6	150000/110	
	Penghantar Pangkep 1,2	Tosiba	RYL2S	600/7	150000/110	
	Penghantar Sidrap 1	Tosiba	TCO23B	400/5	35000Q/UO	
	Penghantar Sidrap 2	Merling gerin	Sepam 2000	800/5	150000/110	
	Penghantar Suppa 1,2	Siemens	7SA511v3	600/5	150000/110	
4	GI. Suppa					
	Penghantar Parepare 1,2	Siemens	7SA511v3	600/5	150000/110	
5	GI. Sidrap					
	Penghantar Parepare 1	Tosiba	TCO23B	800/5	150000/110	
	Penghantar Parepare 2	Merlin gerin	Sepam 2000	400/5	150000/110	
	Penghantar Soppeng 1	Merlin gerin	Sepam 2000	400/5	150000/110	

	Penghantar Soppeng 2	Tosiba	TC023B	800/5	150000/110	
6	GI. Soppeng					
	Penghantar Sidrap 1	Merlin Gerlin	Sepam 2000	800/5	150000/110	
	Penghantar Sidrap 2	Toshiba	TC023	800/5	150000/110	
	Penghantar Bone 1	Toshiba	2IB TC023	40(V5	50000/110	
	Penghantar Bone 2	ABB	21B REL511	400/5	150000/110	
	Penghantar Sengkang 1,2	GEC Alsthom	Quadramho SHPM 101	800/5	150000/110	
7	GI. Sengkang					
	Penghantar Soppeng 1,2	GEC Alsthom	Quadramho SHPM 101	1000/1	150000/110	
8	GI Bone					
	Penghantar Soppeng 1	Toshiba	TC023	800/5	150000/110	
	Penghantar Soppeng 1,2	ABB	21B REL511	800/5	150000/110	
9	GI. Pangkep					
	Penghantar Parepare 1,2	Toshiba	RYL2S	600/5	150000/110	
	Penghantar Bosowa I	Toshiba	RYL2S	600/5	150000/110	
	Penghantar Tello 2	Toshiba	RYL2S	600/5	150000/110	
10	GI. Bosowa					
	Penghantar Pangkep 1	Toshiba	MXL1E	600/5	150000/110	
	Penghantar Tello 1	Toshiba	MXL1E	600/5	150000/110	
11	GI. Tello					
	Penghantar Bosowa 1	Toshiba	RYL2S	600/5	150000/110	

	Penghantar Pangkep 2	Toshiba	RYL2S	600/5	150000/110
	Penghantar Tellolama 1 .2	Toshiba	RYL2S	400/5	150000/110
	Penghantar S. Minasa 1,2	Toshiba	MXL1E	1600/5	150000/110
12	GI. Sunggununasa				
	Penghantar Tello 1.2	Toshiba	MXL1E Quadramho	1600/5	150000/110
	Penghantar Takalar 1 .2	GEC Alsthom	SHPM 101	1600/5	150000/110
13	GI. Takalar				
	Penghantar Sunguminasa 1.2	Toshiba	MXL1E	1600/5	150000/110
14	GI. Tello lama				
	Penghantar Tello 1,2	Toshiba	RYL2S	600/5	150000/110

Sumber : PT. PLN (Persero) Wil. VIII UP2B Sistem Sul-Sel



D. Konstanta Saluran Transmisi

PENGHANTAR	TEGANGAN (KV)	R(OHM/km)	X (Ohm/km)
ACSR 240 mm <sup>2</sup>	150	0,11830	0,4239
ACSR 400 mm <sup>2</sup>	150	0,06691	0,40263
ACSR 430 mm <sup>2</sup>	150	0,03970	0,2720
XLPE 325 mm <sup>2</sup>	70	0,23601	0,4333



E. Data Trafo Arus Dan Trafo Tegangan

No.	Gardu Induk	Trafo Arus (CT)		Trafo Tegangan (PT)	
		P(A)	S(A)	P(KV)	S(KV)
1	BAKARU	600	5	150/V3	110/V3
2	POLMAS	800	5	150/V3	110/V3
3	PAREPARE	800-600-400	5	150/V3	110/V3
4	SUPPA	600	5	150/V3	110/V3
5	SIDRAP	800-400	5	150/V3	110/V3
6	SOPPENG	800-100	5	150/V3	110/V3
7	BONE	800	5	150/V3	110/V3
8	SENGKANG	1000	1	150/V3	110/V3
9	PANGKEP	600	5	150/V3	110/V3
10	BOSOWA	600	5	150/V3	110/V3
11	TELLO	1600-600-400	5	150/V3	110/V3
12	SUNGGUMINASA	1600	5	150/V3	110/V3
13	TAKALAR	1600	5	150/V3	110/V3
14	TALLO LAMA	600	5	150/V3	110/V3

F. Setting Impedansi PLN

Lokasi Relai	Daerah Proteksi	Setting PLN	
		Z1,Z2,Z3(Ohm)	Waktu (detik)
GI Bakaru			
Penghantar Pare 1	Z1	26,500	Inst.
	Z2	46,491	0,4
	Z3	80,303	0,8
Penghantar Bakaru 2	Z1	22,000	Inst
	Z2	34,920	0,4
	Z3	34,920	0,4
GI Polewali			
Penghantar Pare 2	Z1	38,053	Inst.
	Z2	64,500	0,4
	Z3	64,500	0,4
Penghantar Bakaru 2	Z1	22,000	Inst.
	Z2	32,835	0,4
	Z3	32,835	0,4
GI Parepare	Z1	26,500	Inst.
	Z2	39,552	0,4
	Z3	39,552	0,4
Penghantar polewali 2	Z1	38,033	Inst
	Z2	64,500	0,4
	Z3	64,500	0,4
Penghantar Pangkep 1,2	Z1	28,000	Inst.
	Z2	41,791	0,4
	Z3	60,869	0,8
Penghantar sidrap 1.2	Z1	0,7358	Inst
	Z2	24,200	0,4
	Z3	42,615	1,2

Penghantar suppa 2	Z1	0,2323	Inst
	Z2	0,3485	0,4
	Z3	0,3485	0,4
GI Pangkep	Z1	27,500	inst.
	Z2	49,107	0,8
	Z3	80,882	1,4
Penghantar Tello 1 (Via Bosowa)	Z1	14,000	Inst
	Z2	20,588	0,4
	Z3	25,000	0,8
Penghantar Tello 2	Z1	16,757	Inst.
	Z2	25,136	0,4
	Z3		-
VL GI Tello	Z1	14,000	Inst.
	Z2	20,895	0,4
	Z3	35,000	1,1
Penghantar pangkep 2	Z1		
	Z2	16,757	Inst
	Z3		
Penghantar Tello Lama	Z1	0,1950	Inst .
	Z2	15,000	0,4
	Z3	15,000	0,4
Penghantar Sungguminasa 1,2	Z1		
	Z2	0,5207	Inst
	Z3		
GI Sungguminasa	Z1	0,5260	Inst.
	Z2	0,9360	0,4
	Z3	59,300	0,4
Penghantar Takalar 1,2	Z1	1,36	Inst
	Z2	2,3	0,4
	Z3	3,4	0,4
GI Tello Lama	Z1	0,1950	Inst.

	Z2	13,000	0,4
	Z3	39,000	1,1
GI Sidrap	Z1	0,7358	Inst.
	Z2	55,757	0,4
	Z3	64,285	1,4
GI Soppeng	Z1	13,728	Inst
	Z2	29,760	0,4
Penghantar Sengkang	Z3	29,760	0,4
Penghantar Bone 1,2	Z1	17,219	Inst
	Z2	52,380	0,4
	Z3	52,380	0,4
Penghantar Sidrap 1,2	Z1	21,052	Inst
	Z2	26,939	0,4
	Z3	48,083	0,8
GI Sengkang	Z1	85,689	Inst
	Z2	174,794	0,4
	Z3	253,889	1,1
GI Bone	Z1	17,219	Inst.
	Z2	34,061	0,4
	Z3	87,542	1,1

