

PENGESAHAN

KAJIAN POTENSI BAHAYA LISTRIK PADA SISTEM INSTALASI LISTRIK DI GEDUNG BARU AUDITORIUM DAN GEDUNG LAMA PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN MEDAN

TUGAS AKHIR

Oleh :

BINA BORA BERUTU

NPM : 20330005

Lulus Sidang Tugas Akhir tanggal : 27 Agustus 2024

Periode Semester GENAP T.A 2023/2024

Disahkan dan disetujui oleh :

Pembimbing I,



Ir. Fiktor Sihombing, M.T.

NIDN : 0116046002

Pembimbing II,



Ir. Lestina Siagian, M.Si.

NIDN : 0120125901

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Lestina Siagian, M.Si.

NIDN : 0120125901

Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Bambang Pangaribuan, M.T.

NIDN : 0121026402

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan modern yang memainkan peran penting dalam mendukung berbagai aktivitas manusia. Sistem instalasi listrik yang berfungsi dengan baik menjadi kunci utama dalam menjaga keamanan dan kenyamanan penggunaan listrik. Namun, seiring berjalannya waktu, banyak sistem instalasi listrik yang sudah terpasang lama di berbagai lokasi atau tipe bangunan.

Perkembangan teknologi dan standar keamanan listrik terus berkembang, sedangkan sistem instalasi listrik yang sudah terpasang lama mungkin tidak selalu mengikuti perkembangan tersebut. Oleh karena itu, kajian potensi bahaya listrik pada sistem instalasi listrik yang sudah terpasang lama menjadi penting untuk dilakukan guna mengidentifikasi risiko yang mungkin timbul serta menentukan langkah-langkah perbaikan dan pencegahan yang diperlukan.

Sistem instalasi listrik merupakan bagian vital dalam sebuah bangunan. Seiring dengan waktu, instalasi listrik yang sudah terpasang lama dapat mengalami penurunan kualitas dan keausan. Hal ini disebabkan oleh berbagai factor seperti: usia instalasi yang semakin tua, kualitas bahan yang tidak berstandar atau berkualitas rendah dapat mempercepat kerusakan instalasi listrik, kurangnya perawatan dan pemeriksaan berkala dapat meningkatkan resiko terjadinya bahaya listrik. Penurunan kualitas dan keausan pada instalasi listrik dapat menimbulkan berbagai potensi bahaya, seperti: Sengatan listrik, Korsleting, dan kebakaran.

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia nomor 0045 tahun 2005 tentang persyaratan umum instalasi listrik (PUIL 2000), instalasi pemanfaatan tenaga listrik konsumen tegangan tinggi, tegangan menengah, dan tegangan rendah perlu diuji ulang kelayakan setiap 15 tahun sekali, hal ini dilakukan demi keselamatan dan mencegah kerugian. Sementara itu, menurut peraturan menteri energi dan sumber daya mineral republik Indonesia nomor 22 Tahun 2016 tentang Keselamatan Ketenagalistrikan, instalasi listrik wajib dilakukan pemeliharaan mini mal 1 kali dalam 1 tahun. Pemeliharaan tersebut

meliputi pemeriksaan, perbaikan, dan penggantian komponen yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik. Berdasarkan kedua peraturan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kelayakan listrik perlu diperbaiki setiap 15 tahun sekali dan minimal 1 kali dalam 1 tahun.

Pemeliharaan listrik yang dilakukan secara rutin dapat membantu mencegah terjadinya kecelakaan listrik, seperti kebakaran, kesetrum, dan kerusakan peralatan listrik. Pemeliharaan listrik sebaiknya dilakukan oleh tenaga profesional yang memiliki kompetensi di bidang kelistrikan.

Berdasarkan yang telah di jelaskan di atas penulis mengangkat judul “Kajian Potensi Bahaya Listrik Pada Sistem Instalasi Listrik Di Gedung Baru Auditorium Dan Gedung Lama Perpustakaan Universitas HKBP Nommensen Medan”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja potensi bahaya listrik yang dapat terjadi pada sistem instalasi listrik baru dan sistem instalasi listrik yang sudah terpasang lama?
2. Bagaimana cara mengkaji dan meminimalisir potensi bahaya listrik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memastikan kondisi instalasi dikategorikan masih layak atau tidak.
2. Untuk melakukan pengukuran – pengukuran yang pasti dan benar untuk mengecek tahanan pentanahan, mengecek tegangan phasa dan tegangan netral, mengecek tahanan isolasi kabel dan mengecek arus listrik.
3. Untuk meminimalisir potensi bahaya listrik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang potensi bahaya listrik pada sistem instalasi.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu para pemilik bangunan dan penghuni untuk memahami risiko dan bahaya yang terkait dengan instalasi listrik.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk meningkatkan pemeliharaan rutin, inspeksi dan perbaikan pada instalasi listrik untuk meningkatkan keamanan, keselamatan dan efisiensi penggunaan listrik.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hanya menggunakan alat ukur: earth tester, digital clamp meter, digital insulation resistance voltage tester dan hanya mengukur tahanan pentanahan, mengukur tegangan fasa dan tegangan netral, mengukur tahanan isolasi kabel, mengukur arus listrik.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membagi penyusunan tiap bab penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Membahas tentang teori – teori dasar dari beberapa referensi yang mendukung serta mempunyai relevansi dengan penelitian ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan, jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, penetapan objek penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi pembahasan data dan analisa penelitian yang didapatkan

dari hasil penelitian di lokasi dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Hasil dari data penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah suatu sistem / rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik (Electric Power) untuk kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Instalasi pada garis besarnya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Instalasi penerangan listrik.
2. Instalasi daya listrik.

Yang termasuk didalam instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Pada lampu ini daya listrik / tenaga listrik diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat / bagian sesuai dengan kebutuhannya.

Instalasi penerangan listrik ada 2 (dua) macam, yaitu :

1. Instalasi di dalam Gedung.
2. Instalasi di luar Gedung.

Instalasi di dalam gedung adalah instalasi listrik di dalam bangunan gedung (termasuk untuk penerangan, teras dan lain - lain) sedangkan instalasi di luar bangunan gedung (termasuk disini adalah penerangan halaman, taman, jalan penerangan papan nama dan lain – lain).

Tujuan utama dari instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan terhadap keadaan yang memerlukan ketelitian maka diperlukan penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar sedangkan untuk pekerjaan - pekerjaan yang memerlukan ketelitian tidak perlu menggunakan penerangan yang mempunyai penerangan besar.

Sedangkan instalasi daya listrik adalah instalasi yang digunakan untuk menjalankan mesin - mesin listrik termasuk disini adalah instalasi untuk melayani motor - motor listrik di pabrik, pompa air, dan lain - lain, pada mesin - mesin listrik ini energi listrik diubah menjadi energi mekanis sesuai dengan kebutuhan manusia.

Dengan demikian maka masalah instalasi perlu diperhatikan dan tidak terlepas dari peraturan - peraturan yang merupakan pedoman untuk menyelenggarakan instalasi listrik. Peraturan - peraturan yang berhubungan masalah

- masalah ini adalah Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan International Electrotechnical Commission (IEC).

2.2. Perancangan Instalasi listrik

Tujuan perancangan suatu instalasi listrik adalah untuk menjamin : keselamatan manusia, makhluk hidup lain dan keamanan harta benda, berfungsinya instalasi listrik dengan baik sesuai dengan maksud dan penggunaannya. Rancangan instalasi listrik ialah berkas gambar rancangan dan uraian teknik yang di gunakan sebagai pedoman untuk pelaksanaan pembangunan suatu instalasi listrik berupa : Gambar situasi, yang menunjukkan letak gedung/lahan, situasi gedung/lahan. Gambar instalasi yang meliputi tata letak perlengkapan instalasi listrik, rancangan komponen (gawai) proteksi. Gambar rangkaian sirkit utama, sirkit cabang dan sirkit akhir. Diagram garis tunggal yang meliputi diagram Panel Hubung Bagi (PHB) lengkap, data beban terpasang dan jenisnya, sistem pembumian, ukuran dan jenis penghantar. Gambar rinci fisik meliputi PHB, perlengkapan lain, cara pemasangan, cara pengoperasian. Perhitungan teknis meliputi susut tegangan, beban terpasang dan beban maksimum, arus hubung singkat, jenis penghantar dan kuat hantar arus (KHA) penghantar. Bahan instalasi meliputi jumlah dan jenisnya, spesifikasi teknis yang disyaratkan. Uraian teknis meliputi ketentuan sistem proteksi, prosedur pengujian, jadwal waktu pelaksanaan.

2.3. Rancangan Memilih Komponen (Gawai) Proteksi

Untuk memilih gawai proteksi instalasi listrik yang tepat, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, seperti jenis proteksi yang dibutuhkan, oleh karena itu perlu mengidentifikasi jenis proteksi yang diperlukan untuk instalasi listrik. Beberapa proteksi yang umum adalah meliputi proteksi terhadap lonjakan tegangan (surge protection), proteksi terhadap hubung singkat (short circuit protection), proteksi terhadap arus bocor (ground fault protection), dan proteksi terhadap gangguan listrik lainnya.

Dalam memilih komponen proteksi harus dipastikan bahwa gawai proteksi yang dipilih memenuhi standar keselamatan dan kepatuhan yang relevan, memiliki daya tahan dan kemampuan yang sesuai dengan kebutuhan instalasi listrik,

memiliki rating voltase yang sesuai, merek yang terpercaya dan memiliki reputasi baik dalam hal keandalan.

2.3.1. Komponen Proteksi Arus Lebih dan Arus Hubung Singkat

Komponen (Gawai) proteksi arus lebih dan arus hubung singkat merupakan perangkat yang digunakan dalam sistem proteksi listrik untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah arus berlebih dan arus hubung pendek yang dapat merusak peralatan listrik atau menyebabkan bahaya bagi manusia. Gawai proteksi arus lebih bertujuan untuk mendeteksi dan menghentikan aliran arus yang melebihi batas normal yang telah ditetapkan. Arus berlebih dapat terjadi akibat gangguan hubung singkat, beban lebih, atau kegagalan peralatan.

Komponen proteksi arus hubung singkat (Short Circuit) Protection bekerja untuk mendeteksi dan menghentikan aliran arus yang terjadi saat ada hubung singkat dalam sistem listrik. Hubung singkat terjadi ketika dua atau lebih konduktor yang seharusnya tidak terhubung secara langsung mengalami kontak langsung, sehingga arus listrik mengalir tanpa hambatan. Komponen proteksi arus hubung singkat akan melindungi sistem listrik dari kerusakan akibat hubung singkat dengan mendeteksi anomali dalam arus dan memutus aliran arus secara cepat untuk menghindari bahaya lebih lanjut.

2.3.2. Teknik Menentukan Arus Pengenal Gawai Proteksi

Untuk menentukan arus pengenal gawai proteksi pada instalasi listrik, langkah-langkah umum yang dapat diikuti adalah sebagai berikut :

- a).** Kenali peraturan dan standar yang berlaku dalam instalasi listrik di wilayah tersebut. Ini bisa mencakup standar nasional, seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), atau standar internasional, seperti IEC (International Electrotechnical Commission). Lakukan analisis beban pada instalasi listrik untuk menentukan beban yang ada di dalamnya. Identifikasi jenis peralatan yang terhubung, daya yang dikonsumsi oleh setiap komponen, dan jumlah simultan peralatan yang digunakan.
- b).** Pilih gawai proteksi yang sesuai dengan karakteristik instalasi listrik dan beban. Gawai proteksi dapat berupa alat proteksi arus lebih (overcurrent protection), seperti saklar pemutus sirkuit (circuit breaker), pemutus lebar (fuse), atau perangkat

proteksi lainnya yang sesuai dengan kebutuhan.

c). Berdasarkan analisis beban dan karakteristik instalasi listrik, tentukan arus nominal yang harus diatasi oleh gawai proteksi. Arus nominal merupakan arus maksimum yang dapat dialirkan melalui gawai proteksi tanpa memicu pemutusan sirkuit yang tidak diinginkan.

d). Selain arus nominal, ada beberapa faktor lain yang perlu dipertimbangkan, seperti kemampuan pemutus arus gawai proteksi untuk menangani lonjakan arus (inrush current) saat peralatan dinyalakan.

Penting untuk diingat bahwa menentukan arus pengenal gawai proteksi adalah tugas yang penting dan harus dilakukan dengan hati-hati. Kesalahan dalam menentukan arus pengenal gawai proteksi dapat mengakibatkan risiko kebakaran atau kerusakan sistem yang serius dan penting untuk diketahui bahwa arus pengenal gawai proteksi tidak boleh kurang dari arus beban maksimum, harus lebih kecil dari **kuat hantar arus (KHA)**.

2.4. Ketentuan Pemeriksaan dan pengujian Instalasi Listrik Sesuai PUIL

Pemeriksaan visual dan pengujian instalasi listrik yang dilakukan adalah meliputi pengecekan kondisi fisik instalasi listrik, seperti kondisi kabel, stop kontak, saklar, panel listrik, dan peralatan lainnya, pengukuran resistansi pentanahan (grounding).

2.4.1. Pemeliharaan Instalasi Listrik

Pemeliharaan instalasi listrik adalah proses menjaga, memperbaiki, dan memastikan kinerja yang optimal dari instalasi listrik. Pemeliharaan yang tepat dan teratur sangat penting untuk menjaga keandalan dan keamanan sistem instalasi listrik. Beberapa tahapan yang umum dilakukan dalam pemeliharaan instalasi listrik adalah:

a). Inspeksi secara rutin terhadap instalasi listrik untuk mendeteksi potensi masalah, kerusakan, atau keausan pada peralatan dan kabel. Inspeksi ini dapat melibatkan pemeriksaan visual serta pengukuran dan pengujian menggunakan peralatan yang sesuai

- b). Melakukan pembersihan teratur terhadap komponen-komponen system instalasi listrik, seperti panel listrik dan peralatan lainnya
- c). Melakukan perawatan rutin terhadap peralatan listrik seperti penggantian suku cadang yang aus, pelumasan mekanisme yang bergerak, dan pengetatan koneksi
- d). Pengujian isolasi, dan pengujian kebocoran arus tanah
- e). Pelatihan dan sertifikasi teknisi listrik (organisasi K-3) yang bertanggung jawab atas pemeliharaan instalasi listrik agar memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai
- f). Mencatat semua kegiatan pemeliharaan, inspeksi, dan perbaikan yang dilakukan

2.4.2. Pemeriksaan Berkala Instalasi Listrik

Pemeriksaan berkala instalasi listrik penting untuk menjaga keamanan dan kinerja instalasi listrik, beberapa langkah yang biasanya dilakukan dalam pemeriksaan berkala instalasi listrik adalah:

- a). Memeriksa kondisi fisik instalasi, seperti kabel, soket, saklar, panel listrik, dan komponen instalasi listrik lainnya. Pastikan tidak ada kerusakan fisik yang dapat menyebabkan bahaya listrik
- b). Pastikan semua peralatan listrik seperti alat ukur, alat pemutus sirkit (MCB), alat perlindungan tanah (Ground Fault Circuit Interrupter/GFCI), dan sistem perlindungan lainnya berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar keamanan
- c). Periksa kabel dan sambungan untuk memastikan tidak ada konsentrasi panas yang berlebihan atau korosi pada titik penyambungan. Pastikan kabel terpasang dengan benar dan terlindungi dengan baik
- d). Periksa sistem pentanahan (grounding) untuk memastikan kelayakan dan keandalannya
- e). Pastikan sistem proteksi seperti MCB, RCD (Residual Current Device), atau fuse berfungsi dengan baik dan dapat mendeteksi arus bocor atau gangguan listrik lainnya, untuk memastikan respons yang cepat dan sesuai dengan standar keselamatan
- f). Tinjau beban listrik dan pastikan tidak melebihi kapasitas maksimum kabel dan komponen
- g). Periksa dokumen terkait instalasi listrik, seperti catatan perbaikan sebelumnya

h). Jika ditemukan masalah atau kekurangan selama pemeriksaan, langkah-langkah perbaikan harus diambil.

2.4.3. Pemeriksaan tegangan Instalasi listrik

Pemeriksaan tegangan listrik memiliki beberapa fungsi penting diantaranya:

- 1) **Menjaga umur peralatan elektronik:** Tegangan yang tidak stabil atau tidak sesuai dengan spesifikasi dapat merusak perangkat elektronik. Pemeriksaan tegangan secara berkala dapat membantu mendeteksi dan mencegah kerusakan dini.
- 2) **Meningkatkan efisiensi energi:** Tegangan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan konsumsi energi yang tidak efisien. Pemeriksaan tegangan dapat membantu memastikan bahwa perangkat elektronik beroperasi pada tegangan yang optimal untuk menghemat energi.
- 3) **Mencegah bahaya kebakaran:** Korsleting listrik yang disebabkan oleh tegangan yang tidak stabil atau tidak sesuai dapat memicu kebakaran. Pemeriksaan tegangan dapat membantu mendeteksi potensi bahaya kebakaran dan mencegahnya terjadi.

Adapun peraturan SPLN tegangan listrik yaitu di mana nilai tegangan memiliki batas minimum adalah -10% dan untuk batas maksimal adalah $+10\%$ dari 220 volt untuk tegangan 1 fasa, jadi bisa kita terapkan untuk batas nilai tegangan 1 fasa minimal adalah 198 volt dan batas maksimal adalah 242 volt dan untuk tegangan 3 fasa juga memiliki batas minimum adalah -10% dan untuk batas maksimal adalah $+10\%$ dari 380 volt maka nilai minimal adalah 342 volt dan batas nilai maksimal adalah 418 volt.

2.4.4. Tahanan Isolasi Kabel

Tahanan isolasi merupakan hambatan yang berada pada kondisi antara dua elemen konduktif yang dipisahkan oleh bahan isolasi (PVC/Polivinil Klorida). Pengukuran tahanan isolasi pada instalasi penerangan mempunyai peranan penting guna mengetahui status isolasi penerangan dan keamanan pada setiap peralatan yang tersambung. Akan tetapi, perlu diingat bahwa pengukuran tahanan isolasi dilakukan pada saat peralatan tidak bertegangan (padam).

Prinsip Kerja Alat Ukur Tahanan Isolasi Pada dasarnya pengukuran tahanan isolasi instalasi adalah untuk mengetahui besar (nilai) kebocoran arus (leakage current) yang terjadi antara bagian yang bertegangan terhadap netral. Kebocoran arus yang menembus isolasi peralatan listrik memang tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, salah satu cara meyakinkan bahwa instalasi cukup aman untuk diberi tegangan adalah dengan mengukur tahanan isolasinya.

Pengujian dan pengukuran tahanan isolasi penghantar dilakukan menggunakan alat ukur Isulation Resistance Tester. Pengukuran tahanan isolasi yang dilakukan antara penghantar fasa-fasa, fasa-netral, dan fasa-ground. Berdasarkan PUIL 2011, nilai minimum tahanan isolasi (resistansi insulasi) penghantar harus $\geq 1,0 \text{ M}\Omega$ dengan tegangan uji sebesar 500 V.

2.4.5. Inspeksi pentanahan

Yang dimaksud konfigurasi dan koneksi grounding adalah bagian penting dalam sistem listrik yang bertujuan untuk melindungi peralatan dan pengguna dari potensi bahaya listrik. Grounding digunakan untuk mengalirkan arus ke tanah, menyediakan jalur alternatif bagi arus yang tidak terduga atau kejutan listrik.

Beberapa konfigurasi dan koneksi grounding yang umum berikut ini :

1. Grounding sistem tunggal (single - point grounding). Semua peralatan dihubungkan ke satu titik grounding tunggal, biasanya digunakan dalam sistem listrik dengan kapasitas daya kecil.
2. Grounding Tertimbang (Balanced Grounding). Sistem ini menggunakan dua atau lebih jalur grounding untuk mencapai kondisi keseimbangan. Digunakan pada sistem dengan beban listrik yang besar atau dalam lingkungan instalasi non domestic.
3. Grounding Jalur Listrik (Power Line Grounding). Dilakukan dengan menghubungkan kabel grounding ke jalur listrik utama, Koneksi ini bertujuan untuk melindungi peralatan dan pengguna dari lonjakan tegangan dan arus yang tidak terduga.
4. Grounding Perlindungan (Protective Grounding). Koneksi grounding ini bertujuan untuk melindungi peralatan dari kerusakan akibat petir atau lonjakan tegangan yang berlebihan. Dilakukan dengan menghubungkan

peralatan ke grounding melalui penangkal petir atau sistem perlindungan lainnya. Koneksi grounding harus dilakukan dengan benar untuk memastikan keefektifan system grounding.

Ada beberapa prinsip penting dalam grounding yaitu:

1. Penggunaan kabel grounding yang sesuai. Kabel grounding yang digunakan harus memiliki kemampuan hantar arus yang cukup untuk menangani arus ground yang mungkin terjadi. Biasanya digunakan kabel tembaga yang memiliki konduktivitas yang baik.
2. Penyambungan yang Solid. Semua sambungan grounding harus dilakukan dengan kuat dan aman untuk memastikan kontinuitas jalur grounding, Penggunaan terminal grounding, baut, atau klip grounding yang sesuai.
3. Pemisahan dengan kabel listrik lain. Kabel grounding harus dipisahkan secara fisik dari kabel listrik lain untuk menghindari gangguan elektromagnetik atau interferensi
4. Pemeriksaan dan Pemeliharaan Rutin. Koneksi grounding perlu diperiksa secara berkala untuk memastikan keandalan dan kinerjanya. Korosi, kerusakan fisik, atau kehilangan kontak harus diperbaiki segera.

2.5. Pengertian Gangguan Instalasi Listrik

Arus hubung singkat adalah arus lebih yang dihasilkan oleh gangguan instalasi listrik, dengan mengabaikan impedansi antara titik-titik pada potensial yang berbeda, dalam kondisi layanan normal.

2.5.1. Pengertian Arus Hubung Singkat

Arus hubung singkat menurut PUIL 2000 adalah arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan impedansi yang sangat kecil mendekati nol antara dua penghantar aktif yang dalam kondisi operasi normal berbeda potensialnya (*short circuit current*). Arus hubung singkat menurut teknisi adalah gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan dimana ada dua penghantar yang memiliki beda tegangan terhubung dengan kondisi hambatan listrik yang rendah sehingga timbul arus listrik yang besar.

2.5.2. Ground Fault

Ground fault adalah fenomena short circuit (hubung singkat) dari fasa (atas salah satu fasa) ke ground. Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI) yang berfungsi memutus rangkaian jika terjadi kesalahan dalam grounding. Jika ada seseorang yang terkena sengatan listrik, secara otomatis dia akan meng-grounding-kan rangkaian.

Cara praktis deteksi arus bocor pada instalasi listrik. Arus dikatakan bocor jika arus mengalir diluar penghantar/konduktornya. Jika peralatan listrik tidak digrounding dengan benar, maka arus bisa saja mengalir di permukaan peralatan tersebut. Apabila kebocoran arus lumayan besar, ini akan berbahaya terjadinya sengatan listrik pada manusia yang menyentuh permukaan tersebut.

Kemana arus bocor mengalir, misalnya pada peralatan listrik terjadi kebocoran arus yang diakibatkan kabel terkelupas kemudian kabel ini menempel pada body peralatan ataupun kondisi koneksi kabel yang tidak standard, sehingga arus mengalir pada permukaan peralatan tersebut. Apabila peralatan tersebut terkoneksi dengan kabel grounding, maka arus bocor akan mengalir melalui kabel ground ke instalasi grounding. Ini sangat ideal dan aman untuk meminimalisir kejadian yang tidak diinginkan.

2.5.3. Transient Listrik

Adalah perubahan tiba-tiba (sudden change) dan "sesaat" (temporarily) atas tegangan dan arus listrik akibat gangguan. Lonjakan transien didefinisikan sebagai tegangan yang sangat tinggi yang dapat mendorong sejumlah besar arus ke sirkuit listrik pada waktu yang sangat singkat (seperseribu detik). Lonjakan transien sering ditimbulkan dari luar dan dari sumber internal di dalam fasilitas.

2.6. Gangguan Instalasi Listrik

Gangguan instalasi listrik bisa disebabkan oleh berbagai faktor (Instalasi yang sudah lama) seperti kabel yang rusak atau terkelupas, hubungan arus pendek (short circuit), korsleting, overload, ground fault (arus bocor ke tanah), transient (perubahan dari sumber daya listrik), penambahan beban yg sembarang disetiap fasa R, S, T. Penambahan beban yang sembarang pada setiap fase R, S, atau T

pada instalasi listrik dapat memiliki beberapa dampak yang mungkin tidak diinginkan, tergantung pada besarnya beban yang ditambahkan dan kemampuan sistem untuk menangani beban tersebut. Beberapa akibat yang mungkin terjadi antara lain:

a). Overload pada system

Jika beban yang ditambahkan terlalu besar, dapat terjadi overload pada sistem. Overload terjadi ketika jumlah daya yang diminta oleh beban melebihi kapasitas maksimum sistem, yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau bahkan kebakaran.

c). Ketidakseimbangan phasa

Jika beban ditambahkan pada satu phasa tertentu secara tidak seimbang dengan phasa lainnya, maka terjadi ketidakseimbangan phasa yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen instalasi listrik.

d). Peningkatan biaya listrik

Jika beban yang ditambahkan tidak dikelola dengan baik, dapat menyebabkan peningkatan biaya listrik. Hal ini terjadi karena daya yang diminta oleh beban yang berlebihan akan menyebabkan biaya listrik yang lebih tinggi. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengelola beban dengan baik pada setiap phasa R, S, atau T pada instalasi listrik, dan memastikan bahwa beban yang ditambahkan tidak melebihi kapasitas sistem.

2.7. Potensi Bahaya Listrik

Potensi bahaya listrik yang sering terjadi akibat gangguan pada sistem instalasi listrik adalah

A. Bahaya Kejut Listrik Karena Tersentuh Tegangan

Bahaya kejut listrik yang disebabkan oleh tersentuh tegangan adalah kondisi serius yang dapat mengakibatkan cedera serius bahkan kematian. Tegangan listrik dapat mengganggu sistem saraf dan jantung manusia, yang dapat menyebabkan kerusakan organ internal, gangguan irama jantung, dan terbakar pada jaringan tubuh.

Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat bahaya kejut listrik meliputi:

- 1) Semakin tinggi tegangan, semakin besar potensi bahaya kejut listrik. Tegangan yang lebih tinggi memiliki kemampuan yang lebih besar untuk melampaui hambatan kulit dan menyebabkan aliran listrik melalui tubuh.
- 2) Arus listrik merupakan jumlah aliran listrik yang melewati tubuh. Semakin tinggi arus listrik, semakin besar bahaya kejut listrik. Bahkan arus yang relatif rendah dapat menyebabkan kerusakan serius pada tubuh manusia.
- 3) Lamanya waktu paparan terhadap aliran listrik juga mempengaruhi tingkat bahaya. Paparan yang singkat tetapi kuat dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan, sementara paparan yang lebih lama dapat meningkatkan risiko kerusakan dan cedera.
- 4) Bagaimana arus listrik mengalir melalui tubuh juga mempengaruhi tingkat bahaya kejut listrik. Misalnya, jika arus melalui jantung, ini dapat menyebabkan gangguan irama jantung yang berpotensi fatal.

Untuk menghindari bahaya kejut listrik, penting untuk menjaga keselamatan saat berinteraksi dengan listrik, seperti:

- 1) Hindari sentuhan langsung dengan kabel atau peralatan listrik saat tangan atau tubuh dalam keadaan basah.
- 2) Gunakan peralatan listrik yang aman dan berkualitas dengan perlindungan yang memadai, seperti kabel tertutup, soket tahan air, dan saklar pengaman.
- 3) Selalu lepaskan steker dari soket saat melakukan perawatan atau perbaikan pada peralatan listrik.
- 4) Pastikan instalasi listrik sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku.
- 5) Jika melihat kabel terkelupas atau peralatan listrik rusak, segera memperbaikinya jika memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup, atau segera memanggil bantuan teknisi.

B. Bahaya Kebakaran

Kebakaran akibat gangguan listrik adalah masalah serius yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi kehidupan manusia dan properti. Beberapa gangguan listrik yang menyebabkan kebakaran:

- 1) Gangguan listrik seperti hubungan singkat (short circuit) dapat menyebabkan percikan api yang dapat dengan cepat memicu kebakaran. Ini terjadi ketika kabel listrik terputus atau terkelupas, sehingga menyebabkan kontak langsung antara kabel listrik yang bermuatan dan bahan yang mudah terbakar di sekitarnya.
- 2) Ketika beban listrik melebihi kapasitas (Overload), hal ini dapat menyebabkan kabel listrik atau peralatan menjadi panas berlebihan dan berpotensi menyebabkan kebakaran.
- 3) Kerusakan pada peralatan listrik seperti korsleting, kebocoran arus listrik, atau komponen yang rusak dapat menyebabkan percikan api yang dapat memicu kebakaran.
- 4) Gangguan pada sistem kelistrikan seperti tegangan yang fluktuatif atau tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Ini dapat menyebabkan terjadinya percikan api atau overheat yang berpotensi memicu kebakaran.
- 5) Beban listrik yang berlebihan atau peralatan yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan peningkatan suhu yang berlebihan. Ini dapat mengakibatkan kebakaran jika ada bahan yang mudah terbakar di dekatnya.
- 6) Gangguan daya listrik yang tidak teratur, seperti lonjakan tegangan atau arus hubung singkat yang berulang-ulang, dapat menyebabkan komponen elektronik dan peralatan menjadi tidak stabil atau rusak. Jika tidak diatasi dengan benar, ini dapat menjadi sumber bahaya kebakaran.

Untuk mengurangi risiko kebakaran akibat gangguan listrik, ada beberapa langkah yang harus dipenuhi, seperti:

- 1) Memastikan instalasi listrik yang benar dan dilakukan oleh tenaga ahli.
- 2) Menggunakan peralatan listrik yang berkualitas dan memiliki sertifikasi keselamatan.
- 3) Memastikan tidak terjadi overload listrik dengan memperhatikan kapasitas daya yang digunakan.
- 4) Melakukan perawatan dan pemeriksaan rutin terhadap system instalasi listrik dan peralatan listrik.

- 5) Menggunakan perlindungan kebakaran seperti alarm asap dan pemadam api yang mudah diakses.
- 6) Membuat rencana evakuasi, Jika terjadi gangguan listrik yang mencurigakan atau kejadian yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran, segera matikan aliran listrik.

C. Bahaya Panas Yang Dapat Merusak Isolasi Kabel Listrik

Panas yang berlebihan dapat berpotensi merusak isolasi kabel listrik. Isolasi kabel adalah lapisan pelindung yang mengelilingi konduktor listrik untuk mencegah kontak langsung dengan bahan lain atau penghantar lainnya. Beberapa bahaya panas yang dapat merusak isolasi kabel listrik:

1. Jika kabel listrik terlalu panas (Overheating), isolasi kabel dapat mengalami kerusakan. Pemanasan berlebihan dapat disebabkan oleh beban listrik yang terlalu tinggi, kualitas isolasi yang buruk, atau ketidaksesuaian ukuran kabel dengan beban listrik yang terpasang.
2. Pemanasan berlebihan dapat mengurangi kemampuan isolasi kabel untuk mencegah aliran listrik melalui bahan isolasi. Ini dapat menyebabkan hubungan pendek, korsleting, atau bahkan kebakaran.
3. Panas dapat menyebabkan degradasi fisik dan kimia pada bahan isolasi kabel. Paparan terus-menerus terhadap suhu yang tinggi dapat mengubah sifat fisik isolasi, seperti mengeras, mengelupas, atau retak. Hal ini akan mengurangi efektivitas isolasi dan meningkatkan risiko kegagalan kabel.
4. Jika isolasi kabel terlalu rusak, risiko hubungan singkat (Short Circuit) akan meningkat. Hubungan singkat terjadi ketika konduktor listrik yang terisolasi secara tidak sengaja bersentuhan satu sama lain atau dengan bahan lain. Ini dapat menyebabkan aliran listrik yang tidak terkendali dan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik, kebakaran, atau bahkan cedera pada manusia.
5. Jika isolasi kabel terlalu rusak karena panas berlebihan, kabel tersebut mungkin tidak berfungsi dengan baik atau bahkan mengalami kegagalan

total. Ini dapat mengakibatkan mati listrik, kerusakan peralatan, dan gangguan pada sistem listrik secara keseluruhan.

Untuk mencegah bahaya panas yang merusak isolasi kabel listrik :

- 1) penting untuk memastikan bahwa kabel dipilih dengan ukuran yang tepat untuk beban listrik tersambung dan dipasang dengan benar
- 2) Perawatan rutin dan inspeksi berkala pada sistem listrik dapat membantu mendeteksi masalah isolasi sebelum merusak kabel secara serius.

D. Bahaya Ledakan Atau Percikan Metal Panas Akibat Gangguan Listrik

Bahaya ledakan atau percikan metal panas adalah, gangguan listrik terutama jika terkait dengan sistem kelistrikan yang kompleks yang menggunakan bahan kimia berbahaya (Praktikum dilaboratorium), dapat menyebabkan ledakan. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan ledakan meliputi:

- a) Jika terjadi korsleting pada kabel atau peralatan listrik, arus yang tidak terkendali dapat menghasilkan panas yang cukup tinggi. Jika bahan yang mudah terbakar berada di dekatnya, ini bisa menyebabkan ledakan.
- b) Gangguan listrik dapat mempengaruhi peralatan yang terkait dengan penyediaan gas, seperti sistem pemanas atau alat pengolah gas. Jika ada kebocoran gas yang terjadi bersamaan dengan gangguan listrik, kebocoran tersebut dapat menyebabkan ledakan jika ada sumber api atau panas yang menciptakan ikatan antara gas dan udara.
- c) Beban listrik yang berlebihan (Overloading) pada sistem yang tidak mampu menanganinya dapat menyebabkan panas berlebih pada kabel atau peralatan listrik. Jika suhu yang terlalu tinggi tidak diatasi dengan baik, ini dapat menyebabkan ledakan.

Untuk mengurangi risiko bahaya ledakan atau percikan metal panas, adalah penting untuk mematuhi standar keselamatan listrik yang sesuai, memasang sistem proteksi yang tepat seperti pengaman arus lebih dan melakukan pemeliharaan rutin pada peralatan listrik untuk memastikan kondisi yang baik.

2.8. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Pelaksanaan K3 listrik sebagaimana dimaksud dalam pasal 3 Peraturan Menteri Ketenaga Kerjaan Republik Indonesia No, 12 tahun 2015 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di tempat kerja bertujuan :

- (a). Melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja dan orang lain yang berada didalam lingkungan tempat kerja dari potensi bahaya listrik
- (b). Menciptakan instalasi listrik yang aman, handal dan memberikan keselamatan bangunan beserta isinya
- (c). Menciptakan tempat kerja yang selamat dan sehat untuk mendorong produktivitas

Setiap orang yang diberi tanggung jawab untuk perancangan, pemasangan, pemeriksaan, pengujian, pemeliharaan instalasi listrik harus memahami K3 dan memiliki ijin kerja. Salah satu objective K3 adalah melindungi para pekerja dan orang lainnya ditempat kerja (formal maupun informal). Keselamatan kerja adalah tersedianya alat pertolongan, dan setiap kejadian kecelakaan yang membutuhkan pengobatan, pertolongan, atau perawatan wajib dilaporkan.

Ruang kerja listrik yang terus menerus mendapat pelayanan dan dijaga adalah laboratorium atau ruang kerja bengkel listrik. Ruang kerja ini harus dilengkapi perlengkapan pencegah bahaya kebakaran seperti tersedianya alat pemadam kebakaran (racun api yang cukup) dan harus dilengkapi dengan perlengkapan kecelakaan seperti Obat-obatan (PPPK) dan lain sebagainya.

Para teknisi (petugas) harus menggunakan pakaian kerja yang baik, kering dan cocok menurut keadaan iklim dan aman sesuai dengan sifat pekerjaan yang dihadapi. Setiap pemakaian energi listrik >200 KVA seharusnya memiliki organisasi K3 yang bertanggung jawab secara khusus terhadap pemasangan, pemeriksaan, pengujian, pemeliharaan instalasi listrik

2.9.Persyaratan Instalasi Listrik

Persyaratan instalasi listrik terdiri dari perancangan, pemasangan, pemeriksaan, dan pengujian.

1. Perancangan Instalasi Listrik

Perancangan pada instalasi listrik adalah gambaran rancangan dan uraian

teknik, yang digunakan sebagai panduan dalam pemasangan instalasi listrik. Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, mudah dibaca dan mudah dipahami oleh para teknisi listrik. Rancangan instalasi listrik harus diikuti dengan ketentuan dan standard yang berlaku. Rancangan instalasi listrik terdiri dari gambar situasi, gambar instalasi, diagram garis tunggal, gambar rinci, tabel dan bahan instalasi, uraian teknis dan perkiraan biaya

2. Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi peraturan, sehingga instalasi listrik aman, mudah dioperasikan dan dipelihara.

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi syarat yaitu :

- 1) Pemasangan instalasi listrik harus mengacu dan memenuhi ketentuan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL).
- 2) Bahan dan peralatan instalasi listrik harus memenuhi standard yang berlaku (SNI, LMK, SPLN, dll.).
- 3) Instalasi listrik (baru maupun penambahan dan rehabilitas), harus dikerjakan oleh instalatir yang profesional, yang memiliki tenaga ahli yang bersertifikat keahlian/kompetensi.

Pemasangan instalasi listrik harus dari tenaga yang ahli dibidang instalasi listrik dan instalasi berwenang. Tenaga ahli di Indonesia ini sering disebut Biro Teknik Listrik (BTL).

3. Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Listrik

Apabila pemasangan instalasi listrik telah selesai, pelaksana pekerjaan pemasangan instalasi listrik harus memberitahukan kepada instansi yang berwenang bahwa pekerjaan telah selesai dilaksanakan dengan baik, memenuhi standard proteksi sebagaimana diatur dalam PUIL 2011 serta siap untuk diperiksa dan diuji. Hasil pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik harus dinyatakan secara tertulis oleh pemeriksa dan penguji yang ditugaskan. Instalasi listrik harus diperiksa dan diuji secara periodik sesuai ketentuan yang berlaku.

2.10. Perlengkapan Instalasi listrik

Pada setiap perlengkapan instalasi listrik yang akan digunakan salah satunya di rumah tangga harus memenuhi syarat standar PUIL yang berlaku dan

peraturan PLN lainnya. Perlengkapan listrik yang terpasang pada instalasi listrik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Keandalan, yaitu dapat menjamin instalasi pada kondisi normal pada saat digunakan.
- b. Keamanan, yaitu dapat terjamin keamanan sistem instalasi listrik pada setiap komponennya.
- c. Kontinuitas, pada perlengkapan instalasi listrik komponen dapat bekerja dengan baik dan terus menerus.

Penggunaan pada instalasi listrik rumah yang tidak bersertifikat SNI, hal ini bisa disesuaikan dengan PUIL:

- a. Nama si pembuat atau merek barang.
- b. Daya, tegangan, atau arus pengenal.
- c. Data dari teknis lainnya seperti diisyaratkan SNI.

2.10.1. KWH Meter

KWH meter merupakan alat pada instalasi listrik yang digunakan untuk mengukur total energi listrik yang digunakan atau dikonsumsi oleh peralatan rumah tangga dan diambil dari sumber utama.

Adapun Jenis – jenis KWh meter pada instalasi rumah tangga sebagai berikut:

1. KWH Meter Analog

KWH meter analog atau disebut juga KWH meter elektromekanis merupakan jenis KWH meter yang sering digunakan pada instalasi rumah tangga di Indonesia beberapa tahun lalu.

2. KWh Meter Digital

KWH Meter Digital merupakan KWH meter model baru atau bisa dikatakan sebagai pengganti dari KWH meter analog. KWH Meter ini lebih simple tapi kompleks. KWH meter ini lebih efisien dari pada KWH meter sebelumnya yaitu KWH meter analog

3. Smart Meter / Meteran Pulsa Listrik

Smart meter PLN atau sering disebut oleh masyarakat Indonesia dengan meteran pulsa listrik merupakan jenis meteran listrik terbaru. Meteran impuls listrik terlihat mirip dengan meteran kWh digital,

tetapi meteran pintar PLN lebih baik daripada meteran KWH analog dan digital karena, selain layanan biasa, yaitu. membaca konsumsi listrik, meteran pintar PLN dilengkapi dengan terhubung internet.\

2.10.2. Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya - bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Namun dalam prakteknya tidaklah selalu mudah untuk mendapatkannya karena banyak faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan.

Faktor -faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah :

1. Bentuk elektroda.

Ada bermacam-macam bentuk elektroda yang banyak digunakan, seperti jenis batang, pita dan pelat.

2. Jenis bahan dan ukuran elektroda.

Sebagai konsekuensi peletakannya di dalam tanah, maka elektroda dipilih dari bahan-bahan tertentu yang memiliki konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap sifat-sifat yang merusak dari tanah, seperti korosi. Ukuran elektroda dipilih yang mempunyai kontak paling efektif dengan tanah.

3. Jumlah / konfigurasi elektroda.

Untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang dikehendaki dan bila tidak cukup dengan satu elektroda, bisa digunakan lebih banyak elektroda dengan bermacam-macam konfigurasi pemancangannya di dalam tanah.

4. Kedalaman pemancangan/penanaman di dalam tanah.

Pemancangan ini tergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah. Ada yang lebih efektif ditanam secara dalam, namun ada pula yang cukup ditanam secara dangkal.

5. Faktor-faktor alam.

- a. Jenis tanah: tanah gembur, berpasir, berbatu, dan lain-lain;
- b. moisture tanah: semakin tinggi kelembaban atau kandungan air dalam tanah akan memperrendah tahanan jenis tanah;

- c. kandungan mineral tanah: air tanpa kandungan garam adalah isolator yang baik dan semakin tinggi kandungan garam akan memperendah tahanan jenis tanah, namun meningkatkan korosi;
- d. suhu tanah: suhu akan berpengaruh bila mencapai suhu beku dan di bawahnya. Untuk wilayah tropis seperti Indonesia tidak ada masalah dengan suhu karena suhu tanah ada di atas titik beku.

Sistem pentanahan untuk konsumsi listrik perumahan memang sering diabaikan atau jarang digunakan, akan tetapi untuk gedung dengan konsumsi listrik yang besar harus bahkan wajib ada. Kebutuhan keamanan dan keandalan sistem instalasi listrik konsumsi gedung lebih ketat dan sesuai peraturan yang sudah ditetapkan, begitu juga untuk sistem pentanahan. Nilai pentanahan yang sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yaitu 0 sampai dengan 5 ohm Suatu bangunan untuk menghindari bahaya sambaran petir membutuhkan nilai resistansi grounding $< 5 \Omega$, sedangkan untuk grounding peralatan elektronik membutuhkan nilai $< 3 \Omega$ bahkan beberapa perangkat membutuhkan nilai $< 1 \Omega$. Nilai 5 ohm merupakan batas tertinggi resistansi pembumian yang masih bisa ditoleransi. Hal ini diatur dalam PUIL 2011. Berberapa faktor yang mempengaruhi dari nilai tahanan pentanahan yaitu kedalaman elektroda, diameter elektroda, jenis tahanan tanah dan jumlah batang elektroda.

2.10.3. Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan penghantar yang ditanamkan di tanah dan terhubung langsung dengan bumi. Elektroda pentanahan juga bagian yang konduktif yang bisa ditanam dalam tanah atau pada media lainnya seperti beton dalam kontak dengan listrik.

Syarat – syarat untuk bahan pembumian yang memenuhi standar PUIL sebagai berikut :

1. Andal dan cocok untuk persyaratan perlindungan instalasi.
2. Mampu mengalirkan arus gangguan pembumian dan arus konduksi pelindung ke bumi tanpa risiko tekanan panas. termomekanis dan

elektromekanis dan sengatan listrik yang disebabkan oleh arus ini.

3. Jika perlu, yang juga sesuai dengan persyaratan operasional

Bahan dan dimensi elektroda pembedaan dapat dipilih sesuai dengan ketahanan korosi dan korosi kekuatan mekanik yang cukup. Ukuran minimum bahan yang umum digunakan adalah umum dalam hal korosi dan korosi kekuatan mekanik elektroda arde saat dikubur di dalam tanah.

2.10.4. Penghantar Instalasi listrik

Kabel listrik yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Cable* adalah alat penghantar arus listrik yang terdiri dari konduktor dan isolator. Konduktor atau bahan penghantar listrik yang biasa digunakan pada kabel listrik adalah bahan tembaga, dan juga aluminium, walaupun ada yang menggunakan perak (silver) dan emas sebagai bahan penghantar, namun bahan ini jarang digunakan karena harganya yang sangat mahal. Sebaliknya, isolator atau bahan kabel listrik yang sedikit atau tidak menghantarkan listrik adalah bahan termoplastik dan termostatik, yaitu polimer (plastik dan karet/karet), yang dibentuk dengan pemanasan dan pendinginan satu kali atau lebih.

Adapun jenis – jenis kabel penghantar yang digunakan pada instalasi rumah sebagai berikut :

1. Kabel NYA

Kabel jenis NYA adalah kabel yang intinya terdiri dari bahan tembaga tunggal dan dilapisi dengan bahan isolasi PVC satu lapis. Kabel jenis ini biasanya digunakan pada bangunan tempat tinggal dan instalasi kabel antena. Jika Anda ingin menggunakan kabel NYA, Sebaiknya dilengkapi dengan pelindung seperti pipa PVC.



Gambar 2.1 Kabel Tipe NYA

2. Kabel NYM

Kabel NYM adalah penghantar dari tembaga berinti lebih dari satu, berisolasi PVC dan berselubung PVC. Keuntungan kabel instalasi berselubung dibandingkan dengan instalasi didalam pipa antara lain lebih mudah di bengkokkan, lebih tahan terhadap pengaruh asam dan uap atau gas tajam. Serta sambungan dengan alat pemakai dapat ditutup lebih rapat. Kabel NYM dapat digunakan di atas dan di luar plesteran pada ruang kering dan lembab, serta diudara terbuka. Penghantarnya terdiri dari penghantar padat bulat atau dipilin bulat berkawat banyak dari tembaga polos yang dipijarkan. Isolasi inti NYM harus diberi warna hijau-kuning, biru, merah, hitam atau kuning. Khusus warna hijau-kuning tersebut pada seluruh panjang inti dan dimaksudkan untuk penghantar tanah. Sedangkan warna selubung luar kabel harus berwarna putih atau putih keabu-abuan. Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam. Contoh gambar NYM dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.

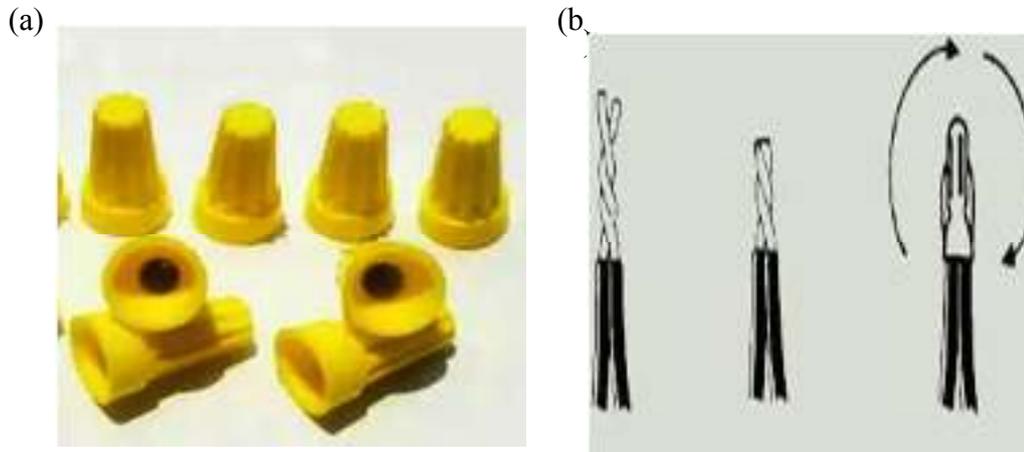


Gambar 2.2 kabel tipe NYM

2.10.5. Lasdop Atau Isolasi

Isolasi bertujuan untuk mencegah terjadinya hubung singkat dan menghindari kecelakaan. Lasdop digunakan untuk mengisolasi sambungan kawat-kawat hantaran dalam kotak sambung dan pencabangan atau tarikan kawat hantaran diatas plafon. Sambungan harus diberi isolasi yang sama dengan isolasi penghantar yang disambungkan. Ujung-ujung kawat yang akan disambung/disatukan harus dikupas terlebih dahulu dengan ukuran 2,5 cm kemudian diputar menjadi satu. Lasdop biasanya terbuat dari porselen atau bakelit, didalam ruangan-ruangan yang

basah selalu menggunakan lasdop dari porselen. Lasdop berfungsi untuk menutup dan melindungi sambungan kabel. instalasi listrik, tersedia dalam berbagai ukuran sesuai dengan luas penampang kabel yang disambung. Lasdop serta penggunaan lasdop dan penggunaan isolasi dapat kita lihat pada Gambar 2.3. a dan b.



Gambar 2.3 (a) lasdop, (b) sambungan putir dengan lasdop

2.10.6. Sakelar

Fungsi sakelar adalah untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari sumber ke pemakaian atau beban. Pada sakelar, saat terjadi pemutusan atau penghubungan arus listrik kemungkinan akan ada busur api. Oleh karena itu, waktu yang diperlukan untuk pemutusan arus harus amat pendek. Kecepatan waktu pemutusan ini sangat ditentukan oleh pegas yang dipasang pada sakelar.

Adapun tipe – tipe saklar pada instalasi rumah tangga yaitu saklar tanam (inbow) merupakan saklar yang ditanam dalam tembok. Dipasang sebelum finishing pada suatu rumah dan pemangangan instalasi saklar listrik sudah disiapkan pada saat pembangunan rumah tersebut. Kemudian selanjutnya yang sering digunakan di desa trisari karena rumah didaerah sini masih menggunakan kayu jadi menggunakan saklar type (outbow) merupakan jenis saklar yang ditempatkan diluar.

Adapun jenis – jenis saklar yang digunakan pada instalasi rumah atau gedung antara lain:

Berdasarkan cara pemasangannya:

1. Sakelar inbow

Sakelar inbow adalah jenis saklar yang ditanam di tembok.

Pemasangannya membutuhkan bobokan tembok untuk menampung kotak sakelar. Sakelar inbow terlihat lebih rapi dan modern karena tidak ada bagian saklar yang menonjol keluar tembok.



Gambar 2.4 sakelar & stopkontak Inbow

2. Sakelar outbow

Sakelar outbow adalah jenis sakelar yang dipasang di permukaan tembok. Pemasangannya lebih mudah dan praktis karena tidak membutuhkan bobokan tembok. Sakelar outbow lebih murah daripada sakelar inbow.



Gambar 2.5 Sakelar outbow

Berdasarkan fungsinya:

1. Saklar Tunggal

Sakelar tunggal adalah jenis saklar yang hanya memiliki satu tombol untuk mengendalikan satu lampu.



Gambar 2.6 sakelar tunggal

2. Sakelar seri

Sakelar seri adalah jenis saklar yang memiliki dua tombol untuk mengendalikan dua lampu yang berbeda. Sakelar ini biasanya digunakan untuk mengendalikan lampu di ruangan yang berdekatan.



Gambar 2.7 Saklar Seri

3. Sakelar tukar

Sakelar tukar adalah jenis saklar yang memiliki dua tombol untuk mengendalikan satu lampu dari dua tempat yang berbeda. Sakelar ini biasanya digunakan untuk mengendalikan lampu di tangga atau lorong.



Gambar 2.8 saklar tukar

2.10.7. Kotak Kontak / Stopkontak

Stop kontak atau kontak kontak merupakan kotak tempat sumber arus listrik yang siap pakai. Berdasarkan bentuknya stop kontak dibedakan menjadi stop kontak biasa dan stop kontak khusus. sedangkan berdasarkan pemasangannya stop kontak dibedakan menjadi stop kontak yang ditanam dalam dinding dan stop kontak yang ditanam di permukaan dinding.



Gambar 2.9 Stop Kontak/Kotak Kontak

2.10.8. Fitting

Fitting merupakan istilah yang diberikan untuk perangkat listrik yang digunakan untuk menempatkan bola lampu dan membantu menyambungkan lampu yang kita pasang ke rangkaian.

Adapun jenis – jenis fitting lampu yang digunakan yaitu:

1. Fitting Lampu Gantung

Fitting Lampu Gantung merupakan jenis rumah lampu yang biasa digunakan untuk memasang lampu gantung dengan kemampuan sambungan seri. Lampu gantung memiliki model yang dilengkapi dengan tali. Dimanakah kabel tersebut yang kemudian menyebabkan lampu tersebut menggantung.



Gambar 2.10 fitting lampu gantung

2. Fitting lampu plafon

Fitting Lampu Plafon merupakan tempat lampu biasanya berada di bagian atas dan menempel di atap bangunan. Model lampu plafon merupakan salah ssatu jenis instalasi listrik rumah yang sangat populer dan banyak digunakan di berbagai jenis rumah atau bangunan lainnya.



Gambar 2. 11 Fitting Lampu Platfon

2.10.9. Kotak hubung

Kotak hubung merupakan sambungan atau cabang listrik pada instalasi

listrik dengan pipa. Ini untuk melindungi tautan atau cabang transmisi dari gangguan berbahaya. Jenis sambungan yang biasa digunakan pada junction box adalah sambungan pigtail, dimana setiap sambungan ditutup dengan las titik setelah isolasi.

Syarat kotak hubung menurut PUIL 2011 yaitu :

1. Tutup roset dan kotak sambung untuk armatur lampu harus mempunyai cukup ruangan sehingga kabel dengan terminal penghubungnya dapat dipasang dengan baik.
2. Tiap kotak sambung harus dilengkapi dengan penutup, kecuali jika sudah tertutup oleh kap armatur, fitting lampu, kotak kontak, roset, atau gawai yang sejenis.
3. Bagian dinding atau plafon yang terbuat dari bahan mudah terbakar dan berada di antara sisi kap armatur dan kotak sambung harus ditutup dengan bahan yang tidak dapat terbakar.



Gambar 2.12 kotak hubung

2.10.10. Pengaman Instalasi

Pengaman instalasi diperlukan karena berguna untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan pada instalasi listrik yang diakibatkan oleh hubung singkat dan beban lebih. Alat pengaman ini dapat juga berguna sebagai saklar. Dalam penggunaannya, pengaman ini harus disesuaikan dengan besar listrik yang terpasang. Hal ini adalah penggunaan dan pemilihan pengaman untuk menjaga agar listrik dapat berguna sesuai kebutuhan. Oleh karena itu pengaman instalasi sangatlah penting bagi instalasi listrik rumah tinggal. Berdasarkan PUIL 2011 tentang proteksi keselamatan dimaksudkan untuk memastikan keselamatan manusia dan ternak serta keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang dapat timbul oleh penggunaan instalasi listrik secara wajar.

a. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis bimetal untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa.

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus.

Berdasarkan penggunaan dan daerah kerjanya, MCB dapat digolongkan menjadi 5 jenis ciri yaitu :

- a. Tipe Z (rating dan breaking capacity kecil) digunakan untuk pengaman rangkaian semikonduktor dan trafo-trafo yang sensitif terhadap tegangan.
- b. Tipe K (rating dan breaking capacity kecil) digunakan untuk mengamankan alat-alat rumah tangga.
- c. Tipe G (rating besar) untuk pengaman motor.
- d. Tipe L (rating besar) untuk pengaman kabel atau jaringan.
- e. Tipe H untuk pengaman instalasi penerangan bangunan dalam instalasi rumah tangga umumnya menggunakan MCB 1 phase



Gambar 2.13 Miniature Circuit Breaker MCB

4.	Digital Insulation Resistance Voltage Tester	UNI-T UT501A
5.	Meteran	MEASURING TAPE max 7.5 meter
6.	Obeng +	Cristal screwdriver transparant double screwdriver
7.	Obeng -	

3.3. Gedung Yang Di Teliti

Gedung yang diteliti adalah gedung perpustakaan dan gedung auditorium. Gedung perpustakaan dilakukan sebagai sampel untuk di teliti karena gedung perpustakaan sudah termasuk gedung lama dan gedung auditorium dilakukan sebagai tempat untuk di teliti dikarenakan gedung auditorium adalah termasuk gedung yang masih baru.

Dari gedung perpustakaan dan gedung auditorium memiliki instalasi yang berbeda yang dimana gedung perpustakaan adalah gedung yang memiliki instalasi yang terbuka dan gedung auditorium adalah instalasi yang tertutup. Perlu diketahui bahwa potensi gangguan yang mungkin terjadi pada instalasi terbuka dan instalasi tertutup memiliki potensi gangguan yang berbeda yaitu:

1. Potensi Gangguan Instalasi Terbuka



Gambar 3.2 instalasi terbuka gedung perpustakaan

Instalasi listrik terbuka di gedung perpustakaan memang lebih rentan terhadap berbagai gangguan dibandingkan dengan instalasi listrik tertutup. Hal ini disebabkan karena kabel, peralatan listrik, dan komponen lainnya terpapar langsung dengan lingkungan luar, sehingga lebih mudah terkena faktor-faktor yang dapat menyebabkan gangguan. Berikut beberapa potensi gangguan yang mungkin terjadi pada gedung perpustakaan dengan instalasi listrik terbuka:

- Kerusakan mekanis : kabel dan peralatan listrik yang terpapar dapat lebih rentan terhadap kerusakan fisik seperti goresan, benturan, atau kerusakan oleh elemen lingkungan seperti debu dan suhu ekstrem.
- Bahaya keselamatan : resiko kontak langsung dengan komponen listrik bagi orang – orang yang tidak waspada atau tidak berwenang, yang dapat menyebabkan kecelakaan listrik atau bahaya lainnya.
- Gangguan elektromagnetik : instalasi terbuka cenderung lebih rentan terhadap gangguan seperti radiasi elektromagnetik dari peralatan lain atau gangguan dari peralatan di sekitar.
- Korosi dan oksidasi : komponen listrik yang terbuka dapat lebih rentan terhadap korosi dan oksidasi karena paparan langsung terhadap kelembaban, udara, debu.
- Gangguan hewan : hewan bisa merusak kabel instalasi lebih mudah seperti hewan tikus, yang suka menggrogoti kabel listrik karena tikus tertarik dengan aroma plastic yang ada pada kabel.
- Kerusakan kabel akibat usia : Kabel listrik yang sudah tua dan usang dapat menjadi rapuh dan mudah rusak, sehingga lebih rentan terhadap gangguan.

Jadi penelitian ini dilakukan dengan membuat perbandingan dari data yang di ambil antara gedung lama dengan gedung baru setelah itu di Analisa dan di simpulkan.

2. Potensi Gangguan Instalasi Tertutup:



Gambar 3.3 instalasi tertutup gedung auditorium lantai 1

Meskipun instalasi listrik tertutup pada gedung auditorium umumnya lebih aman dibandingkan dengan instalasi terbuka, namun tetap ada potensi gangguan

yang mungkin dapat terjadi. Gangguan ini dapat berakibat pada kerusakan peralatan, dan bahkan dapat membahayakan keselamatan, untuk itu berikut ini ada beberapa potensi gangguan yang mungkin terjadi pada gedung auditorium dengan instalasi tertutup:

- Overheating (panas Berlebihan) : jika ventilasi tidak memadai atau jika peralatan listrik terlalu rapat tertutup, suhu di dalam instalasi tertutup dapat meningkat secara signifikan, menyebabkan overheating yang dapat merusak peralatan atau bahkan menyebabkan kebakaran
- Kurangnya ventilasi : sistem tertutup yang tidak memiliki ventilasi yang memadai dapat mengakibatkan penumpukan panas atau kelembaban yang dapat mempengaruhi kinerja peralatan listrik atau menyebabkan kondisi operasinonal yang tidak diinginkan.
- Akses untuk perawatan : instalasi tertutup mungkin sulit di akses untuk perawatan rutin atau inspeksi, yang dapat mempengaruhi keandalan sistem listrik atau memperburuk waktu perbaikan jika terjadi gangguan.
- Kerusakan isolasi : risiko terhadap kerusakan isolasi kabel atau komponen listrik karena panas yang terjebak atau kondisi lingkungan tertentu di dalam instalasi tertutup.

3.4. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan pada rumah dilakukan untuk mengetahui besar resistansi tanah tersebut. Sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu maksimal sebesar 5 Ohm. Untuk alat yang digunakan untuk pengukuran adalah eart tester. Untuk cara mengukur tahanan pentanahan menggunakan earth tester yaitu :

1. Pertama – tama mengecek baterai sebelum menggunakan alat ukur apakah masih bagus atau tidak agar mendapatkan nilai yang maksimal.
2. Kemudian mengkalibrasi alat
3. Setelah alat dikalibrasi menghubungkan kabel pengukuran yang dimana pada alat ukur terdapat tiga warna kabel yaitu hijau, kuning, merah. Kabel hijau dihubungkan dari terminal Earth (E) pada alat ukur ke grounding kemudian untuk kabel warna kuning dan merah dihubungkan dari alat ukur ke elektroda bantu yang sudah ditancapkan ke tanah kurang lebih 30 cm

dengan jarak masing – masing 5 meter.

4. Setelah alat sudah siap cek terlebih dahulu tegangan tanahnya dan tidak boleh lebih dari 10 Volt untuk tegangan tanahnya.
5. Kemudian setelah mengecek tegangan tanahnya bagus maka selanjutnya dilakukan pengukuran tahanan pentanahan dengan mengarahkan selektor alat ke range 2000 ohm terlebih dahulu, jika nilainya terlalu kecil kemudian diganti dengan selektor range 200 ohm, jika masih nilainya terlalu kecil diganti dengan selektor 20 ohm.
6. Terakhir mencatat hasil dari pengukuran.

3.5. Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan dilakukan untuk mengetahui besar tegangan pada rumah atau gedung tersebut. Sesuai peraturan SPLN di mana nilai tegangan memiliki batas minimum adalah – 10% dan untuk batas maksimal adalah +10% jadi bisa kita terapkan untuk batas nilai tegangan 1 phasa minimal adalah 198 volt dan batas maksimal adalah 242 volt dan untuk tegangan 3 phasa minimal adalah 342 dan batas maksimal adalah 418

Alat untuk mengukur tegangan listrik adalah multimeter digital.

Adapun cara untuk mengukur tegangan listrik yaitu berikut ini:

1. Pastikan multimeter digital dalam mode ACV (tegangan bolak-balik). Pilih skala pengukuran yang sesuai dengan perkiraan tegangan yang akan diukur.
2. Hubungkan kabel uji merah ke terminal L1 pada multimeter.
3. Hubungkan kabel uji hitam ke terminal netral (N) pada multimeter.
4. Sentuhkan ujung kabel uji merah ke terminal L1 pada panel listrik 3 fasa.
5. Baca nilai tegangan yang ditampilkan pada layar multimeter. Nilai ini menunjukkan tegangan antara L1 dan N.
6. Ulangi langkah 4 dan 5 untuk mengukur tegangan antara L2 dan N, serta L3 dan N. Catat semua nilai tegangan yang diperoleh.

3.6. Pengukuran Arus listrik

Mengukur Arus Listrik adalah hal yang penting dilakukan untuk mengetahui besaran arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian. Alat yang

digunakan untuk mengukur arus listrik adalah menggunakan clamp Meter/ tang amper. Adapun cara untuk mengukur arus listrik menggunakan clamp meter yaitu berikut ini:

1. Siapkan clamp meter dan pastikan clamp meter dalam kondisi bagus
2. Pilih mode pengukuran arus ac pada clamp meter
3. Jepitkan rahang clamp meter pada salah satu kabel fasa (L1,L2 dan L3) pastikan rahang clamp meter menjepeti kabel dengan baik dan tidak menyentuh ke kabel lainnya.
4. Baca nilai arus pada layar tang ampere. Nilai arus yang ditampilkan adalah arus fasa yang dijepit pada kabel.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 untuk mengukur arus pada kabel fasa lainnya.
6. Kemudian catat hasil pengukuran arus tersebut.

3.7. Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel

Pengukuran tahanan isolasi kabel instalasi listrik merupakan langkah penting untuk memastikan keamanan dan keandalan instalasi listrik. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi antara konduktor kabel dengan ground atau konduktor lainnya. Nilai resistansi yang tinggi menunjukkan isolasi kabel yang baik, sedangkan nilai resistansi yang rendah menunjukkan adanya kebocoran arus yang dapat membahayakan keselamatan.

Alat untuk mengukur tahanan isolasi kabel instalasi listrik yang digunakan adalah digital insulation resistance voltage tester. Untuk cara mengukur tahanan isolasi kabel instalasi listrik menggunakan insulation tester yaitu berikut ini:

1. Matikan seluruh sumber tegangan pada instalasi listrik. Pastikan tidak ada tegangan yang tersisa di kabel yang akan diukur.
2. Hubungkan kabel test insulation tester ke konduktor kabel yang ingin diukur. Gunakan kabel test yang sesuai dengan jenis konduktor kabel.
3. Hubungkan kabel ground insulation tester ke ground. Ground dapat berupa terminal grounding instalasi listrik, pipa air logam, atau benda logam lainnya yang terhubung dengan bumi.

4. Nyalakan insulation tester dan tunggu hingga hasil pengukuran stabil. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar insulation tester dalam satuan Mega ohm ($M\Omega$).
5. Catat hasil pengukuran pada kertas.
6. Ulangi langkah-langkah di atas untuk kabel lainnya

3.8. Pengecekan Komponen Pada Panel

Pengecekan komponen pada panel di lakukan yaitu untuk mengetahui kondisi komponen - komponen yang ada pada panel apakah dalam kondisi baik atau tidak. Adapun yang diperiksa dalam panel yaitu : komponen utama / saklar utama, saklar sekunder phasa R,S, dan T, kontak dan penghubung, penyambung kabel, indikator panel, pemutus arus, rangkaian instalasi pada panel dan box panel.

3.9. Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan lokasi penelitian.
2. Melakukan observasi dan menentukan data apa saja yang akan diambil dalam penelitian.
3. Mempersiapkan alat yang akan digunakan di dalam penelitian.
4. Pengambilan data Pengukuran tahanan pentanahan.
5. Pengukuran tegangan phasa dan tegangan netral
6. Pengukuran tahanan isolasi kabel
7. Pengukuran arus listrik
8. Pengecekan komponen pada panel.
9. Mencatat hasil data penelitian yang telah diukur kemudian dibandingkan dengan standar PUIL dan SPLN.
10. Melakukan analisa hasil penelitian kemudian membuat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

3.10. Diagram Alir Penelitian

