

# Analisa Proteksi Auto Recloser pada Sistem 150kV Penghantar Menggala – Gumawang 2 Di Gardu Induk Menggala

Dasweptia<sup>1</sup>, Nano Prasetyo Wibowo<sup>2</sup>, Hendra Widodo<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Lampung  
Jl. H. Zainal Abidin Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35142  
\*E-mail: [dasweptiadj@gmail.com](mailto:dasweptiadj@gmail.com), [nanoprasetyo92@gmail.com](mailto:nanoprasetyo92@gmail.com)

## Abstract

Auto Recloser (AR) is one of the 150 kV SUTT safety equipment that functions to anticipate momentary disturbances so that power outages can be anticipated, so that the outage area does not expand so that the continuity of power distribution remains reliable. This research was carried out by collecting data from the Menggala Substation and about Auto Reclose to be able to find out what Auto Reclose is, how the working principle and settings of Auto Reclose, what are the components of Auto Reclose and what is related to *Auto Reclose*, then the data attached to the gumawang 2 conductor is analyzed, from the results of the analysis is expected to be used as a reference in conducting *Auto Restore settings*. Based on the results of this study, *Auto reclose relay* is applied to gumawang 2 conductors using TPAR (*Theree Phase Auto Reclose*) type system *settings* and adding Zero Voltage Relay (RTN) to the 1#30 MVA transformer protection mini substation with time *setting* the same as *distance Zone 1*, namely 0s / Instant, so as to avoid *auto energize* on the transformer at the Mini Substation.

Keywords: *Auto Recloser*, RTN, PMT150kV

## 1. Pendahuluan

PLN sebagai perusahaan yang asset sensitive, dimana pengelolaan aset memberi kontribusi yang besar dalam keberhasilan usahanya, perlu melaksanakan pengelolaan aset dengan baik dan sesuai dengan standar pengelolaan aset. Parameter biaya, Unjuk kerja, dan Risiko harus dikelola dengan proporsional sehingga aset bisa memberikan manfaat yang maksimum selama masa manfaatnya.

Saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkitan ke pusat-pusat beban melalui saluran tegangan ekstra tinggi 500 dan 275 kV, Trafo penurunan akan merendahkan tegangan ekstra tinggi ini menjadi tegangan Tinggi 150 dan subtransmisi 70 kV, yang kemudian di gardu induk (GI) diturunkan lagi menjadi tegangan distribusi primer 20 kV. Pada gardu induk distribusi yang tersebar di pusat-pusat beban, tegangan diubah oleh trafo distribusi menjadi tegangan rendah 220/380 V. Pengaman sistem transmisi tenaga listrik merupakan salah satu unsur dari pemenuhan pelayanan. *Auto Recloser* (AR) merupakan salah satu peralatan pengaman SUTT 150 kV yang berfungsi untuk mengantisipasi gangguan sesaat sehingga pemadaman listrik dapat diantisipasi, sehingga daerah pemadaman tidak meluas

sehingga kontinuitas penyaluran tenaga listrik tetap handal, dikarenakan sering terjadi gangguan - gangguan yang bersifat temporary atau sementara pada Jaringan SUTT, dimana gangguan-gangguan tersebut akan hilang setelah trip-nya PMT atau *Circuit Breaker* (CB) sebagai pemutus arus saat terjadi gangguan. Untuk menjaga kesinambungan pelayanan ke konsumen pada kondisi terjadinya gangguan temporary serta mempertahankan stabilitas sistem, maka dipasanglah *relay* kehandalan *Auto Recloser*.

Penghantar Menggala-Gumawang 1 dan 2 pada gardu Induk Menggala merupakan penghantar yang penting dikarenakan penghantar tersebut mensupply energi listrik ke Gardu Induk Gumawang, mesuji dan Gardu Induk Mini yang memiliki beban yang tinggi, dan pada Jaringan tersebut sering mengalami gangguan yang sifatnya temporer, seperti petir, pembakaran tanaman tebu dan lain-lain, sehingga di butuhkan Auto reclose agar kontinuitas penyaluran tidak terganggu, dikarenakan begitu diperlukannya peran relay Autoreclose ini agar tidak mengganggu kelancaran saat sedang mentransfer energi listrik, maka untuk menghindari adanya kesalahan fungsi */malfuncntion* yang disebabkan dari peralatan relay tersebut maka diperlukan *setting* waktu yang akurat,

agar nilai setelan pada relay yang terpasang sesuai dengan kebutuhan sistem yang ada, serta diharapkan peralatan relay tersebut mampu mengatasi gangguan-gangguan dengan respon yang cepat dan tepat.

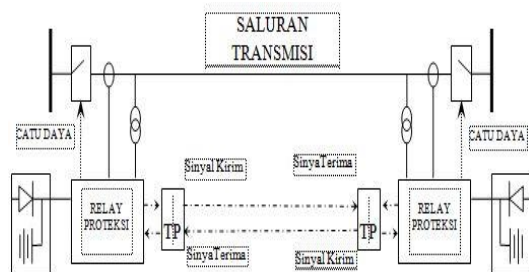
Berdasarkan latar belakang permasalahan ini penulis memilih Penghantar Gumawang 2 Sebagai objek penelitian dikarenakan SUTT pada Penghantar ini tepatnya pada tower 56 dibebani oleh Trafo 1 #30 MVA GIS Mobile Substation / Gardu Induk Mini Tulang Bawang Barat dengan *Single Line Model Taping Single line*. Oleh karena itu penulis tertarik untuk mengangkat sebuah topik bahasan dalam laporan skripsi ini yang berjudul: "Analisa Proteksi Auto Recloser Pada Sistem 150kV Penghantar Menggala – Gumawang 2 di Gardu Induk Menggala".

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Proteksi Penghantar

Memulai tulisan pada sub metodologi ditulis Secara umum Proteksi Penghantar adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mengamankan/mengisolir penghantar (Saluran Udara/Saluran Kabel) tegangan tinggi atau tegangan extra tinggi dari gangguan temporer dan gangguan permanent yang terjadi pada penghantar tersebut.

Komponen sistem proteksi terdiri dari trafo arus / Current Transformator (CT), trafo tegangan / Voltage Transformator (PT/CVT), relay proteksi, pemutus tenaga (PMT), catu daya rangkaian pengawatannya (wiring) dan teleproteksi. Secara Umum, bagian dari sistem proteksi penghantar dapat digambarkan pada gambar 2.1 sebagai berikut.



**Gambar 1.** Typical Komponen Sistem Proteksi SUTT

Relay merupakan kunci kelangsungan kerja dari suatu sistem tenaga, maka untuk menjamin keandalan dari sistem tenaga yang bersangkutan, relay proteksi atau pengamanan harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Cepat
2. Selektivitas
3. Kepekaan
4. Keandalan

### 2.2. Komponen Sistem Proteksi

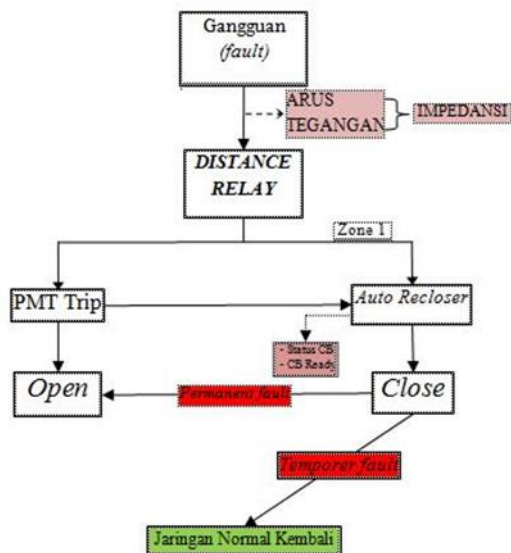
Komponen sistem proteksi secara umum terdiri dari beberapa peralatan listrik, adapun peralatan yang digunakan dalam sistem proteksi yaitu sebagai berikut:

1. Saluran Transmisi  
Secara umum Saluran transmisi pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) merupakan rangkaian peralatan listrik yang dirangkai sedemikian rupa hingga membentuk satu kesatuan yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari suatu tempat ke tempat lainnya, adapun bagian-bagian dari saluran transmisi yaitu sebagai berikut:
  - a. Konduktor
  - b. Isolator
  - c. Tower / Tiang Penyangga
2. *Current Transformer* (CT)  
Current transformator (CT) Trafo arus pada penghantar berfungsi untuk menurunkan arus bolak balik yang besar menjadi arus bolak balik yang kecil sesuai dengan kebutuhan instrumentasi yang tersambung.
3. *Voltage Transformer* (VT/CVT)  
Pada dasarnya, prinsip kerja trafo tegangan sama dengan prinsip kerja pada trafo arus. Pada trafo tegangan perbandingan transformasi tegangan dari besaran primer menjadi besaran sekunder ditentukan oleh jumlah lilitan primer dan sekunder.
4. Pemutus (PMT)  
Pemutus Tenaga (PMT) / *Circuit Breaker* (CB) adalah saklar yang digunakan untuk menghubungkan / memutuskan arus/daya listrik sesuai ratingnya.
5. Teleproteksi  
Teleproteksi merupakan rangkaian peralatan yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal dari gardu induk yang satu ke gardu induk lain didepannya atau yang berhadapan, untuk dapat memberikan perintah trip seketika.
6. Catu daya rangkaian pengawatan  
Catu daya rangkaian pengawatan yaitu peralatan listrik berupa baterai yang berfungsi sebagai sumber tenaga untuk mentriapkan PMT, dan relay statistik dan relay bantu pada peralatan proteksi yang kemudian dirangkai sedemikian rupa berupa pengawatan (*Wiring*) sehingga membentuk sebuah satu

kesatuan, dengan fungsi fungsi tertentu.

### 2.3. Auto Reclose Relay

Auto Reclose Relay (AR) merupakan relay yang berfungsi untuk memberi perintah close setelah proteksi utama penghantar memberi perintah trip. Apabila gangguan bersifat temporer maka posisi terakhir PMT setelah ada perintah close dari PMT adalah dalam kondisi tertutup dan sistem kembali normal. Apabila gangguan bersifat permanen maka AR akan memberi perintah close setelah PMT trip, namun PMT akan kembali ditripkan lagi oleh proteksi utama. Seperti yang di tunjukan pada gambar 2.



Gambar 2. Prinsip Kerja Autoreclose

#### 1. Klasifikasi Pola Autoreclose

##### a. Berdasarkan waktu kerjanya

###### 1) Cepat (Highspeed)

Highspeed adalah penutup balik otomatis dengan waktu tunda < 1 detik. Autoreclose 1 (satu) Fasa, 3 (tiga) Fasa dan 1+3 (satu atau tiga) fasa

###### 2) Lambat (Delayed)

Lowspeed adalah penutup balik otomatis dengan waktu tunda > 1 detik. Autoreclose lambat untuk 3 (tiga) fasa

##### b. Berdasarkan jumlah fasa yang trip

###### 1) Satu fasa (Single Phase)

Single Phase Auto Reclose (SPAR) yaitu kondisi dimana Salah Satu fasa pada penghantar terjadi gangguan 1 fasa dan PMT mereclose kembali 1 fasa tersebut.

###### 2) Tiga fasa (Three Phase)

Three Phase Auto Reclose (TPAR) Yaitu Kondisi dimana 1/ lebih fasa

pada penghantar mengalami gangguan dan PMT mereclose ke 3 fasa tersebut secara bersamaan.

##### c. Berdasarkan jumlah penutupan balik

###### 1) Penutup Balik Satu Kali (Single shot)

###### 2) Penutup Balik beberapa kali (Multiple Shot)

Untuk proteksi saluran transmisi Auto Reclose hanya dioperasikan single shot dengan mempertimbangkan dampak gangguan permanen terhadap kerusakan peralatan.

Pemilihan pola A/R dengan waktu reclose cepat atau lambat harus mempertimbangkan persyaratan pada kedua ujung saluran antara lain:

- Kemungkinan reclose pada gangguan permanen;
- Kemungkinan gagal sinkron pada saat reclose;
- Salah satu sisi tersambung pada unit pembangkit;
- Penutupan PMT pada ke2 ujung saluran yang tidak bersamaan.

#### 2. Pengoperasian A/R Cepat (high Speed A/R)

Pengoperasian A/R cepat dapat diterapkan bila persyaratan di bawah ini dipenuhi:

- a. Siklus kerja (duty cycle) dari PMT sesuai operasi dengan A/R cepat.
- b. Kemampuan poros mesin (terutama yang berporos panjang) dan belitan stator generator perlu diperhatikan, sehingga pengoperasian high speed A/R 3 fasa pada SUTT di GI Pembangkit atau yang dekat pembangkit dilakukan setelah ada kepastian bahwa operasi high speed A/R 3 fasa tidak membahayakan mesin pembangkit.

#### 3. Penerapan A/R cepat 1 (Satu) Fasa

Dapat diterapkan pada konfigurasi atau sistem berikut:

- a. SUTT Jaringan radial sirkit tunggal atau ganda.
- b. SUTT jaringan looping sirkit tunggal atau ganda.

#### 4. Penerapan A/R cepat 3 (Tiga) Fasa

Dapat diterapkan pada konfigurasi atau sistem berikut:

- a. SUTT Jaringan radial ganda.
- b. SUTT jaringan looping sirkit tunggal atau ganda.

#### 5. Pengoperasian A/R Lambat

Pengoperasian A/R lambat hanya diterapkan pada A/R tiga fasa. Penerapan A/R lambat 3

(tiga) fasa dapat diterapkan pada konfigurasi atau sistem:

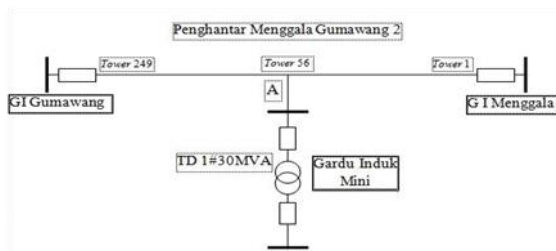
- a. SUTT Jaringan *radial sirkit* tunggal atau ganda.
- b. SUTT jaringan *looping sirkit* tunggal atau ganda.

6. Kondisi *Auto Reclose* tidak boleh bekerja Autoreclose tidak boleh bekerja pada kondisi:

- a. PMT dibuka secara manual atau beberapa saat setelah PMT ditutup secara manual.
- b. PMT *trip* oleh *Circuit Breaker Failur* (CBF) atau *Direct Transfer Trip* (DTT).
- c. PMT *trip* Oleh Proteksi Cadangan (Z2,Z3, OCR/GFR).
- d. PMT *trip* Oleh *out of step protection* (Bila ada pola *out of step trip*)
- e. PMT *trip* oleh *Switch On To Fault* (SOTF).

7. Kondisi *Auto Reclose* tidak boleh diterapkan

- a. SKTT (Saluran Kabel Tegangan Tinggi)
  - a. Pola *auto reclose* satu fasa dan tiga fasa tidak boleh diterapkan pada SKTT, karena gangguan yang sering terjadi pada SKTT adalah gangguan permanen.
- b. SUTT yang terhubung ke Trafo dengan sambungan *T/single taping diagram* dimana pada titik A pada single line diagram tersebut tidak ada proteksi bay penghantar, seperti pada gambar 3.



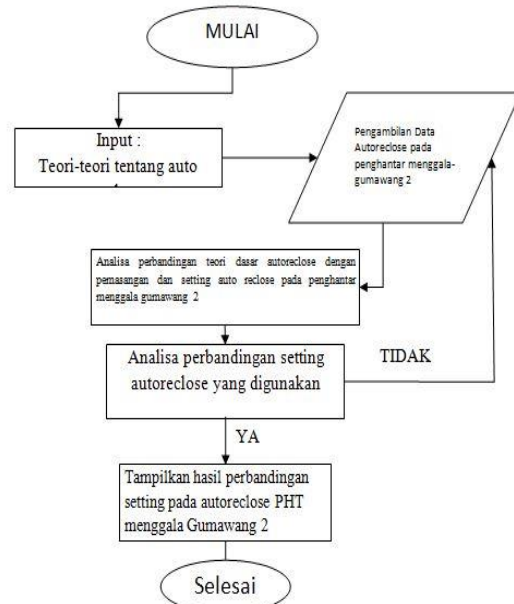
**Gambar 3.** SUTT yang tersambung ke trafo dengan sambunngan *T/Single Taping Diagram*.

#### 2.4. Metode Penelitian

1. Observasi  
Pengambilan data yang sesuai dengan lokasi penelitian untuk selanjutnya di analisis. Observasi
2. Literatur  
Pengambilan data yang dilakukan dengan cara membaca literature-literatur atau teori-teori yang berkaitan dengan topik bahasan pada penelitian ini.
3. Wawancara  
Metode ini dilakukan dengan cara menanyakan hal-hal yang sekiranya belum penulis ketahui kepada pembimbing lapangan.
4. Bimbingan

Metode ini dilakukan dengan cara meminta bimbingan untuk hal yang berkaitan dengan analisa dari penelitian ini dari pembimbing, baik dosen maupun di lapangan.

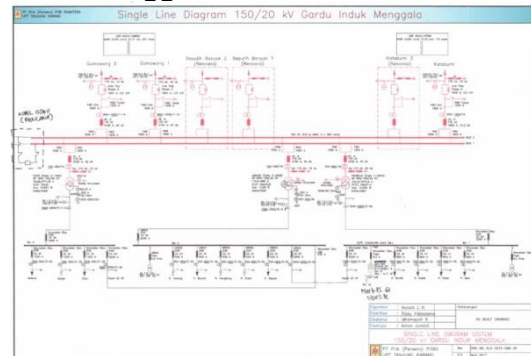
#### 2.5. Diagram Penelitian



**Gambar 4.** Diagram Alur

### 3. Hasil Penelitian dan pembahasan

#### 3.1. Data Sistem pada Gardu Induk Menggala



**Gambar 5.** Single Line Diagram GI Menggala

Penghantar 150kV Menggala-Gumawang 2 dengan panjang total jaringan 91,77 Km, menggunakan jenis penghantar AAAC 150 mm<sup>2</sup>, ACSR 2x435 mm<sup>2</sup>, CCC 1830 A.

**Tabel 1.** Panjang Jenis Penghantar dari PHT Menggala-Gumawa 2

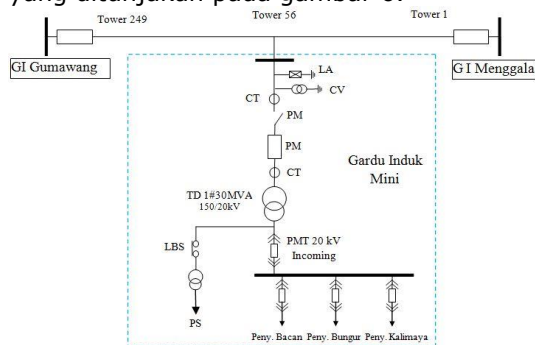
No	Phase	Jenis Penghantar kawat/kabel	Ukuran (mm <sup>2</sup> )	Panjang (km)
1	R	kawat ACSR	2x435	91,77
2	S	kawat ACSR	2x435	91,77
3	T	kawat ACSR	2x435	91,77

**Tabel 2.** Impedansi Jenis Penghantar pada Menggala-gumawang 2

No	Jenis Penghantar	Ukuran (mm <sup>2</sup> )	Impedansi urutan positif (Z1)	Impedansi urutan positif (Z0)
1	ACSR	2x435	0,03562 + j 0,26674	0,48517 + j 1,52918

**3.2. Data Sistem pada Gardu Induk Mini**

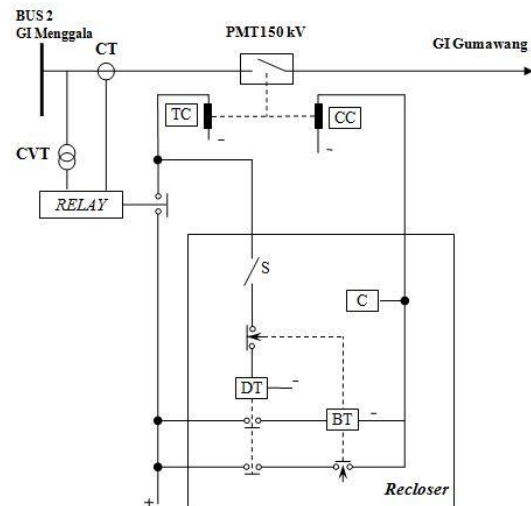
Pada Gardu Induk Mini Terdapat 1 unit trafo tenaga dengan kapasitas 30 MVA dan tegangan kerja 150/20 kV dan 3 penyulang 20 kV, dimana Trafo I dengan kapasitas (30 MVA) memasok 3 Penyulang Yaitu penyulang Bacan, Penyulang Bungur dan Penyulang Kalimaya, yang terhubung pada penghantar Menggala-Gumawang 2 Pada Tower 56, dengan model single diagram taping, Seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Single Line Diagram Gardu Induk Mini Tulang Bawang Barat

**3.3. Cara kerja relay Auto Reclose**

Auto Reclose atau Penutup balik adalah suatu alat yang fungsinya adalah untuk keandalan sistem yaitu akan memasukan PMT (Pemutus Tenaga) secara otomatis apabila terjadi gangguan yang bersifat temporer pada SUTT/SUTET. Gangguan yang bersifat temporer adalah gangguan hubung tanah dan sering terjadi, maka untuk memenuhi pelayanan energi listrik secara kontinyu maka perlu adanya pemasangan penutup balik tersebut.



**Gambar 7.** Prinsip Kerja Auto Recloser

Prinsip Kerjanya bila terjadi gangguan adalah sebagai berikut:

Kondisi normal Switch S Recloser menutup, bila terjadi gangguan temporer maka relay akan bekerja dan memberikan perintah trip PMT pada saat itu juga recloser mulai bekerja saat mendapat tegangan positif dari relay, maka elemen yang start adalah :

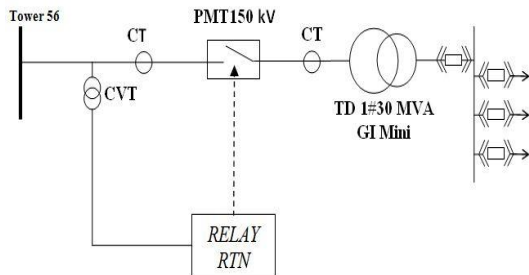
1. *Elemen Dead Time (DT)*, setelah beberapa waktu elemen DT menutup kontaknya dan memberi perintah PMT untuk masuk, bersamaan itu juga mengenergise *elemen BT (Blocking Time)*.
2. *Elemen BT* ini segera membuka rangkaian *closing coil* PMT sehingga PMT tidak akan bisa *reclose*.
3. Setelah waktu *elemen BT* terlampaui sesuai setingnya maka *elemen BT* akan reset kembali. Selanjutnya *elemen DT* akan siap kembali untuk melakukan reclos PMT kembali bila terjadi gangguan baru lagi.

*Setting* (setelan) *Dead Time (DT)* secara umum 1 detik dan *Blocking Time (BT)* adalah 40 detik. Secara umum setting sistem recloser ada 2 jenis, yaitu :

1. *SPAR (Single Pole Auto Recloser)* yaitu PMT yang dapat bekerja satu phase saat terjadi gangguan dan hanya menutup balik PMT 1 *phase* pada jaringan yang terdapat gangguan tersebut, secara umum digunakan di SUTT/SUTET, pada SPAR ini PMT yang digunakan untuk SUTT/SUTET harus menggunakan jenis PMT *Single Pole*.
2. *TPAR (Tree Pole Auto Recloser)* yaitu PMT yang bekerja melepaskan beban langsung 3 pasa secara bersamaan saat terjadi gangguan pada penghantar tersebut walaupun hanya 1 phase yang mengalami

gangguan, dan dikarnakan pada penghantar menggala-gumawang 2 terdapat beban trafo1 #30 MVA yang terhubung secara taping seperti pada gambar 2.18 maka jenis sistem reclose yang digunakan pada penghantar tersebut menggunakan jenis TPAR (*Tree Pole Auto Reclose*).

### 3.4. Cara Kerja Relay RTN

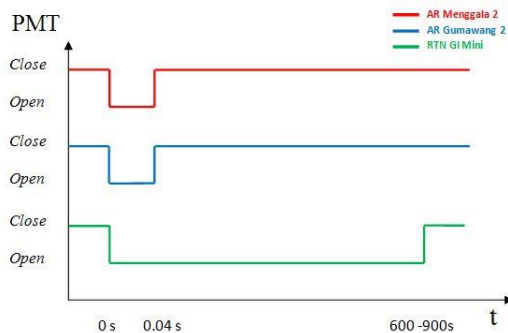


Gambar 7. Prinsip Kerja Relay RTN

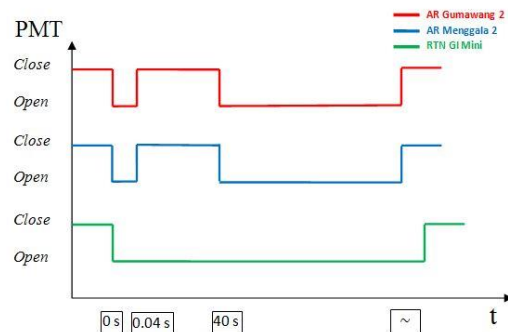
Prinsip Kerjanya bila terjadi gangguan Yaitu Kondisi normal CVT membaca tegangan 150kV pada penghantar, apabila terjadi hilang tegangan dari 150kV menjadi 0 kV pada saat terjadi gangguan maka relay RTN akan memberikan perintah trip ke PMT melalui *logout*.

### 3.5. Kordinasi waktu kerja relay distance, auto recloser dan RTN

Berdasarkan seting waktu kerja yang terdapat pada *setting relay auto reclose* dan RTN pada penghantar Menggala-gumawang 2 dan waktu kerja relay RTN pada Gardu Induk Mini maka di dapat gambar grafik di bawah ini:



Gambar 8. Grafik waktu kerja AR dan RTN Saat gangguan Temporer



Gambar 9. Grapik waktu kerja AR dan RTN Saat gangguan Permanen

Pada Gambar 8. dan Gambar 9. menjelaskan bahwa Saat terjadi gangguan zona satu pada sisi gardu induk menggala

- Ketika terjadi sebuah gangguan distance Zona 1 dengan jarak gangguan kurang dari 80% dari panjang sirkit terhitung dari gardu induk menggala, dan masuk Zona 2 pada sisi GI Gumawang maka arus yang mengalir melalui CT dan tegangan yang melalui VT ke sisi sekunder terbaca oleh *Distance Relay* sehingga mentription *circuit breaker* yang ada pada sisi gi menggla.
- Kemudian *relay distance* akan mengirim sinyal receive pada melalui teleproteksi kepada PMT 150 kV sisi gumawang untuk kemudian metription PMT dengan waktu Zona 1 Gi menggala,
- Kemudian saat terjadi trip pada penghantar dengan waktu yang bersamaan *relay RTN* akan memerintahkan PMT 150 kV GI Mini utuk open dengan setting waktu 0 s atau Instan.
- Kemudian *Distance Relay* akan menginisiasi perintah reclose ke kontak Auto Recloser setelah PMT trafo 1#30 MVA pada Gi mini open, dan memonitor sudut phase, tegangan dan frekuensi oleh *Synchrocheck Relay*, maka akan sampai ke closing coil untuk menutup kembali circuit breaker 150kV dengan setting waktu 0.04 detik pada ke2 sisi penghantar tersebut.
- Kontak *Auto Recloser* akan menutup setelah beberapa detik, sesuai setting reclose (dead time) dimana setting dead time yang digunakan pada penghantar gumawang 2 yaitu 1s. Tujuan memberikan tunda waktu adalah memberi kesempatan agar gangguan tersebut hilang dari sistem, terutama gangguan yang bersifat *temporer*.
- Apabila yang terjadi gangguan permanen seperti yang ditunjukkan padagambar 4.14, maka Auto Recloser melalui tripping coil akan membuka kembali circuit

breaker 150kV sesuai setting reclaim time yang ditentukan dan kemudian lock out, dimana setting reclaim time yang digunakan adalah 40s.

- Setelah gangguan permanen dibebaskan oleh petugas, maka baru dapat dikembalikan pada keadaan normal dengan berkordinasi dengan Dispatcher pengatur beban sumatra bagian selatan.
- Waktu yang dibutuhkan untuk penormalan setelah penghantar tersebut mengalami gangguan permanen tergantung dari seberapa cepat penemuan penyebab gangguan yang terjadi dan saat berkoordinasi dengan UPB dengan mempertimbangkan kondisi sistem yang ada.
- Setelah kondisi penghantar normal, kemudian PMT pada trafo 1#30 MVA dimasukan secara manual oleh operator gardu Induk Mini.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pembahasan dan penelitian maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. *Auto reclose* sangat penting dalam proses penyaluran energi listrik pada penghantar Menggala-Gumawang 2 sebagai suplay untuk gardu Induk gumawang dan Mesuji sehingga *relay Auto Reclose* tetap diterapkan walaupun terdapat beban trafo 1#30 mva GI Mini,
2. *Setting Sistem Auto Reclose* yang digunakan pada penghantar Menggala-Gumawang 2 yaitu jenis TPAR (*Theree Pole Auto Reclose*).
3. *Auto Reclose* dapat diterapkan pada penghantar / saluran udara tegangan tinggi (SUTT) yang dibebani oleh trafo dengan *model single taping diagram* dengan dipasang *relay RTN* seperti yang terpasang pada trafo1#30MVA Gardu Induk mini untuk menghindari *auto energize* pada trafo saat PMT pada Penghantar Menggala-Gumawang2 *Reclose*.
4. Waktu kerja *relay RTN* sama dengan waktu *trip* pertama *distance relay* zona 1, yaitu 0s atau Instan,
5. *Setting dead time* dan *Reclaim time* pada penghantar menggala gumawang 2 yaitu 1s dan 40s

Dikarnakan begitu pentingnya *relay auto recloser* pada penghantar Gumawang 2 maka di sarankan :

1. Lakukan pemeliharaan rutin dan pastikan kondisi terminal pada rangkaian *relay auto reclose* terpasang dengan kencang dan baik

2. Lakukan pengawasan langsung jika di perlukan dibuatkan *cheklis* kondisi *relay* bahwa *relay* tersebut dalam keadaan siap dan *healty*
3. Dikarnakan pada penghantar menggala Gumawang 2 terdapat beban trafo 1#30 MVA maka saat menseting waktu *trip* PMT patikan *trip* pada PMT trafo 1#30 MVA sama dengan *trip* pada PMT penghantar Menggala-Gumawang 2 dan lebih cepat dari waktu *setting Auto recloser*.

#### Daftar Pustaka

Arismunandar, Teknik Tenaga Listrik Jilid 2 hal 79. Krisnadi, iwan," Analisis Pengujian *Auto Recloser Circuit Breaker* 150kV Menggunakan Alat Uji DOBLE F6150" <[https://www.academia.edu/32869553/Analisis\\_Pengujian\\_Auto\\_Recloser\\_Circuit\\_Breaker\\_150kV\\_Menggunakan\\_Alut\\_Uji\\_DOBLE\\_F6150](https://www.academia.edu/32869553/Analisis_Pengujian_Auto_Recloser_Circuit_Breaker_150kV_Menggunakan_Alut_Uji_DOBLE_F6150)> (diakses tanggal:20 Juli 2019)

Mardensyah, adrial, "koordinasi setelan *relay proteksi* pada saluran udara tegangan tinggi gardu induk Gambir lama- pulo mas", Jakarta 2008.

PT.PLN. "Buku Pedoman Pemeliharaan *Current Transformer (CT)*" SPLN 0520: Oktober 2014, PLN hal 1.

PT.PLN. "Buku Pedoman Pemeliharaan *Proteksi Dan Kontrol Penghantar*" SPLN 114: Maret 2010, PLN hal 7.

PT.PLN. "Buku Pedoman Pemeliharaan *Proteksi Dan Kontrol Penghantar*" SPLN 0520: Oktober 2014, PLN hal 1.

PT.PLN. "Buku Pedoman Pemeliharaan *Voltage Transformer (VT/CVT)*" SPLN 0520 : Oktober 2014, PLN hal 1.

PT.PLN. "Buku Pedoman Pemeliharaan Komunikasi dan Teleproteksi (VT/CVT)" SPLN 0520: Oktober 2014, PLN hal 1.

PT.PLN. 2008. "Diklat Pengenalan *Proteksi Penghantar (SUTT/SUTET)*" Padang : Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Sumatera.

PT.PLN. "Pedoman Dan Petunjuk Sistem *Proteksi Transmisi Dan Gardu Induk*" Edisi Pertama: September 2013, PLN hal 6.

PT.PLN. "Pedoman Dan Petunjuk Sistem *Proteksi* Transmisi Dan Gardu Induk"  
Edisi Pertama: September 2013, PLN  
hal 6.

Ramadhan, muhammad aziz, 2009,"Dasar-dasar sistem *proteksi* tegangan tinggi"  
<[https://www.academia.edu/7331162/Materi-2 dasar -sistem-proteksi-tt](https://www.academia.edu/7331162/Materi-2_dasar_sistem_proteksi-tt)>  
(diakses tanggal : 22 Juli 2019)

Santoso,budi, 2009," Relay Penutup Balik /  
*Auto Reclose Relay*"<[https://budi54n.wordpress.com/2009/08/18/relay-penutup-balik-auto reclose-relay/](https://budi54n.wordpress.com/2009/08/18/relay-penutup-balik-auto-reclose-relay/)> (diakses tanggal:25 Juli 2019)

UIP3B Sumatera,"Perhitungan *setting Proteksi*, sistem manajemen mutu ISO 9001 : 2018"