

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Jaringan Distribusi Tegangan Menengah

Jaringan distribusi yang baik adalah jaringan yang memiliki kehandalan yang baik yang memastikan suplay trafo daya pada gardu induk sampai dengan pelanggan saluran rumah tangga. Teori dasar terkait keandalan jaringan listrik PLN berakar pada prinsip probabilitas dan kemampuan sistem untuk memasok listrik secara konsisten dan tanpa interupsi dalam periode waktu tertentu. Keandalan adalah ukuran seberapa sering dan berapa lama gangguan terjadi, yang dievaluasi melalui berbagai indeks kinerja. Pada jaringan distribusi sistem saluran udara, peralatan - peralatan proteksi dipasang diatas tiang listrik diantaranya :

1. *Tiang* berfungsi sebagai penyangga daripada braket dan penghantar serta perlengkapan sistem seperti transformator, isolator, arrester, recloser dan alat pemutus lainnya. Tiang memiliki beberapa ukuran mulai dari Tiang 9 dAN, 12 dAN bahkan 14 dAN. Jenis tiang juga dibagi menjadi beberapa bagian yaitu tiang kayu, besi dan beton.



Gambar 2. 1 Tiang Beton 12dAN

2. *Transformator* berfungsi untuk mengubah tegangan listrik dari satu level ke level lainnya, baik untuk meningkatkan tegangan (*Trafo step-up*) atau menurunkan tegangan (*Trafo step-down*), tanpa mengubah frekuensi arus listrik tersebut.



Gambar 2. 2 Transformator

3. *Recloser* berguna sebagai alat pemutus saluran secara otomatis saat terjadi gangguan baik permanen maupun sesaat, dan akan menutup kembali dalam waktu yang ditentukan. Biasanya pada saat gangguan terbaca lebih dari waktu yang ditentukan maka recloser akan open secara permanen.



Gambar 2. 3 Recloser

4. *Braket/Cross Arm* berfungsi sebagai sebagaiudukan isolator terbuat dari palang besi galvanis yang memiliki ukuran berbeda-beda untuk setiap konstruksi.



Gambar 2. 4 Braket/Cross arm

5. *Kawat penghantar* berfungsi sebagai penyalur arus listrik dari trafo daya pada gardu induk ke konsumen. Dominan penghantar yang digunakan pada sistem distribusi menggunakan bahan aluminium seperti *All Aluminium Alloy Conductor* (AAAC), begitu juga dengan beberapa jenis kabel lainnya seperti kabel jaringan bawah tanah dan kabel laut



Gambar 2. 5 Kawat penghantar

6. *Fuse Cute Out* (FCO) berfungsi sebagai pemutus aliran listrik baik saluran tegangan menengah maupun rendah apabila terjadi gangguan ataupun adanya gangguan hubung singkat pada jaringan listrik



Gambar 2. 6 FCO

7. *Ligthning Arrester* adalah perangkat yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik dari lonjakan tegangan yang diakibatkan oleh gangguan seperti sambaran petir atau switching (operasi pengalihan pada jaringan listrik). *Ligthning Arrester* memiliki beberapa



Gambar 2. 7 Ligthning arrester

karakteristik yaitu melindungi peralatan listrik dari lonjakan tegangan , Ketika terjadi lonjakan tegangan seperti dari petir dan gangguan pada jaringan listrik, arrester menyediakan jalur alternatif bagi arus berlebih untuk mengalir ke tanah, dan melindungi peralatan tersebut secara langsung. *Lighning Arrester* juga melindungi dari *overvoltage* yang disebabkan oleh *switching* (proses buka-tutup beban pada sistem distribusi) atau kegagalan alat pengaturan tegangan.

8. Isolator Tumpu berfungsi sebagai pengaman dengan mencegah aliran listrik yang tidak diinginkan ke objek atau material yang bisa menimbulkan gangguan. Isolator biasanya digunakan dalam sistem listrik untuk melindungi peralatan dari risiko sengatan listrik atau korsleting. Beberapa bahan yang umum digunakan sebagai isolator seperti Karet, Plastik PVC, Kaca dan Keramik.



Gambar 2. 8 Isolator tumpu

9. Isolator Tarik atau *Hang Isolator* berfungsi untuk menahan dan menarik kabel penampang.



Gambar 2. 9 Isolator tarik

2.1.2 Jenis-jenis Penyaluran Tenaga Listrik

Pada pendistribusian ketenagalistrikan, pemakaian sistem Tegangan Menengah sebagai jaringan utama adalah upaya pertama menghindari rugi-rugi penyaluran dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT PLN (Persero). Dengan ditetapkannya standar Tegangan Menengah sebagai tegangan operasi yang digunakan di Indonesia yaitu 20 kV, konstruksi JTM wajib memenuhi kriteria enjinering keamanan ketenagalistrikan, termasuk didalamnya ada jarak aman minimal antara Fase dengan lingkungan dan antara Fase dengan tanah, bila jaringan tersebut menggunakan Saluran Udara atau ketahanan Isolasi jika menggunakan Kabel Udara Pilin Tegangan Menengah atau Kabel Bawah Tanah Tegangan Menengah serta kemudahan dalam pengoperasian atau pemeliharaan Jaringan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) pada jaringan utama. Dengan ini arah usaha positif menjaga kehandalan pelayanan konsumen. Ukuran dimensi konstruksi selain untuk pemenuhan syarat pendistribusian daya, juga wajib memperhatikan syarat ketahanan isolasi penghantar untuk keamanan pada tegangan 20 kV. Ruang Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi dimulai dari terminal keluar (out-going) pemutus tenaga dari transformator penurun tegangan Gardu Induk atau transformator

penaik tegangan pada Pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil, hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (in-coming) transformator distribusi 20 kV - 231/400V. Konstruksi jaringan Tenaga Listrik Tegangan Menengah dapat dikelompokkan menjadi tiga macam konstruksi yaitu :

1. SUTM, saluran udara ini merupakan saluran yang paling banyak dipakai oleh konsumen tegangan menengah di seluruh Indonesia karena konstruksinya yang relatif murah. Keutamaan jaringan ini yaitu menggunakan penghantar kawat terbuka/telanjang yang dipikul dengan isolator tumpu pada tiang. Pada penggunaan penghantar terbuka ini harus diperhatikan faktor terkait dengan keselamatan ketenagalistrikan seperti jarak aman yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut antar Fasa dan jarak yang aman (*Right of Way*) tiga meter baik dari tanam tumbuh maupun bangunan yang bisa menjadi jangkauan manusia dan Binatang.



Gambar 2. 10 Saluran udara tegangan Menengah

2. Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM), konstruksi penghantar berisolasi penuh yang dipilin, kabel yang digunakan umumnya lebih kuat dan tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Keuntungan utama dari SKUTM adalah lebih aman, karena kabel terlindung, dan lebih estetik karena penampilannya yang lebih rapi dibandingkan saluran udara terbuka. Namun beban kabel pilin yang ada pada tiang juga perlu diperhatikan karena lebih berat dari saluran udara terbuka, sistem ini memerlukan biaya instalasi yang lebih tinggi dibandingkan saluran udara konvensional sehingga seringkali konstruksi penghantar ini rawan dengan pencurian.



Gambar 2. 11 Saluran kabel udara tegangan menengah

3. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM), Saluran tegangan menengah ini adalah saluran yang bisa dikatakan paling aman dan handal karena konstruksinya ditanam di dalam tanah baik secara langsung maupun menggunakan terowongan beton. Tetapi biaya pembangunan SKTM ini relatif mahal dari pembangunan SUTM lainnya.



Gambar 2. 12 Saluran kabel tegangan menengah

2.1.3 Jenis Isolasi Jaringan Tegangan Menengah

Pada saluran distribusi listrik tegangan menengah, isolasi memiliki peran penting untuk menambah keamanan dan keandalan. Jenis isolasi yang digunakan pada kabel tegangan menengah saluran terbuka harus mampu menangani tekanan listrik, tahan terhadap kondisi lingkungan, serta memastikan perlindungan terhadap kebocoran arus dan kerusakan mekanis. Berikut adalah beberapa jenis isolasi yang umum digunakan untuk kabel tegangan menengah :

1. XLPE (*Cross-Linked Polyethylene*) adalah salah satu material isolasi yang terbuat dari polyethylene yang telah melalui proses *cross-linking* (penyilangan silang). Proses ini mengubah struktur molekul *polyethylene* sehingga menciptakan jaringan tiga dimensi yang meningkatkan kekuatan dan ketahanan material tersebut



Gambar 2. 13 XLPE (Cross-Linked Polyethylene)

2. Isolasi PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah bahan isolasi yang banyak digunakan pada kabel tegangan menengah saluran udara terbuka. Ini merupakan material sintetis yang memiliki sifat fleksibel



Gambar 2. 14 Isolasi PVC (Polyvinyl Chloride)

3. Isolasi PE (*Polyethylene*) adalah bahan isolasi yang digunakan pada kabel tegangan menengah, terutama pada aplikasi bawah tanah. PE (*Polyethylene*) memiliki ketahanan terhadap kelembapan dan kondisi cuaca buruk



Gambar 2. 15 Isolasi PE (Polyethylene)

4. Isolasi Karet (*Rubber Insulated Cables*) Isolasi karet sering digunakan pada kabel tegangan menengah yang memerlukan fleksibilitas tinggi dan ketahanan mekanik



Gambar 2. 16 Isolasi Karet (Rubber Insulated Cables)

2.1.4 Cover Isolasi

Cover Isolasi adalah lapisan material non-konduktif yang melapisi konduktor listrik, seperti kabel atau penghantar dan isolator, dengan tujuan untuk

mencegah kebocoran arus listrik, melindungi binatang dari bahaya listrik, serta mencegah terjadinya hubungan singkat atau gangguan antar konduktor yang berdekatan. Material isolasi ini umumnya terbuat dari bahan seperti PVC (*Polyvinyl Chloride*), karet, polietilen, atau bahan lainnya yang memiliki sifat dielektrik tinggi, tahan terhadap suhu, kelembaban, dan pengaruh lingkungan fisik maupun kimia. Pemasangan Cover Isolasi pada Jaringan Saluran Udara Terbuka bertujuan untuk mencegah jaringan distribusi listrik dari gangguan yang dikarenakan oleh binatang/hewan seperti burung, monyet, tupai, atau bahkan kukang sebagai salah satu hewan yang dilindungi, yang sering kali tertarik pada jaringan listrik karena lokasi tiang listrik yang tinggi, hangat, dan sering berada di sekitar habitat mereka. Ketika hewan-hewan ini bersentuhan dengan kabel listrik atau komponen listrik lainnya seperti pada gardu distribusi, hal ini dapat menyebabkan korsleting atau bahkan kematian hewan gangguan ini dapat mengakibatkan kerusakan komponen listrik, korsleting, atau bahkan pemadaman listrik. Ada beberapa jenis cover isolasi yang terpasang pada jaringan tegangan menengah tentunya sesuai dengan peruntukan dan fungsinya masing – masing.

1. Tutup Isolator, seperti namanya tutup isolator adalah komponen pelindung yang dipasang pada isolator di jaringan listrik, pada kegiatan ini tutup isolator dikhususkan pada pemasangan isolator tumpu saja pada konstruksi tiang penumpu dan tiang sudut. Tutup isolator berfungsi sebagai isolasi saat hewan bersentuhan langsung dengan konduktor dimana yang sering bersentuhan langsung dengan jaringan tegangan menengah atau *short circuit* hewan seperti burung, kera, tupai dan kukang. Selain itu, tutup isolator juga berperan dalam menjaga kualitas isolasi dengan menghindarkan isolator dari kontaminasi lingkungan, seperti polusi udara, air hujan, atau debu, yang bisa mengurangi daya isolasi isolator dan meningkatkan risiko flashover (loncatan arus listrik) atau korsleting. Tutup isolator ini terbuat dari bahan yang bersifat isolatif, seperti karet atau plastik tahan cuaca dan panas dengan ukuran panjang 90centimeter sehingga aman digunakan di lingkungan terbuka dalam berbagai kondisi cuaca. Dengan memasang tutup isolator, keandalan



Gambar 2. 17 Tutup Isolator

dan keamanan jaringan listrik dapat ditingkatkan, serta risiko pemadaman yang diakibatkan oleh gangguan eksternal dapat dikurangi

2. Cover Arrester adalah penutup pelindung yang dipasang pada peralatan pengurai surja di trafo distribusi atau di jaringan tegangan menengah atau *short circuit* dan mencegah sentuhan langsung dari hewan seperti burung, kera, tupai dan kukang serta untuk melindungi komponen ini gangguan eksternal, seperti debu, kelembaban, atau kontak dengan benda asing seperti ranting pohon. Penutup ini berfungsi sebagai penghalang fisik yang melindungi bagian - bagian sensitif dari arrester, sehingga mencegah kerusakan atau gangguan akibat kontaminasi lingkungan dan menjaga kinerja arrester agar tetap optimal



Gambar 2. 18 Cover Arrester

3. Cover Fuse Cut Out adalah pelindung yang digunakan untuk menutupi Fuse Cut Out (FCO) Pada gardu distribusi yang memiliki tujuan sama yaitu mencegah sentuhan langsung dari hewan seperti burung, kera, tupai dan kukang yang dapat menyebabkan gangguan jaringan tegangan menengah serta pada trafo distribusi yang juga dapat menyebabkan padam lokal, yang dapat menjadikan proses bisnis terhambat serta menurunkan pelayanan kepada pelanggan yang terdampak padam. Penutup ini berfungsi sebagai penghalang fisik yang melindungi bagian atas dan bawah FCO, sehingga mencegah kerusakan atau gangguan akibat kontaminasi lingkungan dan menjaga kinerja FCO agar tetap optimal



Gambar 2. 19 Cover FCO

4. Protective Sleeve, adalah selubung pelindung panjang yang digunakan terutama untuk melindungi konduktor jaringan tegangan menengah sistem terbuka seperti konduktor berjenis *All Aluminium Alloy Conductor* (AAAC) dari sentuhan langsung dari binatang seperti burung, kera, tupai dan kukang yang dapat menyebabkan gangguan jaringan tegangan menengah baik sesaat maupun permanen biasanya dipasang pada konstruksi tiang sudut dan tiang tarikan. Protective sleeve berbentuk selubung yang terbuat dari material seperti plastik berdiameter 0,5 inci sepanjang 1,8



Gambar 2. 20 Protective Sleeve

2.1.5 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) adalah perangkat yang sangat penting dalam pekerjaan, mengingat keselamatan kerja menjadi faktor utama dalam pekerjaan. Tidak hanya dianjurkan, setiap petugas diwajibkan untuk menggunakan perlengkapan yang telah memenuhi standar dan regulasi yang berlaku. Secara pengertian Alat Pelindung Diri (APD) adalah perangkat atau peralatan yang digunakan pekerja untuk melindungi diri mereka dari potensi bahaya yang dapat terjadi di lingkungan kerja. APD bertujuan untuk mencegah cedera, penyakit, atau kerusakan akibat paparan terhadap bahaya fisik, kimia, biologis, atau mekanik yang mungkin ada di tempat kerja. Adapun beberapa prosedur dalam penggunaan APD adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan sebelum penggunaan, pastikan bahwa semua perlengkapan

yang dibutuhkan telah tersedia dengan cukup dan dalam kondisi baik. Periksa dengan cermat apakah ada kerusakan atau cacat pada APD.

2. Penggunaan APD yang benar, pastikan bahwa penggunaan APD sesuai dengan urutan yang benar. Hindari penggunaan APD yang salah sehingga dapat menghambat atau mengurangi fungsi APD saat melakukan pekerjaan.
3. Perawatan dan penyimpanan APD, Setelah APD selesai digunakan, lakukan pembersihan setiap unit secara teratur untuk memaksimalkan umur pemakaian. Apabila mendapatkan APD yang rusak, segera lakukan penggantian agar tidak menjadi kendala dipekerjaan selanjutnya.

Untuk mendapatkan perlindungan menyeluruh dan terhindar dari berbagai resiko bahaya kecelakaan kerja, ada beberapa jenis APD yang umumnya digunakan. Adapun jenis-jenis APD diantaranya sebagai berikut :

1. Helm pelindung, Fungsi Helm pelindung adalah untuk melindungi kepala dari berbagai potensi bahaya yang dapat menyebabkan cedera terutama dari benturan benda keras dan benturan benda yang terjatuh dari atas.



Gambar 2. 21 Helm Pelindung

2. Rompi kerja, Fungsi Rompi kerja adalah untuk melindungi baju kerja utama dari gangguan yang mungkin dapat terjadi seperti terasangkut kawat dan lain-lain. Serta adanya *scotlight* yang dapat bercahaya saat gelap untuk

menandakan adanya petugas yang sedang bekerja.



Gambar 2. 22 Rompi kerja

3. Kacamata pelindung, Fungsi kacamata pelindung adalah untuk melindungi mata dari berbagai potensi yang dapat menyebabkan cedera atau kerusakan pada penglihatan seperti untuk melindungi mata dari paparan sinar matahari langsung dan juga melindungi mata dari partikel-partikel asing saat melakukan pekerjaan.



Gambar 2. 23 Kacamata pelindung

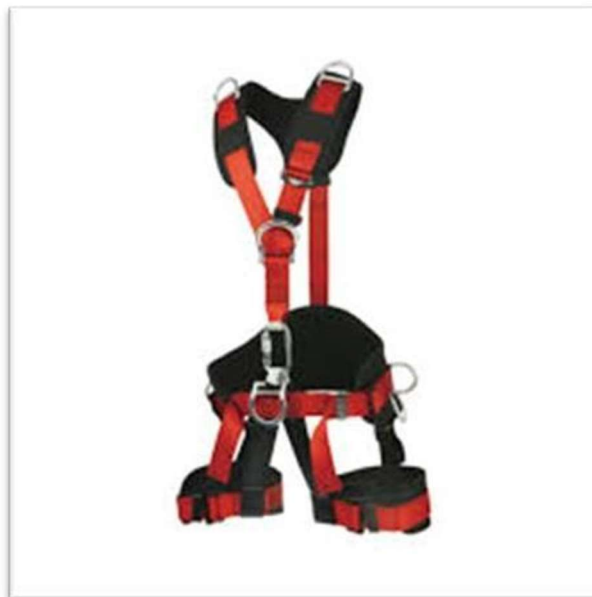
4. Sarung tangkai karet, Fungsi Sarung tangkai karet adalah mengamankan

pekerja saat adanya induksi dari jaringan Listrik serta melindungi tangan dari sentuhan langsung terhadap peralatan jaringan Listrik.



Gambar 2. 24 Sarung tangan karet

5. Sabuk pengaman, memiliki fungsi utama untuk melindungi petugas yang melakukan pekerjaan di ketinggian, terutama pada pemasangan dan pemeliharaan jaringan tegangan menengah. Penggunaan safety belt ini sangat penting untuk mengurangi risiko kecelakaan dan cedera saat bekerja di area yang berpotensi bahaya di ketinggian



Gambar 2. 25 Sabuk keselamatan

6. Sepatu keselamatan, fungsi Sepatu keselamatan adalah melindungi kaki pekerja di tempat kerja, terutama di lingkungan yang berisiko tinggi terhadap benturan dan tekanan, melindungi dari benda tajam serta menghindari pekerja dari tergelincir dikarenakan sepatu keselamatan memiliki pola tertentu yang memberikan cengkraman yang lebih baik di permukaan licin.



Gambar 2. 26 Sepatu safety

2.1.6 Alat Kerja

Peralatan/alat kerja merupakan *tools* yang harus disiapkan petugas sebelum melakukan pekerjaan. Peralatan kerja digunakan sebagai penunjang agar pekerjaan dapat terlaksana sesuai dengan prosedur dan regulasi yang berlaku. Secara pengertian peralatan kerja adalah segala jenis alat atau perangkat yang digunakan untuk menunjang aktivitas atau pekerjaan dalam suatu lingkungan kerja. Adapun beberapa prosedur pemakaian alat kerja adalah sebagai berikut:

1. Pastikan alat kerja dalam kondisi baik, sebelum digunakan pastikan alat kerja benar-benar dalam kondisi baik karena bila alat kerja dalam kondisi rusak dapat menghambat pekerjaan di lapangan bahkan dapat menimbulkan kecelakaan kerja seperti jatuh dari ketinggian dikarenakan anak tangga yang rusak.

2. Gunakan alat kerja sesuai fungsinya, pastikan dalam pekerjaan dilapangan agar menggunakan alat sesuai dengan fungsinya. Seperti kunci pas untuk membuka atau mengencangkan baut.
3. Pastikan penggunaan alat kerja dengan posisi aman dan nyaman, untuk menghindari cedera saat bekerja.
4. Perawatan dan penyimpanan alat kerja, setelah selesai digunakan lakukan pembersihan alat kerja secara teratur untuk memaksimalkan umur pemakaian. Apabila mendapatkan alat kerja yang rusak, segera lakukan penggantian agar tidak menjadi kendala dipekerjaan selanjutnya.

Agar mendapatkan hasil pekerjaan yang maksimal tentunya diperlukan alat kerja yang sesuai dengan pekerjaannya yang akan kerjakan. Beberapa jenis alat kerja yang digunakan sebagai berikut :

1. Tangga Fiber 20kV digunakan untuk membantu petugas menaiki tiang listrik yang akan dieksekusi/dilakukan pekerjaan. Bahan *fiberglass* pada tangga ini memiliki sifat isolasi yang baik terhadap arus listrik sehingga tidak menghantarkan listrik jika terjadi kebocoran.



Gambar 2. 27 Tangga fiber 20kV

2. Stik 20kV, Fungsi Stik 20kV adalah untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik bertegangan 20kV. Dengan menggunakan stik, pekerja dapat melakukan tugas ini tanpa harus mendekati sumber arus langsung. Stik 20kV ini juga dapat digunakan untuk memasang Tutup isolator secara *online* atau tidak padam dengan cara menaikan Tutup isolator langsung ke atas tiang. Bahan *fiberglass* pada stik 20kV ini memiliki sifat isolasi yang baik terhadap arus listrik sehingga tidak menghantarkan listrik jika terjadi kebocoran



Gambar 2. 28 Stik 20kV

3. Kotak peralatan kerja merupakan tempat penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan berbagai macam peralatan seperti kunci pas, kunci ring serta kunci L. Juga berisi peralatan seperti gergaji besi, palu, tang, dan obeng yang digunakan untuk menunjang pekerjaan pemasangan cover isolasi



Gambar 2. 29 Kotak peralatan kerja

2.1.7. Alat Ukur

Alat ukur adalah alat/perangkat yang digunakan untuk membantu mengukur berbagai parameter kelistrikan, seperti tegangan, arus, resistansi, daya, serta kondisi isolasi dan juga pentanahan. Alat-alat ini membantu petugas dalam pemeliharaan, pengujian, serta pemantauan sistem tenaga listrik agar tetap aman dan berfungsi dengan optimal. Penggunaan alat ukur di harus dilakukan dengan aman, teliti, dan sesuai standar yang berlaku. Adapun beberapa prosedur pemakaian alat ukur adalah sebagai berikut:

1. Pastikan Alat ukur dalam kondisi baik, sebelum digunakan pastikan alat ukur sudah dicek dengan baik. Pastikan dayanya sudah mencukupi untuk digunakan.
2. Pilih metode pengukuran yang sesuai dengan alat ukur, agar alat yang digunakan berfungsi dengan baik pilih metode pengukuran dengan alat ukur yang sesuai.
3. Perawatan dan penyimpanan alat ukur, setelah selesai digunakan lakukan pembersihan alat ukur secara teratur untuk memaksimalkan umur pemakaian. Apabila mendapatkan alat ukur yang rusak, segera lakukan penggantian agar tidak menjadi kendala dipekerjaan selanjutnya.

Agar mendapatkan hasil yang akurat gunakan alat ukur yang sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan. Adapun beberapa jenis alat ukur yang digunakan sebagai berikut :

1. *Insulation Tester*, alat ukur ini digunakan untuk mengukur tahanan isolasi kabel dan peralatan listrik untuk mendeteksi kebocoran arus.



Gambar 2. 31 Insulation Tester

2. Tang Ampere, alat ukur ini dipakai untuk mengukur arus listrik (Volt) tanpa memutus kabel, dengan cara menjepit konduktor.



Gambar 2. 32 Tang Ampere

3. *Volt Detector*, alat ukur ini digunakan untuk mendeteksi adanya tegangan Listrik tanpa perlu menyentuh langsung kabel atau penghantar Listrik.



Gambar 2. 32 Volt Detector

4. *Infrared Thermometer*, alat ukur ini digunakan untuk mendeteksi suhu berlebih pada kabel dan peralatan listrik



Gambar 2. 33 Infrared Thermometer

2.2 Penelitian yang Relevan

Perhitungan jumlah rata rata gangguan yang terjadi menggunakan rumus berikut:

$$\text{Rata-rata Gangguan per Bulan} = \frac{\text{Jumlah Gangguan Total}}{\text{Jumlah Bulan}}$$

Persentase Penurunan Gangguan

Perhitungan presentase penurunan jumlah gangguan untuk melihat efektivitas pemasangan dari sebuah cover isolasi sebagai berikut:

$$\% \text{ Penurunan Gangguan} = \frac{\text{Jumlah Gangguan Sebelum} - \text{Jumlah Gangguan Sesudah}}{\text{Jumlah Gangguan Sebelum}} \times 100\%$$

Indeks Keandalan Sistem Sebelum dan Sesudah Pemasangan

Menghitung indeks keandalan sistem seperti menghitung SAIDI, SAIFI, dan CAIDI sebelum dan sesudah pemasangan cover isolasi :

SAIDI (*System Average Interruption Duration Indeks*)

$$SAIDI = \frac{\sum (Lama Gangguan \times Jumlah Pelanggan Terdampak)}{Total Pelanggan}$$

SAIFI (System Average Interruption Frequency Indeks)

$$SAIFI = \frac{\sum (Jumlah Gangguan)}{Total Pelanggan}$$

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Indeks)

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

2.2.1 Pelaksanaan Pemasangan Cover Isolasi

Dalam pelaksanaan pemasangan cover isolasi harus mengetahui tempat lokasi pemasangan supaya material yang terpasang bekerja sesuai fungsinya. Untuk itu penulis melaksanakan analisa dan evaluasi untuk menemukan solusi perbaikan, yaitu :

1. Mengumpulkan data - data gangguan penyulang dengan temuan gangguan binatang.
2. Melakukan pengecekan kelapangan menentukan titik dimana lokasi untuk pemasangan cover isolasi agar proses pekerjaannya tepat sasaran.
3. Melakukan inspeksi setelah pemasangan cover isolasi untuk dilakukan jadwal pemeliharaan selanjutnya.

Untuk itu perlu dilakukan pengumpulan data pendukung untuk bahan observasi dan analisa, setelahnya di evaluasi. Secara spesifik, langkah-langkah dalam tahap *development* ini yaitu :

1. Tahapan *development* pertama ini adalah pengumpulan data pendukung untuk melakukan observasi dan analisa. Dengan ini bertujuan mengumpulkan data gangguan penyulang dan penyebab terjadinya gangguan jaringan.
2. Tahapan *development* yang kedua yaitu melaksanakan survei lokasi titik rawan yang menjadi gangguan akibat binatang di penyulang/ jaringan, agar proses pelaksanaan pekerjaan tepat sasaran dan berdampak langsung terhadap penurunan gangguan akibat hewan.
3. Tahap *development* yang ketiga yaitu analisa dan evaluasi data hasil diagnostik, Pada proses ini bertujuan pemetaan dan perumusan masalahnya mulai dari memahami situasi masalah yang ada secara keseluruhan dan memilih masalah yang perlu untuk dirumuskan berdasarkan dampak terbesar, mencari akar masalah sampai dengan mencari ide dan gagasan perbaikan kedepan.

2.2.2 Tahap Implementasi

Pemasangan material cover isolasi ini harus dilakukan untuk mengetahui berfungsi tidaknya material tersebut dibandingkan dengan model cover isolasi lainnya, yang mana pada material ini memiliki keunggulan yaitu :

1. Material ini efektif untuk mencegah hewan saat melintasi jaringan SUTM agar dapat melindungi sentuhan langsung pada peralatan baik di jaringan maupun gardu distribusi.
2. Material ini memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan konstruksi yang akan dipasang.

Adapun beberapa jenis cover isolasi yang terpasang pada jaringan maupun gardu yaitu :

1. Tutup isolator yaitu penutup yang terbuat dari bahan PVC yang dapat dipasang pada konstruksi tiang penumpu untuk melindungi isolator dari gangguan eksternal seperti kontak dengan binatang, kelembaban, atau debu yang dapat menyebabkan kerusakan atau gangguan Listrik.
2. Cover Arrester adalah penutup pelindung yang dipasang pada peralatan pengurai surja di gardu distribusi atau pada jaringan tegangan menengah untuk mencegah sentuhan langsung dari binatang seperti tupai dan kukang.
3. Cover Fuse Cut Out (FCO) adalah pelindung yang digunakan untuk menutupi FCO pada gardu distribusi yang memiliki tujuan mencegah sentuhan langsung dari binatang. Cover Fuse Cut Out ini terbuat dari bahan yang isolatif seperti karet atau plastik berkualitas tinggi.
4. Protective sleeve adalah selubung pelindung panjang yang terbuat dari PVC digunakan untuk melindungi konduktor jaringan tegangan menengah sistem terbuka berfungsi sebagai pelindung konduktor dari sentuhan langsung dari binatang dapat dipasang pada konstruksi penumpu, konstruksi tiang sudut dan tiang tarikan.