

ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENEMPATAN *FUSE CUT OUT* (FCO) TERHADAP *LIGHTNING ARRESTER* (LA) PADA GARDU DISTRIBUSI ULP DAYA

Satriani Said Akhmad¹⁾, Ashar AR²⁾, Muhammad Fadris Maskun³⁾

^{1,2,3} Teknik/Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

satrianisaid86@gmail.com¹⁾, ashar_ar@poliupg.ac.id²⁾, muhammadfadris24@gmail.com³⁾

Abstrak

Penempatan sistem proteksi pada transformator distribusi di gardu portal terdapat dua penempatan, yaitu penempatan *arrester* sebelum *fuse cut out* dan penempatan *arrester* setelah *fuse cut out*. Kedua penempatan tersebut mempengaruhi cara kerja *arrester* tersebut. Penempatan *arrester* sesudah *fuse cut out* merupakan kontruksi baru tiang distribusi yang sedang diterapkan keseluruhan gardu tiang tipe portal oleh PLN. Pemasangan *arrester* sesudah *fuse cut out* dapat dikatakan lebih efektif dan dapat bekerja secara optimal, karena apabila terjadi gangguan sambaran petir, gelombang surja tersebut menyambar ke arah *fuse cut out* dimana yang pertama kali akan memutuskan ialah *fuse cut out*, sehingga terdapat sebuah chopin pada *arrester* sehingga tegangan surja petir yang masuk menuju transformator sangatlah kecil dan juga sebagai pengaman transformator sangat efektif terhadap jaringan distribusi 20 kV. Dengan tujuan untuk menentukan prinsip kinerja *fuse cut out* dan *lightning arrester* ketika terjadi gangguan surja petir di ULP Daya dan membandingkan pengaruh penempatan *fuse cut out* terhadap *lightning arrester* pada perbedaan tempat apabila terjadi gangguan surja petir di ULP Daya.

Keywords: transformator, fuse cut out, arrester, surja petir

I. PENDAHULUAN

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk mendistribusikan tenaga listrik pada konsumen tegangan menengah maupun tegangan rendah. Sehingga gardu distribusi merupakan komponen yang penting dalam suatu sistem distribusi dan membutuhkan keandalan tinggi.

Salah satu komponen pada gardu distribusi adalah trafo yang berfungsi sebagai penurun tegangan (*step down transformer*), yang menurunkan tegangan 20 kV (tegangan menengah) menjadi 400/230 V (tegangan rendah). Karena trafo terhubung dengan saluran udara 20 kV dan penempatannya di tempat terbuka sehingga pada trafo dapat terjadi gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir secara langsung atau sambaran petir tidak langsung (induksi). Sambaran petir akan menimbulkan tegangan lebih yang tinggi melebihi kemampuan isolasi trafo sehingga dapat menyebabkan kerusakan isolasi yang fatal.

Terdapat 2 metode penempatan *Lightning Arrester* (LA) dan *Fuse Cut Out* (FCO) sebagai proteksi pada gardu distribusi yaitu penempatan *Lightning Arrester* (LA) sebelum *Fuse Cut Out* (FCO) dan penempatan *Lightning Arrester* setelah *Fuse Cut Out* (FCO). Masing-masing metode memiliki dampak yang berbeda dalam mengatasi gangguan tegangan impuls petir yang datang (Buku IPT PLN, 2010).

Oleh karena itu pada penelitian ini membahas mengenai pengaruh penempatan *Lightning Arrester* dan *Fuse Cut Out* (FCO) sebagai proteksi trafo distribusi

terhadap gangguan tegangan impuls petir dan akan didapatkan metode penempatan yang tepat sebagai proteksi transformator distribusi

II. KAJIAN LITERATUR

A. Fuse Cut Off

Pada sistem distribusi *fuse cut out* yang digunakan mempunyai prinsip kerja melebur, apabila dilewati oleh arus yang melebihi batas arus nominalnya. Biasanya *Fuse Cut Out* dipasang setelah PTS maupun LBS untuk memproteksi feeder dari gangguan hubung singkat dan dipasang seri dengan jaringan yang dilindunginya, *fuse Cut Out* juga sering ditemukan pada setiap transformator.

Penggunaan *fuse cut out* ini merupakan bagian yang terlemah di dalam jaringan distribusi. Karena *fuse cut out* boleh dikatakan hanya berupa sehelai kawat yang memiliki penampang disesuaikan dengan besarnya arus maksimum yang diperkenankan mengalir di dalam kawat tersebut. Pemilihan kawat yang digunakan pada *fuse cut out* ini didasarkan pada faktor lumer yang rendah dan harus memiliki daya hantar (*conductivity*) yang tinggi. Faktor lumer ini ditentukan oleh temperatur bahan tersebut. Biasanya bahan-bahan yang digunakan untuk *fuse cut out* ini adalah kawat perak, kawat tembaga, kawat seng, kawat timbel atau kawat paduan dari bahan – bahan tersebut. Pada umumnya diantara kawat diatas, yang sering digunakan adalah kawat logam perak, hal ini karena logam perak memiliki Resistansi Spesifik ($\mu\Omega/\text{cm}$) yang paling rendah dan Titik Lebur ($^{\circ}\text{C}$) yang rendah.

B. Arrester

Arrester merupakan alat pelindung atau pengaman bagi peralatan sistem distribusi apabila terjadi masalah pada surja petir dengan cara membatasi tegangan lebih dan tegangan lebih ini di alirkan ketanah. *Arrester* di pasang sedekat mungkin pada peralatan yang dilindungi yang

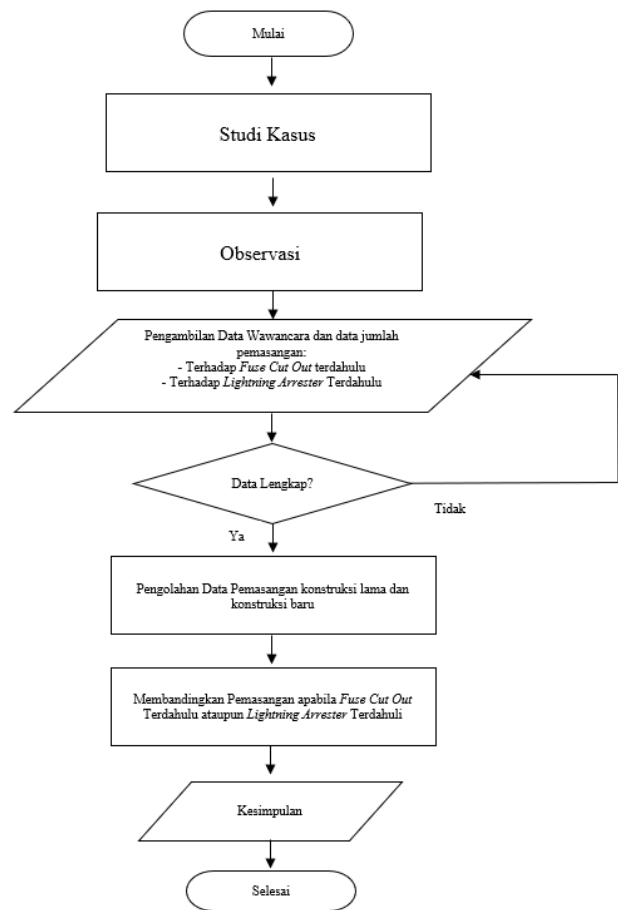
dihubungkan dari fasa konduktor tanah (Sarimun N., MT, 2012).

Prinsip kerja *Arrester* adalah peralatan yang dapat melindungi pada peralatan sistem tenaga listrik dari gangguan sambaran surja petir atau gangguan tegangan lebih hubung surja petir. *Arrester* ini berfungsi untuk memotong tegangan lebih yang menuju pada peralatan yang dilindunginya. *Arrester* ini bersifat *by pass* disekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus kilat, maka tidak menimbulkan tegangan lebih pada peralatan.

Dalam keadaan normal *arrester* harus mampu bertindak sebagai isolator yang tahananannya tinggi sehingga hanya mengalirkan arus beberapa mili ampere arus yang bocor dari tegangan sistem ketanah. Dan apabila *arrester* ini terkena sambaran petir maka *arrester* ini berubah menjadi konduktor yang tahananannya sangat rendah sehingga *arrester* ini mengalirkan ribuan ampere arus surja ketanah, maka *arrester* ini dipasang pada transformator dan peralatan lainnya untuk melindungi dari gangguan sambaran petir atau tegangan lebih pada surja petir (Hajar & Rahman, 2017).

III. METODE PENELITIAN

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh melalui pengumpulan data hasil wawancara efektivitas pemasangan *FCO* terhadap *LA*. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa ada tiga macam metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu metode studi literatur, observasi, dan wawancara. Metode studi literatur yaitu mencari teori-teori mengenai *FCO* Dan *LA*. Metode observasi yang dimana meninjau secara langsung di lapangan terkait pemasangan *FCO* dan *LA*. Metode wawancara yaitu menanyakan langsung ke pegawai supervisor teknik dari PT PLN ULP Daya terkait pemasangan *FCO* dan *LA*. Serta data yang diperoleh selama observasi yaitu data jumlah pemasangan sistem proteksi yang ada di ULP Daya, data karakteristik *Arrester* serta data transformator. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perusahaan PT. PLN (Persero) ULP Daya, dalam penempatan sistem proteksi di gardu distribusi, yaitu pada gardu portal terdapat 2 (dua) penempatan, yaitu penempatan arrester sebelum *FCO*, dan penempatan arrester setelah pemasangan *FCO*. Namun, pada kebijakan yang baru di perusahaan PT PLN, yaitu mengubah penempatan sistem proteksi dimana suatu arrester dipasang setelah *fuse cut out*. Tetapi, masih terdapat konstruksi gardu distribusi yang dimana penempatan sistem proteksinya masih menggunakan konstruksi dari tahun 2010, yaitu penempatan suatu *arrester* yang lebih dulu ditempatkan sebelum *FCO*. Namun di PT PLN ULP Daya masih banyak menggunakan konstruksi sejak tahun 2010 dan untuk sementara waktu ini untuk konstruksi tahun 2017 menyesuaikan dengan kebijakan yang telah di keluarkan dari PT PLN. Untuk melihat hasil dan pembahasan dari pemasangan konstruksi tahun 2010 dan konstruksi tahun 2017 yang telah di observasi langsung dari dua penyulang yang ada di PT PLN ULP Daya yaitu Saloddong dan Baddoka. Maka dari itu hasil dan pembahasan pada halaman berikutnya. Dan telah di lakukan wawancara langsung dengan pegawai supervisor teknik di PT PLN ULP Daya.

Pada konstruksi baru pada gardu portal ini, diketahui terdapat data karakteristik pada saluran, peralatan *LA*, dan transformator yang terpasang saat ini, yaitu:

1. Karakteristik Fuse / Pengaman Lebur

Ada dua tipe Karakteristik fuse yang banyak digunakan yaitu :

- a. Fuse Link tipe pemutusan cepat (K)
- b. Fuse Link tipe pemutusan lambat(T).

Perbedaan antara kedua tipe ini terletak pada kecepatan pemutusannya. Perbedaan tersebut karena keduanya memiliki bahan pembuatan yang berbeda.

Perencanaan sistem perlindungan transformator distribusi dalam menentukan posisi peralatan pelindung dari kemungkinan bahaya surja petir, yang paling awal dilakukan adalah menentukan tingkat kekuatan isolasi impuls dasar.

Transformator yang akan dilindungi terletak pada saluran udara tegangan menengah (SUTM) dengan data sebagai berikut:

- Kapasitas terpasang : 200 kVA
- Tegangan primer : 20 kV
- Tegangan sekunder : 220 / 380 V

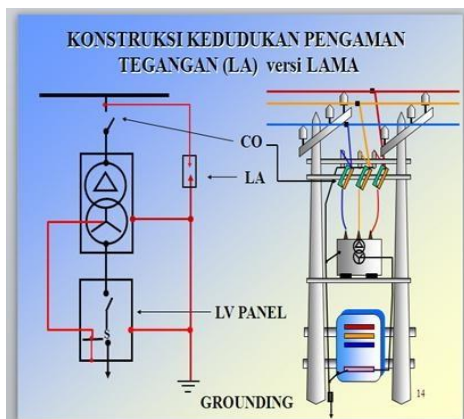
Transformator jenis ini merupakan jenis gardu yang terpasang pada tiang dengan tegangan sisi primer 20 kV, maka diperoleh tegangan tertinggi peralatan dengan menggunakan persamaan (2.2) :

$$V_{max} = V_{nominal} \times 1,1$$

$$V_{max} = 20 \times 1.1 = 22 \text{ kV}$$

4.3 Analisis dari kejadian yang ada di PT PLN ULP Daya

Analisis pemasangan Arrester sebelum Fuse Cut Out (FCO)



Gambar 2. Pemasangan Arrester sebelum Fuse cut out (Sumber: Handra, 2016)



Gambar 3. Konstruksi pemasangan LA sebelum FCO di ULP Daya

Pada gambar diatas LA bekerja tidak optimal karena kalau terjadi gelombang berjalan karena petir di penghantar SUTM akan mengakibatkan pantulan antara penghantar yang masuk ke transformator tenaga dan LA, tegangan lebih ke transformator menyebabkan transformator rusak dan dapat menimbulkan tegangan impuls ke transformator yang dapat melewati batas *BIL* dan berdampak buruk ke transformator sehingga dapat rusak karena tersentuh sambaran surja petir.

Pada PT PLN (Persero) ULP Daya , masih banyak terdapat gardu tiang distribusi yang menggunakan penempatan konstruksi tahun 2010 dalam sistem proteksi, PLN masih melakukan perubahan secara bertahap dalam mengubah konstruksi tersebut sesuai dengan kondisi penempatan dari tempat gardu distribusi tersebut. Di PT PLN ULP Daya.

Dilihat dari semua penyulang yang ada di ULP Daya dengan jumlah pemasangan kontruksi tahun 2010 dengan jumlah pemasangan 430 dapat di lihat pada table 4.1 terkait jumlah pemasangan konstruksi proteksi pada ULP Daya.

Pemasangan kontruksi sistem proteksi pada tiang distribusi ini dianggap tidak bekerja dengan efektif, karena apabila terjadi gangguan sambaran petir, gelombang surja tersebut menyambar secara langsung menuju LA sehingga mengakibatkan terjadinya pantulan antara penghantar menuju ke transformator, dan dapat menyebabkan kerusakan pada transformator yang menimbulkan tegangan impuls ke transformator tersebut, dan pada transformator mengalami tegangan lebih akibat surja petir.

Prinsip Kerja pemasangan arrester sebelum FCO jika terjadi sambaran petir maka surja petir merambat langsung ke LA sehingga dapat mengamankan transformator. Jika terjadi kerusakan pada kawat LA sehingga besar terjadi kerusakan pada transformator di karenakan koordinasi dengan FCO tidak efektif sebab pemasangannya sebelum FCO. Sehingga proses merambat ke pentanahan tidak efektif dikarenakan rangkaian di gambar di atas memiliki satu alur menuju ke pentanahan.

Kasus pertama pada penyulang Salodong kejadian gangguan sistem proteksi pada gardu distribusi yang menyebabkan LA terputus dengan merek Ohio Bras dengan

rating 24 kv pada saat terjadi gangguan sistem proteksi batas rating melebihi TID, pada kawat pada lightning arrester terputus dan terjadi kerusakan pada transformator disebabkan batas TID melebihi dan dapat merusak transformator. Untuk menentukan tegangan pengenal pada LA maka menggunakan persamaan (2.3) :

$$E_r = \alpha \cdot \beta \cdot U_m$$

E_r = Tegangan Pengenal / Tegangan dasar

$$\alpha = 0,8 \text{ (koefisien pentanahan)}$$

$$\beta = 1,1 \text{ (Toleransi untuk menghitung fluktuasi tegangan)}$$

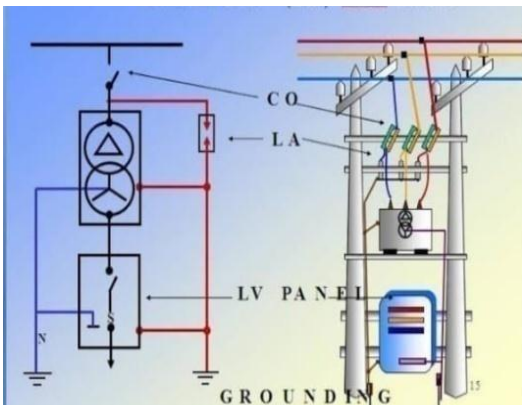
$$U_m = 20 \text{ kV}$$

$$E_r = 0,8 \times 1,1 \times 20 \text{ kV}$$

$$= 17,6 \text{ kV}$$

Hasil yang didapatkan adalah 17,6 kV pada rating LA tegangan pengenal LA yang ada adalah 18 kV, pada pemilihan LA digunakan rating 18 kV karena mendekati hasil analisa yang didapatkan, untuk tingkat keamanan transformator maka dipakai rating 22 kV.

4.4 Analisis pemasangan Arrester sesudah Fuse Cut Out (FCO)



Gambar 4.. Pemasangan LA sesudah FCO (Sumber: Handra, 2016)



Gambar 5. onstruksi pemasangan LA Setelah FCO di ULP Daya

Pada PT PLN (Persero) ULP Daya masih sedikit pada gardu tiang distribusi yang ada sudah berubah menjadi konstruksi tahun 2017 dalam penempatan sistem proteksinya, yaitu penempatan LA setelah FCO. Sekarang tahap mengubah secara bertahap konstruksinya dilihat dari table 4.1 dengan jumlah konstruksi 262 pemasangan yang terbaru di PT PLN ULP Daya.

Kasus kedua Pada penyulang Baddoka kejadian gangguan sistem proteksi pada gardu distribusi sehingga yang memutus yaitu FCO terdahulu jika melewati batas rating 20kV kemudian LA memutus dengan melewati batas rating 18kV dengan teggangan tembus menuju ke pentanahan pada gardu distribusi sehingga mengurangi resiko kerusakan pada transformator pada gardu distribusi. Sehingga lebih efektif jika FCO terdahulu dari pada LA terdahulu sebab jika terjadi surja petir FCO terdahulu tersentuh dengan surja petir jika terjadi pemutusan masih ada LA dapat menangkal petir dan diteruskan ke pembumian atau pentanahan pada gardu distribusi.

Dari persamaan di atas untuk menentukan arus nominal FCO yang digunakan di ULP Daya maka persamaan (2.1) :

$$I_n = \frac{\text{Daya Nominal Trafo}}{\text{teggangan pengenal} \cdot \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{200 \text{ A}}{20 \cdot \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{200 \text{ A}}{34.6}$$

$$I_n = 5.78 \text{ A}$$

Maka dari hasil persamaan di atas rating arus nominal yang digunakan pada Fuse Cut Out di ULP Daya yaitu 5,78 A dan dapat di lihat spesifikasinya pada table 4.3 spesifikasi FCO / fuse link. Jika dilihat dari merek LA yang digunakan di ULP Daya Ohio Bras dengan arus nominal 5A maka rating yang digunakan pada FCO lebih efektif dan mengurangi loncatan arus jika melewati batas rating pada arrester dan dapat mengamankan transformator yang memiliki tingkat isolasi dasar (TID) 22 kV dan tegangan pengenal LA memiliki 17,6kV yang lebih efektif pemasangan FCO terdahulu dikarenakan dua proteksi yang mengamankan transformator jika terjadi surja petir. Semakin dekat jarak LA ke transformator distribusi, maka semakin baik tingkat perlingungannya

V. KESIMPULAN

Pengaruh penempatan LA terdahulu dapat menimbulkan kerusakan pada transformator disebabkan aliran surja petir dapat merusak transformator jika melebihi batas BIL. Maka dari itu digunakan pemasangan FCO terdahulu sebab jika terjadi surja petir maka kedua proteksi dapat bekerja sesuai urutan dan berfungsi sebagai proteksi untuk mengamankan transformator. Dilihat dari pemasangan sistem proteksi di ULP Daya masih banyak menggunakan pemasangan LA terdahulu dengan jumlah 430 dari pada FCO dengan jumlah 262. Prinsip kerja jika terjadi surja petir dilihat dari pemasangan LA terdahulu sebagai main protection yang memutus hanya LA dan backup protection yaitu FCO tidak memutus di karenakan pemasangan main protection yang di pasang terdahulu sehingga terjadi loncatan tegangan pada surja petir maka tidak efektif bisa menyebabkan kerusakan

pada transformator. Jika *FCO* sebagai *main protection* terdahulu maka bekerja secara berurutan dimana *FCO* sebagai *main protection* terdahulu kemudian lightning arrester sebagai *backup protection* maka lebih efektif di karenakan jika terjadi surja petir yang memutus terdahulu yaitu *main protection* yaitu *FCO* kemudian *backup protection* yaitu *LA* dimana jika terjadi surja petir maka aliran dari surja petir menuju langsung ke pentanahan sehingga dapat mengurangi kerusakan pada transformator.

Pondok Pinang Wilayah Kerja PT.PLN (Persero)
Rayon Tabing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada orang tua dan Politeknik Negeri Ujung Pandang yang memberi dukungan spesifik dalam pelaksanaan kegiatan penelitian.

REFERENSI

- [1] Arismunandar A & S. Kuwahara. 2004. Buku Pegangan Teknik Tenaga
- [2] Listrik Jilid III. Jakarta. Pradnya Paramita.
- [3] Buku I PLN. 2010. Buku Panduan Pemeliharaan Primer dan Sekunder Gardu Induk. KEPDIR 0520.
- [4] Dinda Nurul Kholifah Nasution, Olivia Grace Ivana Sitinjak 2020 Rangkaian ekivalen transformator
- [5] Evan Januar Paembonan , Ahmad Rizal Sultan , Sofyan 2021 Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao
- [6] Hajar & Rahman, Eko. 2017. Kajian Pemasangan Lightning Arrester pada
- [7] Sisi HV Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung. Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 9 No. 2 (2017) ISSN 1979-0783.
- [8] Parera, Permana 2009. “Analisis Perlindungan Transformator Distribusi Yang Efektif Terhadap Surja Petir”
- [9] Rezon Arif.B 2010, Lightning Arrester Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tahun 2010.
- [10] Sarimun, Wahyudi 2012. Proteksi sistem distribusi tenaga listrik. Garamond
- [11] Sulasno 1990, Teknik dan sistem distribusi listrik. Badan Penerbit universitas diponegoro.
- [12] Sumanto, 1991. Teori transformator. Yogyakarta
- [13] Suhadi, dkk. 2008, Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I , jilid II dan Jilid III untuk sekolah menengah kejuruan. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2008
- [14] Trisakti maya setiaputri 2020, Penggunaan fuse cut out sebagai proteksi SUTM 20kV di penyulang Cipinang PT PLN (Persero) ULP Majalengka
- [15] Zoro, Reynaldo 2011, Sistem proteksi petri pada sistem tenaga listrik.
- [16] IPTEK, The Journal for technology and science, vol. 19, No. 4, November 2008
- [17] Zuhail, 1988. Dasar Teknik tenaga listrik dan elektronika daya. PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2000.
- [18] Handra, 2016. Studi Penempatan Lightning Arrester Dari Tegangan Lebih Pada Transformator Feeder