

Preventive Maintenance as a Key to Reliable Power Distribution in Indonesia

Pemeliharaan Preventif sebagai Kunci untuk Distribusi Listrik yang Andal di Indonesia

Yuswono Hariswanda^{1*}, Izza Anshory²

Email coresponding author: yuswono.haris1@gmail.com

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya Gelam No.250, Pagerwaja, Gelam, Kec. Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271

Abstract. *This study investigates the frequent disturbances in a 20 kV Medium Voltage Overhead Line (SUTM) distribution network, identifying both internal channel issues and external disruptions such as natural events and wildlife interference as primary factors. The research evaluates the effectiveness of Right Of Way (ROW) maintenance, a preventive strategy involving tree trimming, pole realigning, and component replacement. Results demonstrate that ROW maintenance significantly boosts network reliability and effectiveness, suggesting that systematic preventive maintenance is crucial for improving power distribution resilience globally.*

Keywords - *Distribution Network Disruption; ROW Maintenance; Medium Voltage Air Line Maintenance*

Abstrak. *Penelitian ini menginvestigasi gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV, dengan mengidentifikasi masalah internal saluran dan gangguan eksternal seperti kejadian alam dan gangguan satwa liar sebagai faktor utama. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas pemeliharaan Right Of Way (ROW), sebuah strategi pencegahan yang melibatkan pemangkasan pohon, perataan tiang, dan penggantian komponen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeliharaan ROW secara signifikan meningkatkan keandalan dan efektivitas jaringan, yang menunjukkan bahwa pemeliharaan preventif yang sistematis sangat penting untuk meningkatkan ketahanan distribusi listrik secara global.*

Kata Kunci – *Gangguan Jaringan Distribusi ; Pemeliharaan ROW; Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Menengah*

I.PENDAHULUAN

Selama ini energi listrik telah menjadi kebutuhan vital untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Konsumsi energi global meningkat karena populasi manusia yang terus bertambah dalam 20 tahun terakhir, konsumsi energi dunia meningkat tajam sebesar 40% . Jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 kV, 12 kV, 6 KV. Pada saat ini, tegangan distribusi primer yang cenderung dikembangkan oleh PLN adalah 20 kV. Tegangan pada jaringan distribusi primer, diturunkan oleh gardu distribusi melalui penyulang-penyulang menjadi tegangan rendah yang besarnya adalah 380/220 V, dan disalurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah kepada konsumen.[1]

Gangguan pada suatu sistem tenaga listrik atau penyediaan listrik ini tidak dikehendaki, tetapi merupakan kenyataan yang tidak dapat dihindarkan . Suatu gangguan didalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan didalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya.

Sumber gangguan terdiri atas dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal, gangguan internal disebabkan oleh perubahan sifat hambatan yang ada, misalnya isolator yang retak karena faktor umur, sedangkan gangguan dari luar berupa gejala alam antara lain petir, hewan, pohon, debu, hujan, dan sebagainya. Gangguan dari faktor internal berupa kerusakan peralatan sangat mungkin terjadi disetiap penyulang pada jaringan distribusi, mengingat peralatan memiliki usia sehingga perlu adanya peremajaan. Peningkatan mutu personil petugas PLN dan peremajaan alat serta pemeliharaan jaringan harus konsisten dilakukan oleh pihak PLN Agar pelayanan kepada pelanggan dalam hal menyalurkan listrik tidak terkendala dan tetap lancar tanpa adanya pemadaman. Gangguan ini memiliki frekuensi gangguan yang sedikit jika dibandingkan dengan jenis gangguan yang lain.

Sifat gangguannya adalah permanen apabila tidak dilakukan penggantian peralatan. Gangguan dari faktor eksternal berupa gangguan hewan yang menempel pada kawat jaringan distribusi mengakibatkan arus hubung singkat, gangguan ini bersifat temporer dan jarang terjadi, hewan yang berpotensi menyebabkan gangguan adalah ular dan burung. Gangguan layang-layang banyak terjadi pada saat musim kemarau tiba, layang-layang dapat menyebabkan jaringan listrik padam apabila layangan mengenai jaringan distribusi tegangan tinggi, maka akan timbul gangguan hubung singkat. Gangguan akibat layang-layang ini bersifat temporer. Gangguan eksternal lainnya yang sering terjadi di sepanjang jaringan SUTM (Saluran Udara Tegangan Tinggi) yaitu akibat pohon. Pohon yang menempel pada jaringan JTM mengakibatkan adanya arus gangguan hubung singkat, gangguan ini bersifat temporer dan dapat diamankan dengan sistem proteksi recloser yang membuat jaringan dapat menyalurkan kembali energi listrik.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan EPRI (Burke and Lawrence, 1984; EPRI 1209-1, 1983) pohon juga dapat menyebabkan gangguan satu fase ke tanah pada sistem tiga fase, tetapi gangguan fase-fase lebih sering terjadi. Gangguan eksternal berupa petir merupakan gangguan yang tidak dapat diprediksi kapan terjadinya, Hanya untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Dari faktor-faktor tersebut yang paling berpotensi terjadi gangguan adalah dari faktor eksternal yaitu akibat pohon. Pohon menjadi salah satu penyebab terjadinya gangguan karena mengingat pohon biasanya terletak didekat jaringan listrik, ranting pohon yang menempel pada jaringan akibat tiupan angin dapat menyebabkan arus gangguan baik gangguan antar fasa atau fasa ke tanah.

Ruang bebas (Right of Way) dan jarak aman (Safety Distance) antara pohon dengan jaringan SUTM minimal 2,5 meter (Buku PLN, Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah, 2010:9). Pohon seiring dengan tuntutan jaman selalu ditanam disudut kota dengan tujuan untuk membuat suasana kota yang sejuk dan nyaman. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.20/MENHUT-II/2009 menyatakan bahwa satu orang wajib menanam 1 pohon, tujuan dari program ini adalah dalam rangka mengantisipasi perubahan iklim global dan degradasi lahan. Penanaman pohon sebaiknya juga harus memperhatikan kondisi lingkungan sekitar terutama di wilayah perkotaan, 6 perlu dilakukan banyak pertimbangan apakah tempat tersebut aman atau tidak dalam waktu beberapa tahun kedepan, sehingga tidak akan menimbulkan masalah baru. Gangguan listrik yang tinggi menyebabkan indeks keandalan sistem jaringan distribusi menurun, sebaliknya suatu sistem jaringan distribusi dapat dikatakan handal apabila jumlah gangguan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu nilainya dibawah standar yang telah ditentukan.[2]

Aturan Distribusi Tenaga Listrik merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 04 Tahun 2009 tanggal 20 Februari 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Aturan Distribusi Tenaga Listrik ini merupakan perangkat peraturan dan persyaratan untuk menjamin keamanan, keandalan serta pengoperasian dan pengembangan sistem distribusi yang efisien dalam memenuhi peningkatan kebutuhan tenaga listrik. Aturan Distribusi Tenaga Listrik disusun berdasarkan kondisi saat ini, untuk diberlakukan kepada semua pelaku usaha pada sistem distribusi, yaitu Pemasok Sistem Distribusi (Grid dan Pembangkit Skala Kecil dan Menengah), Pengelola Distribusi, Konsumen, dan Reseller yang instalasinya secara langsung terhubung ke sistem distribusi.[3]

II.METODE

A. Jenis Penelitian

1. Gangguan Jaringan Distribusi

Gangguan-gangguan yang terjadi pada sistem distribusi dapat mempengaruhi indeks keandalan sistem distribusi. Gangguan sistem distribusi dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor alam, manusia atau berasal dari sistem itu sendiri.[4] Lamanya waktu gangguan pada sistem dapat dikelompokkan menjadi beberapa poin yaitu:

2. Gangguan Temporer

Gangguan ini dapat hilang dan membaik dengan sendirinya atau bisa diperbaiki dengan hanya memutuskan beberapa bagian yang terganggu saja hingga sistem bisa beroperasi secara normal kembali .

3. Gangguan Permanen

Gangguan yang membutuhkan beberapa tindakan perbaikan lebih lanjut untuk menyingkirkan gangguan yang ada tersebut.

B. Variabel Penelitian

1. Pemeliharaan Preventif (Preventive Maintenance).

Pemeliharaan preventif adalah pemeliharaan yang bersifat untuk mencegah akan terjadinya gangguan pada jaringan. Artinya pada pemeliharaan ini ada perencanaan yang dibuat untuk beberapa hari kedepan guna untuk pemeliharaan agar terjadwal dengan baik. Untuk tujuan dari preventif maintenance adalah :

- a) Perpanjang usia produktif aset dengan mendeteksi bahwa aset tersebut memiliki titik keausan kritis dan kemungkinan besar akan rusak.
- b) Melakukan inspeksi yang efektif dan menjaga peralatan dalam keadaan sehat.
- c) Menghilangkan kegagalan peralatan dan cacat produksi serta meningkatkan daya tahan dan kemampuan mesin.
- d) Kurangi waktu yang terbuang untuk kegagalan peralatan dengan menciptakan aktivitas pemeliharaan peralatan.
- e) Menjaga biaya produksi sekecil – kecilnya.

C. Metode Preventif

- a. Mengidentifikasi jarak aman Adapun jarak aman SUTM menurut standar PLN adalah sebagai berikut :

No.	Uraian	Jarak Aman
1.	Terhadap permukaan jalan raya	≥ 6 meter
2.	Balkon rumah	≥ 2,5 meter
3.	Atap rumah	≥ 2 meter
4.	Dinding Bangunan	≥ 2,5 meter
5.	Antena TV/ radio, menara	≥ 2,5 meter
6.	Pohon	≥ 2,5 meter
7.	Lintasan kereta api	≥ 2 meter dari atap kereta
8.	Underbuilt TM – TM	≥ 1 meter
9.	Underbuilt TM – TR	≥ 1 meter

Tabel 1. Jarak Aman

- b. Mengidentifikasi Kerusakan FCO Pada Trafo, dilakukan untuk mengetahui apakah FCO mengalami keretakan atau tidak dikarenakan sudah mendekati waktu kadaluarsa.
- c. Mengidentifikasi tiang miring pada jaringan, melakukan pemasangan pasak dibawah tiang dengan jarak antara 1 tiang ke tiang lain yaitu 50 meter.
- d. Mengidentifikasi kawat penghantar, melakukan pembersihan kawat dengan cara memutuskan kawat yang pecah dengan menggunakan alat tertentu yang disebut stik 20 kV dan wirecutter.
- e. Mengidentifikasi Kerusakan LA, dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada LA yang disebabkan sambaran petir ataupun overload dan dapat merambat kerusakan ke trafo dan isolator.
- f. Mengidentifikasi kerusakan pin isolator, merupakan kegiatan yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi kegagalan proses yang terjadi pada SUTM 20 kV.[5]

1. Pemeliharaan Korektif (Korektif Maintenance).

Pemeliharaan korektif dapat dibedakan dalam 2 kegiatan yaitu: terencana dan tidak terencana. Kegiatan

yang terencana diantaranya adalah pekerjaan perubahan /penyempurnaan yang dilakukan pada jaringan untuk memperoleh keandalan yang lebih baik (dalam batas pengertian operasi) tanpa mengubah kapasitas semula.[6] Kegiatan yang tidak terencana misalnya mengatasi/perbaikan kerusakan peralatan/gangguan. Perbaikan kerusakan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/pekerjaan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi system atau peralatan yang mengalami gangguan/kerusakan sampai kembali pada keadaan semula dengan kepastian yang sama. Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk pemeliharaan korektif diantaranya adalah:

- a. Pekerjaan penggantian mof kabel yang rusak.
- b. Pekerjaan JTM yang putus.
- c. Penggantian bushing trafo yang pecah.
- d. Penggantian tiang yang patah.

Perubahan/penyempurnaan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/ pekerjaan untuk penyempurnaan system atau peralatan distribusi dengan cara mengganti/ merubah system peralatan dengan harapan agar daya guna dan keandalan system peralatan yang lebih tinggi dapat dicapai tanpa merubah kapasitas system peralatan semula. Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk perubahan/ penyempurnaan yang dimaksudkan diantaranya adalah :

- a. Pekerjaan rehabilitasi gardu.
- b. Pekerjaan rehabilitasi JTM.
- c. Pekerjaan rehabilitasi JTR.

2. Pemeliharaan Khusus (Emergency Maintenance).

Pemeliharaan Khusus atau disebut juga pemeliharaan darurat adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksud untuk memperbaiki jaringan yang rusak yang disebabkan oleh force majeure atau bencana alam seperti gempa bumi, angin rebut, kebakaran dsb yang biasanya waktunya mendadak. Dengan demikian sifat pekerjaan pemeliharaan untuk keadaan ini adalah sifatnya mendadak dan perlu segera dilaksanakan, dan pekerjaannya tidak direncanakan.

D. Jadwal Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Menengah 20 Kv

Dalam pelaksanaan pemeliharaan perlu direncanakan dengan baik berdasarkan hasil pengamatan dan catatan serta pengalaman dari pemeliharaan terdahulu, sehingga akan mendapatkan hasil yang lebih baik, untuk itu perlu di buat jadwal pemeliharaan.[7] (Haleyora Power ULP Krian, 2023) Jadwal pemeliharaan dengan jangka waktu yang berbeda sesuai dengan kebutuhan dan umur dari peralatan yang akan di pelihara, waktu tersebut adalah sebagai berikut :

1) Pemeliharaan Tri wulanan (3 bulan)

Pemeliharaan tri wulanan atau 3 bulanan adalah suatu kegiatan dilapangan yang dilaksanakan dalam tiga bulan dengan maksud untuk mengadakan pemeriksaan kondisi system. Dengan harapan langkah-langkah yang perlu dilaksanakan perbaikan system peralatan yang terganggu dapat ditentukan lebih awal. Bila ada keterbatasan dalam masalah data pemeliharaan, program pemeliharaan triwulan dapat dibagi untuk memelihara bagian-bagian jaringan distribusi yang rawan gangguan, diantaranya adalah saluran telanjang atau tidak berisolasi. Dimana saluran udara semacam ini diperkirakan paling rawan terhadap gangguan external misalnya pohon-pohon, benang layang-layang dsb. Kegiatan yang perlu dilakukan dalam program triwulanan adalah :

1. Mengadakan inspeksi terhadap saluran udara harus mempunyai jarak aman yang sesuai dengan yang di iijinkan (2 m).
2. Mengadakan evaluasi terhadap hasil inspeksi yang telah dilaksanakan dan segera mengadakan tindak lanjut.

2) Pemeliharaan Tahunan (1 tahun).

Pemeliharaan tahunan merupakan suatu kegiatan yang dilaksanakan untuk mengadakan pemeriksaan dan perbaikan system peralatan. Kegiatan pemeliharaan tahunan biasanya dilaksanakan menurut tingkat prioritas tertentu. Pekerjaan perbaikan system peralatan yang sifatnya dapat menunjang operasi secara langsung atau pekerjaan-pekerjaan yang dapat mengurangi adanya gangguan operasi system perlu mendapat prioritas yang lebih tinggi. Pada prakteknya pemeliharaan tahunan dapat dilaksanakan dalam dua keadaan :

1. Pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan.
2. Pemeliharaan tahunan keadaan bebas tegangan.
3. Pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan.

Pekerjaan-pekerjaan yang perlu dilakukan untuk pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan adalah mengadakan pemeriksaan secara visual (inspeksi) dengan maksud untuk menemukan hal-hal atau kelainan-kelainan yang dikawatirkan/dicurigai dapat menyebabkan gangguan pada operasi system, sebelum periode pemeliharaan tahunan berikutnya terselenggara. Pemeliharaan semacam ini pada pelaksanaannya menggunakan check list untuk memudahkan para petugas memeriksa dan mendata hal-hal perlu diperhatikan dan dinilai. Adapun bagian-bagian system yang perlu dilakukan pemeliharaan tahunan secara periodik diantaranya adalah :

1. JTM dan peralatanya.
2. Gardu distribusi.
3. JTR dan peralatanya (bila ada).
4. Sambungan rumah dan APP.

3) Pemeliharaan Tiga Tahunan

Pemeliharaan tiga tahunan merupakan program pemeliharaan sebagai tindak lanjut dari kegiatan pemeliharaan tahunan yang telah diselenggarakan. Kegiatan pemeliharaan tiga tahunan dilaksanakan dalam keadaan bebas tegangan dimana sifat pemeliharaannya baik teliti dan penyaluran, biasa sampai tahap bongkar pasang (over haul). Dengan keadaan ini, pelaksanaan pemeliharaan tiga tahunan merupakan kegiatan pemeliharaan rutin yang termasuk pekerjaan pemeriksaan rutin sistematis. Adapun jadwal yang ditetapkan oleh PLN sesuai dengan surat edaran Direksi Nomor: 040.E/152/DIR/1999, tentang Manajemen Pemeliharaan Distribusi adalah sebagai berikut:

1. Pemeliharaan preventif : Pemeliharaan dilakukan antarselang waktu tertentu untuk mengurangi kemungkinan peralatan mengalami perubahan kondisi.
2. Pemeliharaan korektif : Pemeliharaan untuk memulihkan peralatan kembali kepada keadaan normal (termasuk penyetelan/perbaikan peralatan yang sudah menyimpang dari keadaan normal) untuk pemeliharaan ini kadang kadang diluar rencana.
3. Pemeliharaan darurat : Pemeliharaan/perbaikan yang perlu segera diperbaiki untuk mencegah kerusakan yang lebih besar.
4. Pemeliharaan berjalan : Pemeliharaan yang dilakukan pada waktu peralatan masih dalam keadaan tidak dioperasikan/jalan.
5. Pemeliharaan berhenti : Pemeliharaan yang dilakukan pada waktu peralatan dalam keadaan tidak dioperasikan.
6. Perbaikan : Dilakukan setelah terjadi kerusakan, tetapi sudah diperkirakan sebelumnya, sehingga persiapan perbaikan sudah dilakukan.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Manuver sistem jaringan distribusi primer tegangan menengah 20 kV merupakan serangkaian kegiatan membuat modifikasi terhadap kondisi operasi normal jaringan akibat adanya pekerjaan ataupun gangguan yang bersifat permanen pada jaringan yang memerlukan waktu relatif lama sehingga tetap tercapai kondisi penyaluran daya listrik yang optimal.[8] Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas dari suatu sistem atau peralatan listrik akan memuaskan bekerja sesuai dengan fungsinya untuk prioda waktu tertentu dan kondisi operasi tertentu. Ketersediaan adalah perbandingan antara jumlah waktu suatu sistem atau peralatan listrik bekerja sesuai dengan fungsinya dalam kondisi operasi tertentu dibandingkan dengan seluruh operasi. Dari definisi diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa keandalan dan ketersediaan bukan merupakan suatu kepastian. Suatu sistem atau peralatan listrik tidak dikatakan akan gagal sekian kali selama sekian jam dalam setahun, tetapi dikatakan kemungkinan akan gagal sekian kali selama sekian jam dalam setahun.

A. Gangguan yang terjadi pada Jaringan SUTM

Pada Jaringan Tegangan Menengah, dikarenakan jaringan saluran udara digelar di alam bebas cenderung gangguan dari lingkungan karena sebab alam cukup tinggi, diantaranya adalah: [8]Gangguan yang disebabkan oleh manusia yaitu Permainan layang-layang dapat menyebabkan kabel jaringan putus ataupun penebangan pohon yang tak sengaja terkena saluran kabel SUTM.



Gambar 1. Gangguan pada Jaringan SUTM Feeder Mata Air

Tumbuhan yang merambat dan dahan / ranting pohon besar dapat pula menjadi penyebab gangguan. Penyebab kendurnya kabel atau andongan Dikarenakan penguncian kabel kurang erat, terjadinya pemuaiian pada hari panas, dikarenakan tiang miring dan karna terjadinya korosi di kabel tersebut sehingga membuat kabel kendur.



Gambar 2. Penarikan Kabel SUTM di Jaringan SUTM Feeder Mata Air

IV.KESIMPULAN

Pemeliharaan jaringan saluran udara tegangan menengah dalam menjaga keandalan pasokan listrik pada tingkat tegangan menengah. Kesimpulan yang dapat diambil adalah Pemeliharaan teratur dan inspeksi rutin saluran udara tegangan menengah membantu mencegah potensi gangguan seperti gangguan aliran listrik, kebakaran, atau pemadaman. Keamanan publik seperti pemeliharaan yang baik memastikan keselamatan masyarakat dengan mencegah insiden bahaya yang dapat muncul dari jaringan tegangan menengah yang tidak terawat. Kelancaran layanan dengan perawatan yang tepat, gangguan pada jaringan dapat dicegah atau segera diperbaiki, menjaga kelancaran pasokan listrik kepada pelanggan. Pembaruan dan peningkatan pada sistem pemeliharaan yang mencakup pembaruan dan peningkatan infrastruktur untuk mengikuti perkembangan teknologi dan kebutuhan listrik yang berkembang. Efisiensi energi pemeliharaan dapat membantu mengoptimalkan efisiensi energi dalam sistem listrik tegangan menengah, mengurangi kerugian daya dan meningkatkan keberlanjutan. Pemeliharaan jaringan saluran udara tegangan menengah adalah komponen vital dalam menyediakan pasokan listrik yang handal dan aman untuk berbagai keperluan baik komersial maupun domestik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada semua pihak yang telah membantu baik pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah mengizinkan untuk melakukan pengumpulan data.

REFERENSI

- [1] C. H. Saputro, "Sutrn Akibat Gangguan Pohon Di Pt . Pln (Persero) Up3 Semarang," 2019.
- [2] G. Sumarno, V. D. C. Hf, M. P. Di, and V. D. C. Hf, "No Subjective sense of health is centered and tion analysis of co-dispersal structure on health-related indicators of home-bound elderly people," Analisis Pengaruh Bookvalue per Share terhadap Harga Saham Perusahaan di Bursa Efek Jakarta (Studi Kasus Perusahaan Kelompok) LQ-45) Oleh, vol. 5, no. 3, pp. 1-8, 2009, [Online]. Available: <http://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF>.
- [3] Kementrian ESDM, "Aturan Distribusi Tenaga Listrik," Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, vol. 4, p. 9, 2009.
- [4] N. M. Mugandi, "Pemeliharaan Jaringan Distribusi SUTM 20 kV (Penyulang Mawar) Di PT. PLN ULP Kampar," Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy (IJEERE), vol. 2, no. 2, pp. 85-95, 2022, doi: 10.57152/ijeere.v2i2.448.
- [5] Perusahaan Listrik Negara, "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik," PT. PLN (Persero), pp. 3-4, 2010.
- [6] S. Amalia and E. Saputra, "Pemeliharaan Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV Feeder Mata Air," Jte-Itp, vol. 9, no. 2, pp. 61-65, 2020.
- [7] R. Afiansyah, "Pemeliharaan Sistem Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20 Kv," Pemeliharaan Sistem Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20 Kv, 2022.
- [8] P. N. Enggi, "Analisa Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Penyulang Raya 14 di PT. PLN (Persero) Area Pontianak," Jurnal Elektro, vol. 2, no. No. 2, pp. 6-7, 2017.