

Analisis Perbandingan Pola Pemasangan Arrester pada Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN Area Cilacap

(Comparative Analysis of Arrester Installation Pattern in Distribution Network 20 kV PT. PLN Area Cilacap)

Agus Wardoyo¹, M.Taufiq Tamam², Dian Nova Kusuma Hardani³

*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuwaluh Po. Box 202 Purwokerto 53182, Banyumas, Indonesia Telp. (0281)
636751, 630463. Fax. (0281) 637239*

¹wardoyoagus55@gmail.com

²tamam@ump.ac.id

³diannova.kh@ump.ac.id

ABSTRAK

Pemasangan Arrester pada tiang beton jaringan distribusi listrik merupakan hal penting dalam meredam gangguan sambaran petir. Terdapat dua pola pemasangan Arrester yang digunakan untuk proses peredaman ini. Pola pemasangan dengan tiga Arrester pada satu tiang beton dan pola pemasangan satu Arrester pada satu tiang beton. Perbandingan menggunakan beberapa parameter pembandingan sehingga dapat diketahui tingkat efektif dari masing-masing pola dalam meredam gangguan. Parameter yang digunakan mulai dari fakta lapangan hingga dari segi ekonomi pemasangannya. Simulasi menggunakan aplikasi ATP Draw untuk melihat bentuk gelombang dan pengurangan gangguan dari arus saat melewati Arrester. Simulasi dan perbandingan dari parameter yang digunakan menunjukkan keandalan meredam gangguan dari masing-masing pola pemasangan Arrester yang dibandingkan. Indikator keandalan yang digunakan adalah banyaknya trip jaringan dan kinerja Arrester yang dilakukan secara simulasi. Pemasangan satu Arrester pada satu tiang beton lebih efektif dalam meredam gangguan sambaran petir dengan indikasi 9 kali pemadaman untuk pemasangan tiga Arrester pada satu tiang beton dan 1 kali pemadaman untuk pemasangan satu Arrester pada satu tiang beton.

Kata kunci : sambaran petir, Arrester, ATP Draw

ABSTRACT

Arrester installation on concrete pole of electricity distribution network is essential in order to reduce lightning strike interference. There are two mounting patterns of Arrester installation which are three Arrester in concrete pole and one Arrester in each concrete pole. The comparison used several parameters to find the effectiveness of each mounting patterns in order to reducing the interference. Parameter used to find the effectiveness are from field condition facts up to the economic terms of installation. Simulations are done by using ATP Draw to see both the waveform and the interference reduction of the current as it passed through the Arrester. Simulation and comparison of the parameters shown the reliability of interference reduction of each Arrester mounting patterns. Reliability indicators used in simulation process are the number of network trips and Arrester performance. The installation one Arrester in each concrete pole more effective in reducing the interference of lightning strike with indication 9 times blackout for installation three Arrester in concrete pole and 1 time blackout for installation one Arrester in each concrete pole.

Keywords: *lightning strike, Arrester, ATP Draw*

PENDAHULUAN

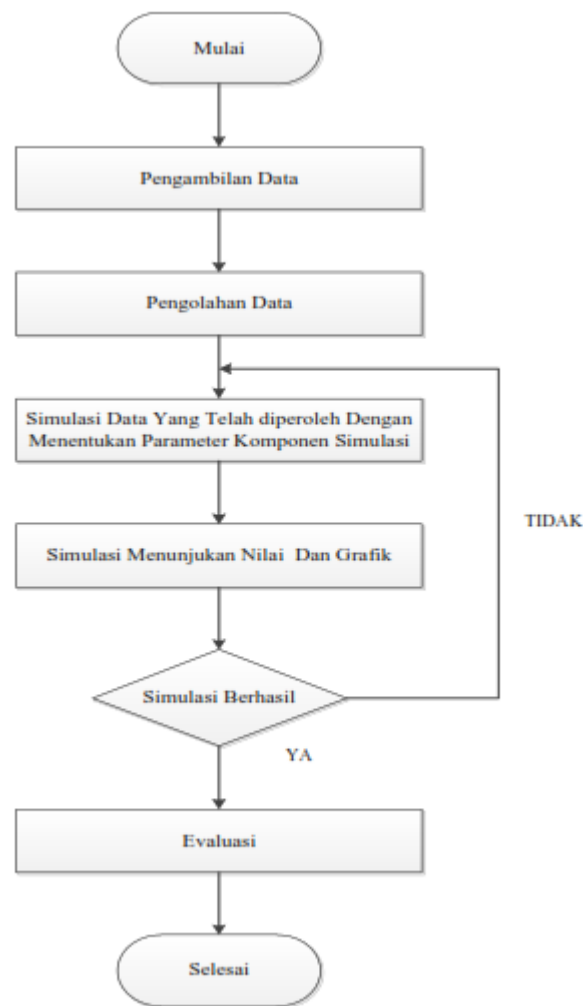
Penyaluran atau distribusi energi listrik tentunya tidaklah aman dari gangguan. Gangguan yang paling sering terjadi dalam sistem tenaga listrik di daerah penyaluran yaitu sering terjadi gangguan petir. Penelitian oleh Trin Saengsuwan & Wichet Thipprasert dengan judul *The Lightning Arrester Modeling Using ATP-EMTP* yang menganalisis pemasangan *Arrester* dengan *software* ATP-EMTP sehingga dapat diketahui kinerja dari *Arrester* tersebut yang dipasang. Hasil kinerja dari peredaman gangguan oleh *Arrester* yang berupa angka dan grafik dipakai untuk memprediksi jumlah pemasangan *Arrester* yang dapat meredam dengan baik jika gangguan sambaran petir terjadi (Saengsuwan, Tripprasert, 2008). Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Sintianingrum, dkk (2016) menjelaskan jarak efektif pemasangan *Arrester* kemudian disimulasikan menggunakan *software* ATP (*Alternative Transient Program*) dan disini terlihat pada simulasi ATP bagaimana jaringan menggunakan *Arrester* dan tidak menggunakan *Arrester* dan jarak yang efektif untuk pemasangan *Arrester* sehingga dapat meredam gangguan sambaran petir tersebut. Pada penelitian lain oleh Rakholiya (2016) membahas tentang analisis dari *Arrester* jenis MOV menggunakan program ATP-EMTP. *Software* ini dapat menunjukkan kinerja *Arrester* dan kemudian menampilkannya dalam bentuk grafik dan angka.

Pada penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa induksi yang terjadi akibat sambaran petir dan mensimulasikan dengan *software* EMTP (*Electromagnetic Transient Program*) dan memperlihatkan pengaruh sambaran berulang pada fasa dalam bentuk gelombang bagaimana jaringan sebelum *Arrester* bekerja dan sesudah *Arrester* bekerja (Syakur, 2009). Selain itu pada penelitian Sinaga (2014) dijelaskan bahwa kinerja *Arrester* tidak selamanya baik. Kinerja ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya jumlah sambaran yang terjadi. Pada simulasi menggunakan ATP-EMTP menunjukkan nilai peredaman *Arrester* dalam waktu berkala. Penelitian lain yang terkait dengan *Arrester* yaitu Rahayu dan Ansyori (2014) menjelaskan perhitungan sambaran petir yang terjadi dengan menggunakan data yang di dapat dari instansi ataupun data lain yang berasal dari lapangan. Terdapat juga perhitungan yang menjelaskan pengaruh sambaran petir terhadap trafo dan penghantar jaringan 20 kV.

Penelitian lain dari Saengsuwan & Thipprasert (2008) menganalisis pemasangan *Arrester* dengan *software* ATP-EMTP sehingga dapat diketahui kinerja dari *Arrester* tersebut yang dipasang. Hasil kinerja dari peredaman gangguan oleh *Arrester* yang berupa angka dan grafik dipakai untuk memprediksi jumlah pemasangan *Arrester* yang dapat meredam dengan baik jika gangguan sambaran petir terjadi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dari studi literatur, menentukan lokasi penelitian, pengambilan data secara langsung baik data lapangan maupun data dari instansi PLN dan BMKG daerah kabupaten Cilacap. Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan metode perhitungan manual dan simulasi program. Simulasi dilakukan dengan program *ATP Draw* yang pada akan menampilkan hasil simulasi berupa nilai angka dan nilai dalam bentuk grafik. Tahap evaluasi dilakukan setelah simulasi berhasil sehingga dapat ditarik kesimpulan dari simulasi tersebut. Secara garis besar alur penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

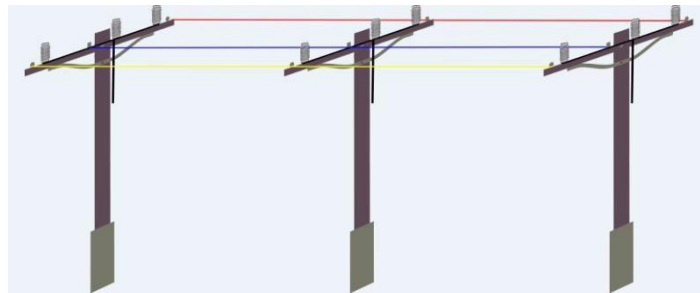
Tahap pengolahan data ini diawali dengan input data berupa membuat gambar dari pola pemasangan *Arrester* yang akan dibandingkan, kemudian tentukan parameter yang akan digunakan sebagai perbandingan dari kedua pola yang dibandingkan dalam hal ini parameter yang digunakan adalah perbandingan jumlah gangguan, perbandingan biaya konstruksi dan perbandingan secara simulasi. Data yang diperoleh dari proses pengambilan data digunakan untuk membuat perbandingan menggunakan ketiga parameter tersebut. Hasil dari perbandingan menggunakan ketiga parameter dijadikan indikator dalam penarikan kesimpulan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Objek Penelitian

1. Pola A

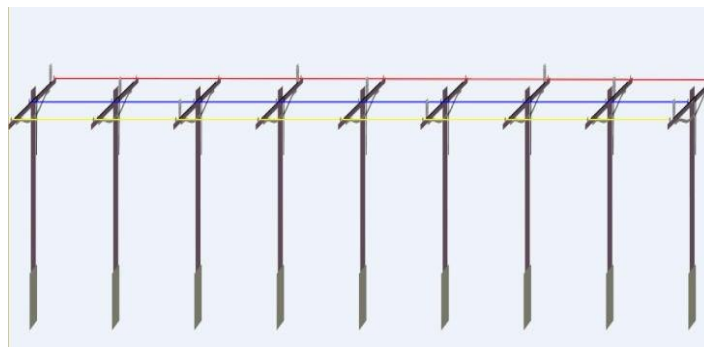
Pemasangan pola A dilakukan dengan menempatkan *Arrester* pada satu tiang dengan menggunakan *cross arm*. *Arrester* masing-masing dipasang di tiap *line* atau penghantar sehingga di *cross arm* tersebut terdapat tiga buah *Arrester*. Pemasangan pola A ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemasangan pola A

2. Pola B

Pemasangan pola B dilakukan dengan menempatkan *Arrester* pada tiang tanpa menggunakan *cross arm*. *Arrester* dipasang satu buah untuk satu tiang dan hanya dipasang pada salah satu fasa pada jaringan tegangan menengah, sedangkan untuk fase yang lain dipasang pada tiang selanjutnya. Pemasangan pola B ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemasangan pola B

B. Menentukan Peta *Isokeraunic Level*

Peta IKL (*Isokeraunic Level*) adalah peta yang menampilkan jumlah hari terdengarnya guruh per tahun. IKL dapat menjadi acuan dalam menentukan apakah suatu daerah mempunyai potensi sambaran petir yang tinggi atau tidak. Data hari kejadian petir bulanan di Kabupaten Cilacap ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah hari kejadian petir

| Tahun | Jumlah Hari Kejadian Petir | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nop | Des |
| 2014 | 8 | 19 | 13 | 11 | 11 | 6 | 2 | 3 | 0 | 4 | 21 | 13 |
| 2015 | 11 | 20 | 21 | 21 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 18 |
| 2016 | 18 | 17 | 17 | 21 | 19 | 15 | 15 | 8 | 12 | * | * | * |

Berdasarkan data hari kejadian petir maka dapat dihitung IKL Kabupaten Cilacap menggunakan persamaan 1 (SPLN D5.006, 2013).

$$\frac{\sum T_s}{365} \times 100\%$$

Keterangan :

T_s = Jumlah hari guruh dalam satu tahun

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

- Tahun 2014

$$\frac{111}{365} \times 100\% = 30.4 \%$$

- Tahun 2015

$$\frac{115}{365} \times 100\% = 31.5 \%$$

- Tahun 2016 (sampai september 2016)

$$\frac{142}{274} \times 100\% = 51.8 \%$$

C. Pengukuran Tahanan Tanah

Pengukuran tahanan tanah dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi tahanan tanah di lokasi pengamatan. Data tahanan tanah ini diperlukan dalam tahapan simulasi sebagai salah satu parameter yang menguatkan. Pengukuran tahanan tanah di lokasi pengamatan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Tahanan Tanah

| No | Tiang / PAL | Tahanan Tanah (Ω) | Keterangan |
|----|-------------|----------------------------|------------|
| 1 | KSG-1-66 | 0.8 | Baik |
| 2 | KSG-1-67 | 0.6 | Baik |
| 3 | KSG-1-68 | 0.6 | Baik |
| 4 | KSG-1-69 | 0.6 | Baik |
| 5 | KSG-1-70 | 0.6 | Baik |
| 6 | KSG-1-71 | 0.7 | Baik |
| 7 | KSG-1-75 | 0.8 | Baik |
| 8 | KSG-1-78 | 0.6 | Baik |
| 9 | KSG-1-61 | 0.8 | Baik |
| 10 | KSG-1-64 | 0.8 | Baik |
| 11 | KSG-2-64 | 0.7 | Baik |
| 12 | KSG-2-65 | 0.8 | Baik |
| 13 | KSG-2-66 | 0.6 | Baik |
| 15 | KSG-2-67 | 0.8 | Baik |
| 16 | KSG-2-68 | 0.8 | Baik |
| 17 | KSG-2-69 | 0.7 | Baik |
| 18 | KSG-2-60 | 0.5 | Baik |
| 19 | KSG-2-61 | 0.6 | Baik |
| 20 | KSG-2-71 | 0.7 | Baik |
| 21 | KSG-2-72 | 0.9 | Baik |
| 22 | KSG-2-73 | 0.6 | Baik |
| 23 | KSG-2-63 | 0.8 | Baik |
| 24 | KSG-2-62 | 0.7 | Baik |

D. Perbandingan Berdasarkan Jumlah Trip Jaringan

Data diperoleh dengan indikasi trip jaringan pada lokasi dan pada saat yang sama juga sedang terjadi kondisi dimana kemungkinan sambaran petir terjadi. Hal ini dipakai sebagai indikator karena tidak adanya *counter Arrester* pada lokasi tersebut. Dari data yang tersedia diketahui jumlah trip jaringan pada pemasangan pola A sebanyak 9 kali sedangkan pemasangan pola B sebanyak 1 kali. Jumlah trip jaringan akibat sambaran petir tersebut dapat dijadikan indikator bahwa tingkat proteksi pada sambaran petir dengan menggunakan pola B lebih baik dari pada menggunakan pola A.

E. Perbandingan dari Segi Ekonomi

Perbandingan dari segi ini diperlukan untuk mempertimbangkan faktor biaya yang diperlukan jika akan melakukan pemasangan *Arrester* pola A maupun pola B. Estimasi harga material pemasangan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi harga material

| | |
|--|--------------------|
| Kabel BBC 35 mm | Rp 53.000,-/meter |
| Cross arm steel 2000 mm (UNSP 10) galvanis | Rp 370.000,-/buah |
| Ground rod 5/8" cooperweld | Rp 196.350,-/meter |
| Kabel AAAC-s 70 mm (jumper A) | Rp 14.400,-/meter |
| Kabel NYAF 16 mm (jumper B) | Rp 12.650,-/meter |
| CCO 150/70 mm | Rp 45.500,-/buah |
| <i>Arrester</i> | Rp 975.000,-/buah |

1. Pemasangan pola A

Estimasi biaya pemasangan pola A dapat dilihat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Estimasi biaya pemasangan pola A

| Material | Satuan | Jumlah | Biaya |
|--|--------------------|--------|-----------------------|
| Kabel BCC 35 mm | Rp 37.500,- /meter | 12 | Rp 450.000,- |
| Cross arm steel 2000 mm (UNSP 10) galvanis | Rp 370.000,- /buah | 1 | Rp 370.000,- |
| Ground rod 5/8" cooper weld | Rp 196.350,- /buah | 1 | Rp 196.350,- |
| Kabel AAAC-S 70 mm jumper A | Rp 14.400,- /meter | 1 | Rp 14.400,- |
| Kabel NYAF 16 mm jumper B | Rp 12.650,- /meter | 1 | Rp 12.650,- |
| <i>Arrester</i> | Rp 975.000,- /buah | 3 | Rp 2.925.000,- |
| CCO 150/70 mm | Rp 45.500,- /buah | 3 | Rp 136.500,- |
| Total | | | Rp 4.104.900,- |

2. Pemasangan pola B

Estimasi biaya pemasangan pola B dapat dilihat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Estimasi biaya pemasangan pola B

| Material | Satuan | Jumlah | Biaya |
|-----------------------------|--------------------|--------|----------------|
| Kabel BCC 35 mm | Rp 37.500,- /meter | 12 | Rp 450.000,- |
| Ground rod 5/8" cooper weld | Rp 196.350,- /buah | 1 | Rp 196.350,- |
| Kabel AAAC-S 70 mm jumper A | Rp 14.400,- /meter | 1 | Rp 14.400,- |
| <i>Arrester</i> | Rp 975.000,- /buah | 1 | Rp 975.000,- |
| CCO 150/70 mm | Rp 45.500,- /buah | 1 | Rp 45.500,- |
| Total | | | Rp 1.681.250,- |

Pemasangan *Arrester* pola A memiliki biaya konstruksi sebesar Rp 4.104.900,- untuk 1 tiang dalam jarak 150 meter. Pemasangan *Arrester* pola B untuk satu tiang membutuhkan biaya konstruksi sebesar Rp 1.681.250,- dalam jarak 50 meter, kemudian untuk jarak 150 meter maka membutuhkan biaya sebesar Rp 1.681.250,- x 3 = Rp 5.004.750,-. Dari hasil asumsi diatas didapatkan hasil bahwa pemasangan *Arrester* pola B memiliki beban biaya yang lebih besar dalam kontruksinya.

F. Perbandingan Menggunakan Simulasi

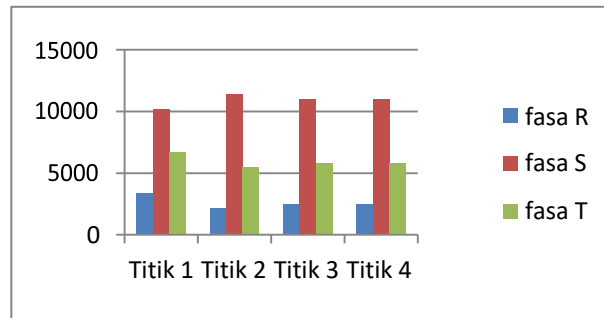
Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software ATP Draw* sehingga dapat diketahui bagaimana masing-masing pola yang dibandingkan mengurangi gangguan dari sambaran petir. Masing-masing pola dilakukan empat kali pengukuran pada titik yang berbeda.

1. Pengukuran pola A

Setelah simulasi pola A dilakukan dapat diketahui bahwa pola A saat terjadi gangguan memiliki besar gelombang saat melalui *Arrester* tidaklah stabil. Hal ini dikarenakan adanya hubung singkat yang terjadi pada *output* dari *Arrester* tersebut yang dijadikan satu kemudian diketanahkan. Pemasangan pola ini cukup beresiko dipasang pada daerah dengan tingkat sambaran petir yang tinggi. Hal ini disebabkan tingginya resiko adanya hubung singkat yang menyebabkan jaringan menjadi trip. Hasil pengukuran pola A dapat ditunjukkan pada Tabel 6 dan Gambar 4.

Tabel 6. Hasil pengukuran pola A

| Pengukuran | Fasa | | |
|------------|-----------|----------|-----------|
| | R | S | T |
| Titik 1 | 3371,7 kV | 10142 kV | 6713,3 kV |
| Titik 2 | 2139,2 kV | 11374 kV | 5480,8 kV |
| Titik 3 | 2493,3 kV | 11020 kV | 5835 kV |
| Titik 4 | 2493,3 kV | 11020 kV | 5835 kV |



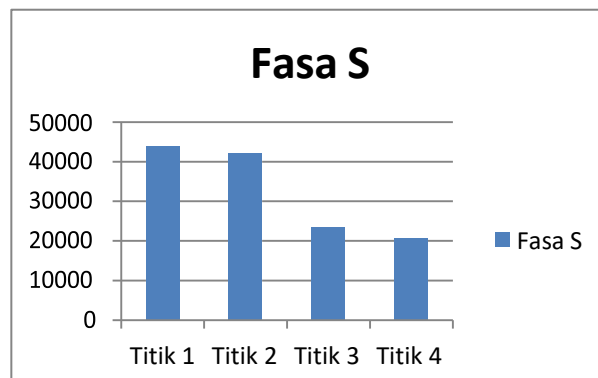
Gambar 4. Hasil Pengukuran pola A

2. Pengukuran pola B

Simulasi pada pola B memperlihatkan adanya penurunan nilai yang baik tanpa adanya ketidakstabilan nilai. Hal ini dikarenakan *output* dari *Arrester* tidak dihubungkan dengan *Arrester* yang lain sehingga gangguan akan langsung dialirkan ke bumi. Hasil pengukuran pola B dapat ditunjukkan pada Tabel 7 dan Gambar 5.

Tabel 7. Hasil pengukuran pola B

| Pengukuran | Fasa S |
|------------|----------|
| Titik 1 | 43825 kV |
| Titik 2 | 42212 kV |
| Titik 3 | 23337 kV |
| Titik 4 | 20780 kV |



Gambar 5. Hasil pengukuran pola B

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Perbandingan yang dilihat dari segi banyaknya gangguan sambaran petir yang terjadi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa pemasangan pola B lebih baik dibandingkan dengan pemasangan pola A.
- Pemasangan *Arrester* menggunakan pola B mempunyai beban biaya yang lebih besar dibandingkan dengan pemasangan pola A dikarenakan lebih banyak mengkonsumsi kabel dan *ground rod* yang lebih banyak.
- Berdasarkan data dan analisis simulasi diketahui bahwa pola pemasangan B jauh lebih baik dibandingkan pola pemasangan A. Hal ini disebabkan oleh adanya kemungkinan terjadinya hubung singkat yang lebih besar pada *output Arrester* pemasangan pola A.
- Pemasangan *Arrester* pola B sangat direkomendasikan untuk daerah yang memiliki tingkat

sambaran petir yang tinggi karena dapat meredam gangguan akibat sambaran petir lebih baik dibandingkan pola A, namun untuk daerah yang tidak memiliki tingkat sambaran petir yang rendah lebih baik menggunakan pola A karena lebih ekonomis dari segi beban biaya konstruksinya.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan:

- a. Perlu dilakukannya perubahan pola pemasangan *Arrester* dari pola pemasangan A ke pemasangan pola B untuk daerah dengan tingkat sambaran petir yang cukup tinggi.
- b. Pengecekan atau kontrol terhadap *Arrester* perlu dilakukan agar kinerja *Arrester* akan maksimal sehingga dapat meminimalkan gangguan.
- c. Dilakukannya pengukuran tahanan tanah sebelum konstruksi pemasangan *Arrester* dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Saengsuwan, T., & Wichet Tripprasert. 2008. *The Lightning Arrester Modeling Using ATP-EMTP*. Kasesart J. (Nat. Sci) 42.
- Sintianingrum, A., Yul Martin, & Endah Komalasari. 2016. Simulasi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir Terhadap Penentuan Jarak Maksimum Untuk Perlindungan Peralatan Pada Gardu Induk. Universitas Lampung: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vol 10, No. 1, Januari 2016.
- Rakholiya, V.R. 2016. *Analysis of MOV Surge Arrester Models by using Alternative Transient Program ATP/EMTP*. International Journal of Science Technology & Engineering, Volume 3, Issue 02.
- Sinaga, M., & Zulkarnaen Pane. 2014. Analisis Usia Arrester Pada Jaringan Distribusi Terhadap Sambaran Kilat Dengan Menggunakan ATP-EMTP Studi kasus PT. PLN Ranting Medan Johor. Universitas Sumatera Utara: SINGUDA ENSIKOM, Vol. 7, NO. 3 Juni 2014.
- Rahayu., & Ansyori. 2014. Analisa Proteksi Petir Pada Gardu Distribusi 20 kV PT. PLN (persero) Rayon Inderalaya. Universitas Sriwijaya: Mikrotiga, Vol. 1, No. 3 November 2014.
- SPLN D5.006. 2013. *Pedoman Pemilihan Arrester Untuk Jaringan Distribusi 20 kV*. Jakarta. PLN.