

UNJUK KERJA LIGHTNING ARRESTER TIPE LAP 24 CLASS 2 Uc 19.2 kV- Ur 24 kV MENGUNAKAN METODE GENERATOR MARX

Nazila A. Pally*¹, Lanto Moh Kamil Amali²

^{1,2}Universitas Negeri Gorontalo; Jl. Dr. Zainal Umar Sidiki, Moutong, 082291802386

^{1,2}Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro,

e-mail: *123nazilapally@gmail.com, ²kamilamali@ung.ac.id

Abstrak

Nazila A. Pally. 2023. *Unjuk Kerja Lightning Arrester Tipe Lap 24 Class 2 Uc 19.2 kV – Ur 24 kV Menggunakan Metode Generator Marx*. Skripsi, Program Studi S1 Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo. Pembimbing I: Dr. Lanto Mohamad Kamil Amali, ST., MT dan Pembimbing II: Dr. Ir. Sardi Salim, M.Pd. Penelitian ini didasari oleh kinerja dari lightning arrester Tipe Lap 24 berbahan polimer dimana peneliti akan melihat karakteristik besarnya kapasitas pemotongan tegangan lebih dari lightning arrester tersebut dimana semakin besar kapasitas pemotongan lightning arrester, semakin baik pula fungsi proteksi yang dilakukannya. Adapun metode yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan metode Generator Marx. Tujuan penelitian ini menggunakan tegangan lebih akibat sambaran petir dimulai dari tegangan tertinggi 50 kV dengan step penurunan 5 kV sampai pada tegangan minimum 20 kV, sehingga lightning arrester yang di uji sudah memberikan perlindungan yang baik dalam bekerja memotong tegangan. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa Karakteristik berdasarkan analisi yang dilihat secara umum lightning arrester dapat memotong tegangan. Adapun besarnya pemotongan tegangan berada pada range 6,627% – 18,255%. Untuk besarnya pemotongan tegangan terjadi pada simulasi induksi sambaran petir 40 kV yakni 18,255 % sedangkan pemotongan tegangan yang terkecil terjadi pada simulasi induksi sambaran petir 45 kV sebesar 2,267%.

Kata kunci: Lightning Arrester, Metode Generator Marx

Abstract

Nazila A. Pally. 2023. *Performance of Lightning Arrester Type Lap 24 Class 2 Uc 19.2 kV - Ur 24 kV Using the Marx Generator Method*. Undergraduate Thesis, Bachelor's Degree Program in Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Gorontalo. The principal supervisor is Dr. Lanto Mohamad Kamil Amali, ST., MT., and the co-supervisor is Dr. Ir. Sardi Salim, M.Pd. This research is based on the performance of Type Lap 24 lightning arrester made from polymer, where the researcher will observe the characteristics of the large overvoltage cutting capacity of the lightning arrester where the greater the cutting capacity of the lightning arrester, the better the protection function it performs. The research applies the Marx Generator method. The research aims to use overvoltage due to lightning strikes starting from the highest voltage of 50 kV with a step

decrease of 5 kV to a minimum voltage of 20 kV so that the lightning arrester tested has provided good protection in cutting the voltage. The results of this study prove that the characteristics based on the analysis are seen in general, that lightning arresters can cut voltage. The voltage cut is in the range of 6,627% - 18,255%. Further, the voltage cut that occurred in the 40 kV lightning strike induction simulation was 18,255%, while the smallest voltage cut that occurred in the 45 kV lightning strike induction simulation was 2,267%.

Keywords: *Lightning Arrester, Marx Generator Method*

I. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi merupakan saluran tahap akhir yang menyalurkan listrik dari jaringan transmisi menuju ke beban. Jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Sistem Jaringan Distribusi Primer disebut Jaringan Tegangan Menengah (JTM) disebut juga tegangan menengah, yaitu jaringan yang menghubungkan gardu induk dengan gardu distribusi yang biasanya menggunakan tegangan distribusi 6 kV, 7 kV, 12 kV, 20 kV [2]. Jaringan Distribusi Primer atau JTM merupakan fasa-tiga sedangkan jaringan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR) merupakan fasa-tunggal dan fasa-tiga dengan empat kawat. Di Indonesia umumnya tegangan yang digunakan pada sistem distribusi jaringan tegangan rendah adalah 380/220 Volt [1].

Pada sistem distribusi penyaluran tenaga listrik masih sering terdapat gangguan yang menyebabkan kontinuitas penyaluran energi listrik sering padam sehingga diperlukan peralatan proteksi agar berfungsi untuk mengamankan sistem jaringan distribusi dari gangguan-gangguan tersebut[3]. Gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi 20 kV adalah gangguan hubung singkat, gangguan beban lebih (over load), gangguan hilangnya sumber tenaga dan gangguan tegangan lebih. Adapun gangguan-gangguan diatas dapat menyebabkan kehandalan dari pada sistem distribusi 20 kV tidak handal, adapun upaya-upaya pihak penyedia energi listrik dalam hal ini PT. PLN (Persero) untuk mengatasi gangguan-gangguan di atas di antaranya melakukan pemangkasan pohon-pohon yang bisa menyebabkan hubung singkat antara fasa dengan ground, penggunaan pemakaian energi listrik yang diluar kontrol dan catatan PLN atau tanpa sepengetahuan PLN, sehingga PLN sulit mendeteksi beban trafo dan jaringan yang ada sehingga menyebabkan timbulnya gangguan beban lebih, gangguan hilangnya sumber tenaga biasanya diakibatkan oleh gangguan di unit Pembangkit, gangguan hubung singkat jaringan sehingga rel dan saklar pemisi (*disconnecting switch*) bekerja dan jaringan terputus dari pembangkit serta gangguan yang terjadi akibat sambaran petir atau surja petir (lonjakan petir), yang mengakibatkan gangguan tegangan lebih[4].

Adapun dalam mengatasi gangguan-gangguan tersebut biasanya pihak penyedia tenaga listrik dalam hal ini PT. PLN (Persero) menggunakan peralatan proteksi seperti lightning artrestser. Pada kasus ini akan dibahas lightning arrester sebagai salah satu alat proteksi untuk melindungi jaringan distribusi dari kerusakan tegangan lebih yang diakibatkan oleh sambaran petir[5]. Sistem jaringan distribusi 20 kV sebelum masuk ke

trafo distribusi biasanya menggunakan lightning arrester sebelum masuk ke sistem jaringan tegangan rendah, hal ini dilakukan untuk memproteksi keseluruhan sistem agar tidak rusak akibat sambaran petir yang akan melebihi tegangan sistem[6]. Lightning Arrester merupakan peralatan proteksi tegangan lebih terhadap surja petir dimana lightning arrester akan memotong tegangan lebih sebelum sampai pada peralatan listrik. Sehingga tegangan lebih yang masuk dalam peralatan masih di bawah BIL (Basic Insulation Level) peralatan listrik yang diamankan. Ketika tegangan pada lightning arrester belum melebihi tegangan kerjanya, lightning arrester akan bertindak sebagai saklar yang terbuka[7]. Apabila tegangan pada lightning arrester sudah melebihi tegangan kerjanya, maka lightning arrester akan bertindak sebagai saklar yang tertutup. lightning Arrester akan memotong tegangan lebih serta mengalirkan tegangan lebih ke tanah [8]. Pada penelitian ini peneliti akan memfokuskan kinerja dari lightning arrester Tipe Lap 24 berbahan polimer dimana peneliti akan melihat karakteristik besarnya kapasitas pemotongan tegangan lebih dari lightning arrester tersebut dimana semakin besar kapasitas pemotongan lightning arrester, semakin baik pula fungsi proteksi yang dilakukannya [9]. Adapun metode yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan metode Generator Marx.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Pengujian pada Laboratorium Tegangan Tinggi ini menggunakan peralatan pengujian tegangan tinggi impuls. Penelitian lightning arrester Tipe Lap 24 diperoleh dari uji Laboratorium yang dilakukan menggunakan Generator Marx yang ada di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Rating Voltage (U_r) = 24 kV
- Rating MCOV (U_c) = 19,2 kV
- Discharge Current = 10 kA

Alur Penelitian

1) Pengambilan Sampel di PT. PLN (Persero). Sebelum peminjaman sampel lightning arrester peneliti memasukkan surat ke bagian HRD PT PLN (Persero) selanjutnya peneliti diberikan sampel lightning arrester dengan Tipe Lap 24 sebanyak 1 unit. 2) Rangkaian pengujian tegangan tinggi impuls. 3) Pengujian sambaran petir tanpa proteksi lightning arrester dan pengujian sambaran petir menggunakan proteksi lightning arrester. 4) Pengambilan data karakteristik pengujian sambaran petir tanpa proteksi lightning arrester (osiloskop) dan pengujian sambaran petir menggunakan proteksi lightning arrester (osiloskop).

Teknik Analisis Data

Proses pengujian sebelum menganalisa melibatkan langkah-langkah berikut: pertama, lightning arrester dipasang dengan benar sesuai dengan standar yang berlaku. Kemudian, generator marx dioperasikan untuk menghasilkan lonjakan tegangan yang sesuai. Selama pengujian, tegangan dan waktu yang melalui lightning arrester diukur.

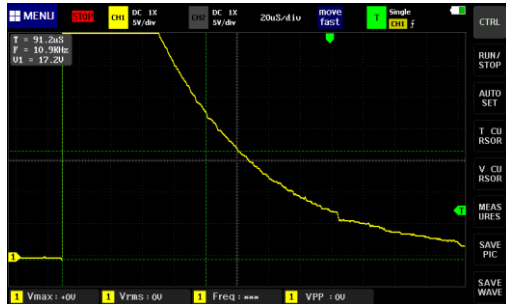
Data tersebut akan dibandingkan dalam bentuk tabel sehingga dapat memperoleh besarnya pemotongan tegangan tanpa proteksi lightning arrester dan lightning arrester Tipe Lap 24 tersebut.

1. Data setting osiloscope untuk induksi sambaran petir yakni nilai tegangan petir ($V_{\text{petir setting osc}}$) dan nilai waktu petir ($T_{\text{petir setting osc}}$).
2. Selanjutnya, membuktikan setting osiloscope $V(\text{petir})$ dan $T(\text{petir})$ dengan tampilan grafik dari induksi sambaran petir yang ditampilkan pada layar osiloscope.
3. Untuk menentukan tegangan pemotongan dari tanpa proteksi lightning arrester dan lightning arrester Tipe Lap 24 tersebut. Terlebih dahulu melihat tampilan data grafik pengujian induksi tanpa proteksi lightning arrester dan lightning arrester Tipe Lap 24. Dimana dari grafik yang ditampilkan pada layar osiloscope dapat dihitung jumlah titik/bar pada sumbu x dan jumlah titik/bar pada sumbu y.
4. Selanjutnya, untuk menentukan persen (%) tegangan pemotongan dari tanpa menggunakan proteksi lightning arrester dan menggunakan lightning arrester Tipe Lap 24.

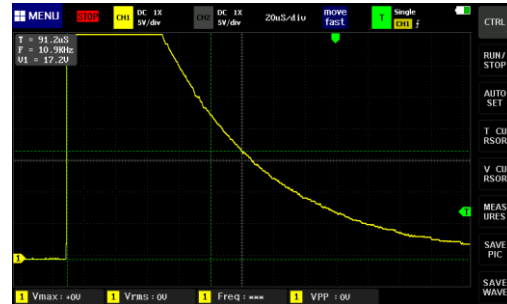
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar. Penomoran pada gambar dan tabel dilakukan secara berurutan dengan posisi center dan menggunakan huruf tebal. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2023.

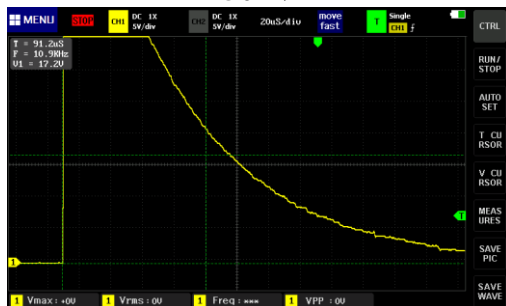
Penelitian dimulai dengan tahap membuat rangkaian pengujian tegangan tinggi implus. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sambaran petir tanpa proteksi *lightning arrester* dan pengujian sambaran petir menggunakan proteksi *lightning arrester*. Dari pengujian yang diperoleh data berupa grafik dari osiloskop. Tampilan grafik dari osiloskop dilakukan untuk melihat karakteristik tegangan dan waktu dari petir serta melihat karakteristik besarnya pemotongan tegangan dan waktu menggunakan *lightning arrester*. Sebelum melakukan pengujian, parameter dari *osiloscope* volt/div dan time/div diatur sedemikian rupa untuk mendapatkan tampilan grafik yang diinginkan. Adapun pengaturan nilainya untuk nilai volt/div diatur pada range 5 Volt/div dan nilai time/div 20 μ S/div. Pada pengujian ini dilakukan pengujian sambaran petir dengan simulasi tegangan 50kV, 45kV, 40kV, 35kV, 30kV, 25kV dan 20kV.



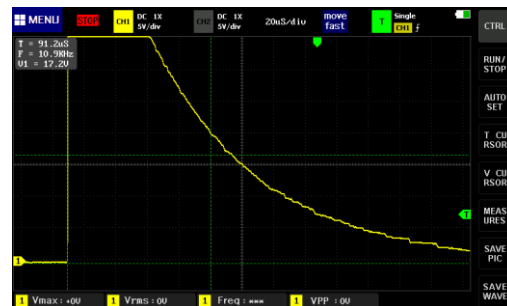
Gambar 1. Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 50kV



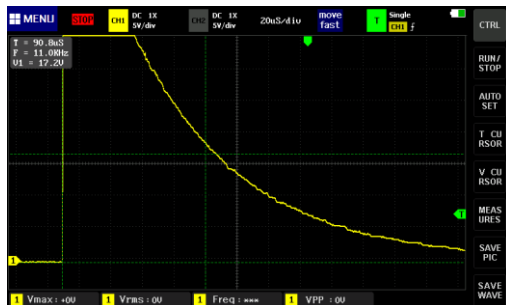
Gambar 2. Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 50kV



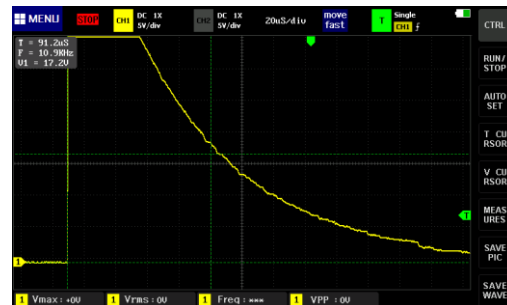
Gambar 3. Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 45kV



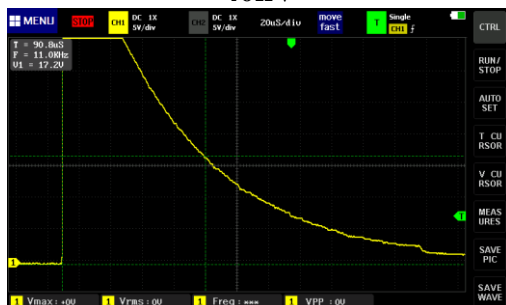
Gambar 4 Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 45kV



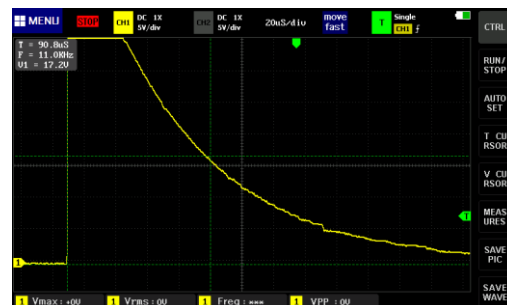
Gambar 5 Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 40kV



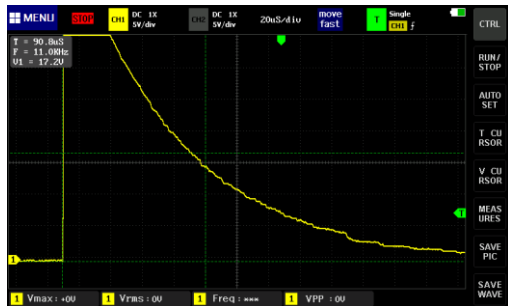
Gambar 6. Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 40kV



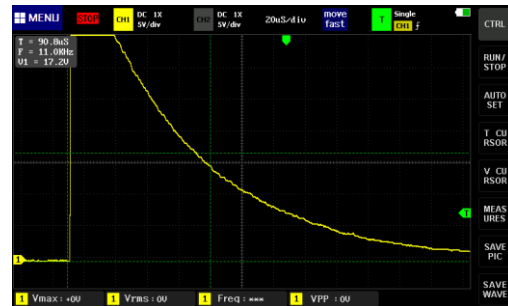
Gambar 7. Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 35kV



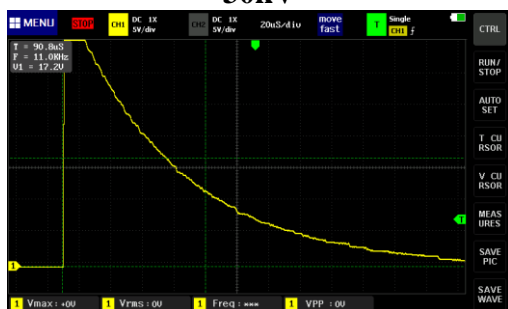
Gambar 8. Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 35kV



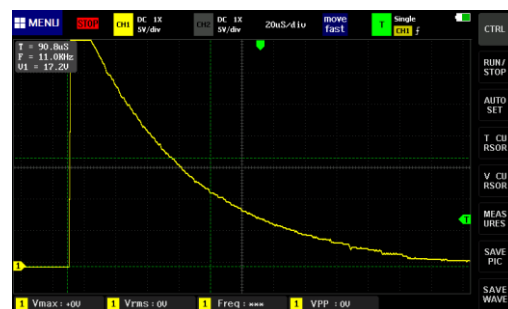
Gambar 9 Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 30kV



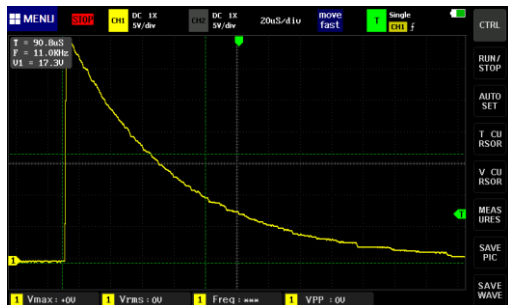
Gambar 10 Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 30kV



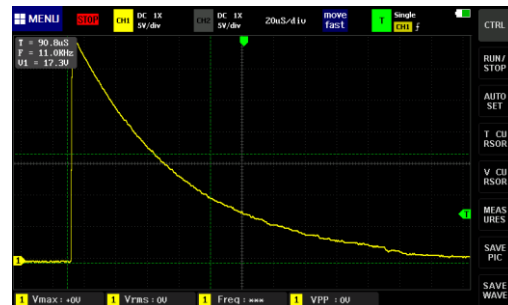
Gambar 11 Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 25kV



Gambar 12 Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 25kV



Gambar 13 Grafik Pengujian Tanpa Proteksi *Lightning Arrester* Tegangan 20kV



Gambar 14 Grafik Pengujian *Lightning Arrester* Tipe Lap 24 Tegangan 20kV

Berdasarkan Gambar 1 sampai Gambar 14 diatas terlihat grafik sambaran petir pada pengujian tegangan tinggi impuls sangat besar dibandingkan dengan grafik menggunakan proteksi *lightning arrester*. Pada umumnya terjadi pemotongan tegangan pada grafik sambaran petir yang dilakukan oleh *lightning arrester*, hal ini menunjukkan *lightning arrester* mampu memproteksi sambaran petir yang terjadi.

Pembahasan

Hasil pengujian maka dapat dihitung besarnya tegangan dan waktu dari induksi sambaran petir serta besarnya pemotongan tegangan dan waktu dari penggunaan

proteksi *lightning arrester* Tipe Lap. Adapun hasil perhitungan untuk setiap pengujian induksi sambaran petir yang diuji disajikan dalam tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik tegangan dan waktu dari induksi sambaran petir dan lightning arrester

Tegangan (KV)	Impuls tanpa Proteksi Lighting arrester		Impuls menggunakan Proteksi Lighting arrester	
	Volt	Time	Volt	Time
50	17,2	91,2	16,2	89,1
45	17,2	91,2	16,81	89,1
40	17,2	91,2	14,06	87,4
35	17,2	91,2	16,8	87
30	17,2	91,2	16,53	86,8
25	17,2	91,2	16,06	86,9
20	17,2	91,2	17,2	91,2

Untuk mendapatkan hasil perhitungan persen (%) diketahui bawah besar pemotongan tegangan dari simulasi induksi sambaran petir dan *Lightning Arrester*. Adapun perhitungan persen pemotongan tegangan diambil pada induksi sambaran petir 50kV – 20kV.

- Simulasi Pengujian 50 kV

Diketahui:

$$V_{(petir)} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(arrester)} = 16,2 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(petir)} - V_{(arrester)} =$

Sehingga:

$$\begin{aligned} V_{(pemotongan\ petir)} &= V_{(petir)} - V_{(arrester)} \\ &= 17,2 \text{ Volt} - 16,2 \text{ Volt} \\ &= 1 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ pemotongan dari } V_{(arrester)} &= (V_{(pemotongan\ petir)} / V_{(petir)}) \times 100 \\ &= (1 \text{ Volt} / 17,2 \text{ Volt}) \times 100 \\ &= 5,813 \% \end{aligned}$$

- Simulasi Pengujian 45 kV

Diketahui:

$$V_{(petir)} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(arrester)} = 16,81 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(petir)} - V_{(arrester)} =$

Sehingga:

$$\begin{aligned} V_{(pemotongan\ petir)} &= V_{(petir)} - V_{(arrester)} \\ &= 17,2 \text{ Volt} - 16,81 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$= 0,39 \text{ Volt}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ pemotongan dari } V_{(arrester)} &= (V_{(\text{pemotongan petir})} / V_{(\text{petir})}) \times 100 \\ &= (0,39 \text{ Volt} / 17,2 \text{ Volt}) \times 100 \\ &= 2,267 \% \end{aligned}$$

- Simulasi Pengujian 40 kV

Diketahui:

$$V_{(\text{petir})} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(arrester)} = 14,06 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(\text{petir})} - V_{(arrester)} =$

Sehingga:

$$\begin{aligned} V_{(\text{pemotongan petir})} &= V_{(\text{petir})} - V_{(arrester)} \\ &= 17,2 \text{ Volt} - 14,06 \text{ Volt} \\ &= 3,14 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ pemotongan dari } V_{(arrester)} &= (V_{(\text{pemotongan petir})} / V_{(\text{petir})}) \times 100 \\ &= (3,14 \text{ Volt} / 17,2 \text{ Volt}) \times 100 \\ &= 18,255 \% \end{aligned}$$

- Simulasi Pengujian 35 kV

Diketahui:

$$V_{(\text{petir})} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(arrester)} = 16,8 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(\text{petir})} - V_{(arrester)} =$

Sehingga:

$$\begin{aligned} V_{(\text{pemotongan petir})} &= V_{(\text{petir})} - V_{(arrester)} \\ &= 17,2 \text{ Volt} - 16,8 \text{ Volt} \\ &= 0,4 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ pemotongan dari } V_{(arrester)} &= (V_{(\text{pemotongan petir})} / V_{(\text{petir})}) \times 100 \\ &= (0,4 \text{ Volt} / 17,2 \text{ Volt}) \times 100 \\ &= 2,325 \% \end{aligned}$$

- Simulasi Pengujian 30 kV

Diketahui:

$$V_{(\text{petir})} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(arrester)} = 16,53 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(\text{petir})} - V_{(arrester)} =$

Sehingga:

$$\begin{aligned} V_{(\text{pemotongan petir})} &= V_{(\text{petir})} - V_{(arrester)} \\ &= 17,2 \text{ Volt} - 16,53 \text{ Volt} \\ &= 0,68 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ pemotongan dari } V_{(arrester)} &= (V_{(\text{pemotongan petir})} / V_{(\text{petir})}) \times 100 \\ &= (0,68 \text{ Volt} / 17,2 \text{ Volt}) \times 100 \\ &= 3,953 \% \end{aligned}$$

- Simulasi Pengujian 25 kV

Diketahui:

$$V_{(\text{petir})} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(\text{arrester})} = 16,06 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(\text{petir})} - V_{(\text{arrester})} =$

Sehingga:

$$V_{(\text{pemotongan petir})} = V_{(\text{petir})} - V_{(\text{arrester})}$$

$$= 17,2 \text{ Volt} - 16,06 \text{ Volt}$$

$$= 1,14 \text{ Volt}$$

$$\% \text{ pemotongan dari } V_{(\text{arrester})} = (V_{(\text{pemotongan petir})} / V_{(\text{petir})}) \times 100$$

$$= (1,14 \text{ Volt} / 17,2 \text{ Volt}) \times 100$$

$$= 6,627 \%$$

- Simulasi Pengujian 20 kV

Diketahui:

$$V_{(\text{petir})} = 17,2 \text{ Volt}$$

$$V_{(\text{arrester})} = 17,2 \text{ Volt}$$

Ditanya: % Pemotongan tegangan dari $V_{(\text{petir})} - V_{(\text{arrester})} =$

Sehingga:

$$V_{(\text{pemotongan petir})} = V_{(\text{petir})} - V_{(\text{arrester})}$$

$$= 17,2 \text{ Volt} - 17,2 \text{ Volt}$$

$$= 0 \text{ Volt}$$

$$\% \text{ pemotongan dari } V_{(\text{arrester})} = (V_{(\text{pemotongan petir})} / V_{(\text{petir})}) \times 100$$

$$= (0 \text{ Volt} / 0 \text{ Volt}) \times 100$$

$$= 0 \%$$

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa *Lightning Arrester Tipe Lap 24 Class 2 Uc 19.2 kV - Ur 24 kV* menggunakan metode *Generator Marx* telah menunjukkan unjuk kerja yang memadai dalam menangani lonjakan tegangan dan menyalurkan arus petir dengan efektif. Perangkat ini mampu menahan tegangan yang sesuai dengan spesifikasi dan menjaga tegangan operasional dalam batas yang aman. Oleh karena itu, *Lightning Arrester* ini dapat dianggap sebagai perlindungan yang andal dalam sistem listrik.
2. Berdasarkan pengujian tegangan lebih akibat sambaran petir dimulai dari tegangan tertinggi 50 kV dengan step penurunan 5 kV sampai pada tegangan minimum 20 kV, sehingga *lightning arrester* yang di uji sudah memberikan perlindungan yang baik dalam bekerja memotong tegangan. Karakteristik berdasarkan analisis yang dilihat secara umum *lightning arrester* dapat memotong tegangan. Adapun besarnya pemotongan tegangan berada pada range 6,627% – 18,255%. Untuk besarnya pemotongan tegangan terjadi pada simulasi induksi sambaran petir 40 kV yakni 18,255% sedangkan pemotongan tegangan yang terkecil terjadi pada simulasi induksi sambaran petir 45 kV sebesar 2,267%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, Ahmad Kelana Syifa'. 2021. "Analisa Gangguan Petir Terhadap Kinerja Arrester Sebagai Pengaman Transformator Di Pt. Pln Distribusi Lumajang." 7–33.
- [2] Avryansyah Akbar, Airlangga, IrAgung Warsito, dan Jl Sudharto. 2013. "Pemeliharaan Lightning Arrester (LA) pada Gardu Induk Krapyak 150 KV PT. PLN (PERSERO) P3B Jawa-Bali APP Semarang." 1–6.
- [3] Distribusi, Jaringan, P. L. N. Persero, dan U. L. P. Rantepao. 2021. "Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon pada." (September).
- [4] Halomoan Sinaga, Herman, dan T. Haryono. n.d. *Model Arrester SiC Menggunakan Model Arrester ZnO IEEE WG 3.4.11*.
- [5] Noor, Muhammad, Eka Putra, Ir Prastyono, Eko Pambudi, dan Slamet Hani. 2016. *PENGUJIAN LIGHTNING ARRESTER 20KV TIPE ZnO MENGGUNAKAN GENERATOR IMPULS SERTA SIMULASI SAMBARAN PETIR MELALUI PROGRAM ATP Draw*. Vol. 3.
- [6] Novizon, Novizon, Nofriadi Nofriadi, dan Dano Yustasia. 2020. "Peningkatan Faktor Penuaan Arester Tanpa Sela Isolasi Polymer Akibat Kontaminan Kalsium Karbonat." *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO* 9(2):101. doi: 10.25077/jnte.v9n2.733.2020.
- [7] Nugroho, Eko, Setyo Adi Nugroho, Kata Kunci, dan : Abstrak. 2022. *Perancangan Sistem Proteksi Pada Peralatan Elektromedis Terhadap Sambaran Petir Tidak Langsung Protection System Design On Electromedical Equipment Against Indirect Lightning Strikes*. Vol. 1.
- [8] Suwarti Widyastuti, Diah, dan Sugiarto 2015 Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jalan Babarsari. n.d. *Dampak Pemberian Impuls Arus Terhadap Tingkat Perlindungan Arrester Tegangan Rendah*.
- [9] Wahyu Ramadhani, Afian, Achmad Imam Agung, dan Tri Wrahatnolo. n.d. *Analisis Arus Bocor Resistif Pada Sistem Proteksi Lightning Arrester Bay Kedinding Di Gardu Induk 150 KV Kenjeran Surabaya*.