skripta

Pemeliharaan Sistem Kelistrikan

Joko Wardiyanto

KEMENTERIAN AGAMA
PERPUSTAKAAN
KAB.OKU SELATAN
MADRASAH ALIYAH NEGERI VII ARIDI

PERPUSTAKAAN
MAN MUARADUA
NO
TGL
KELAS
ASAL
PR
RT
HD

Pemeliharaan Sistem Kelistrikan

BANTUAN BUKU
GUBERNUR SUMATERA SELATAN
TAHUN 2016

Pemeliharaan Sistem Kelistrikan

© Skripta, 2015

Pemimpin Redaksi: Antonius Fran Setiawan
Editor: Sintha Setyaningrum
Tata Letak: Imron Mustakim
Penyelaras Bahasa: Relevantiana Juniarti
Desain Grafis: Triasmana Wirasta

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Joko Wardiyanto

Editor, Sintha Setyaningrum
Cetakan 1. Yogyakarta : Skripta Media Creative, 2015
vi + 122 hlm. 17,6 x 25 cm
ISBN 978-602-1691-12-0
1.
Cetakan Pertama, April 2015

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Merek Dagang
Seluruh merek dagang yang digunakan dalam buku ini merupakan hak cipta dari pemegang merek dagang masing-masing.

PT. Skripta Media Creative
Anggota IKAPI, Yogyakarta 2011
Jl. Wulung 7-A, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta.
Telp. (0274) 433-2398, Faks. (0274) 433-2398

Percetakan
PT. Intan Sejati Klaten
Jl. Kopral Sayom (Ring Road), Klaten 57431.
Telp. (0272) 327-008

KATA PENGANTAR

Listrik merupakan sumber energi sekunder yang mempunyai manfaat sangat besar bagi kehidupan manusia. Dengan listrik kita dapat menyelesaikan tugas sehari-hari dengan mudah. Penggunaan listrik harus disertai juga dengan proses pemeliharaan. Hal ini dimaksudkan agar listrik tersebut tetap dapat digunakan dengan baik tanpa membahayakan keselamatan pemakainya.

Buku "**Pemeliharaan Sistem Kelistrikan**" ini membahas tentang tata cara melakukan pemeliharaan kelistrikan mulai dari persiapan sampai melakukan perawatan kelistrikan. Di dalamnya disertai dengan pembahasan yang terurut dan gambar yang akan memudahkan pembaca untuk mengikuti dan mempraktikkannya.

Upaya penyusunan buku ini telah dilakukan dengan maksimal. Apabila ada saran dan kritik kami akan menerimanya dengan senang hati demi perbaikan pada penerbitan di masa mendatang.

Yogyakarta, April 2015

Penerbit

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul "**Pemeliharaan Sistem Kelistrikan**".

Kelistrikan adalah sifat benda yang muncul dari adanya muatan listrik. Dengan adanya listrik akan sangat memudahkan manusia dalam melakukan kegiatannya sehari-hari. Sistem kelistrikan yang baik adalah yang terawat dan terpelihara.

Buku "**Pemeliharaan Sistem Kelistrikan**" ini ditujukan kepada siswa SMK maupun kepada para pembaca yang ingin mengenal lebih jauh tentang sistem pemeliharaan kelistrikan.

Buku ini dapat dibuat dan dicetak atas kerja sama dengan beberapa pihak yang terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya, khususnya kepada **PT. Skripta Media Creative** yang telah menerbitkan buku ini. Harapan kami, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis mohon kritik dan saran untuk dapat lebih mengembangkan isi buku ini.

Yogyakarta, April 2015

Joko Wardiyanto

DAFTAR ISI

Kata Pengantar iii

Daftar Isi v

BAB I MENGENAL LISTRIK

1. Sejarah Penemuan Listrik 3
2. Pengertian Listrik 7
3. Fenomena Alam Tentang Listrik 9

BAB II SISTEM KELISTRIKAN GEDUNG

1. Dasar Instalasi Listrik Gedung 18
2. Komponen Instalasi Listrik dan Fungsinya 24
3. Kabel Listrik 32
4. Sakelar ("Switch") 35
5. Stop Kontak (*Outlet* atau *Receptacle*) 37
6. Pentanahan (*Arde* atau *Grounding*) 39
7. *Switchgear* 49

BAB III PERSIAPAN PERAWATAN SISTEM KELISTRIKAN

1. Alat-alat untuk Perawatan Sistem Kelistrikan 56
2. Pakaian dan Perlengkapan Pengaman 70
3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pekerjaan Kelistrikan 74

BAB IV PERAWATAN SISTEM KELISTRIKAN GEDUNG 20 kV

1. Predictive Maintenance/*Conditional Maintenance* 81
2. Preventive Maintenance/*Time Base Maintenance* 85
3. *Corrective Maintenance* 87
4. *Breakdown Maintenance* 88

BAB V PERAWATAN SISTEM KELISTRIKAN RUMAH 220 V

1. Perawatan dan Perbaikan Instalasi Listrik Rumah Tangga 89
2. Perawatan dan Perbaikan Peralatan Listrik Rumah Tangga 10

GLOSARIUM .....

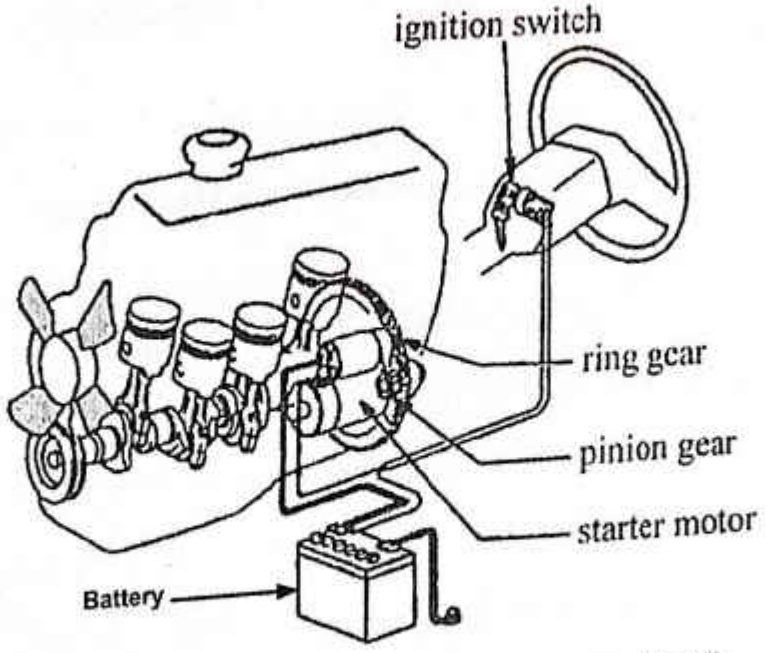
DAFTAR PUSTAKA 11

..... 12

BAB I

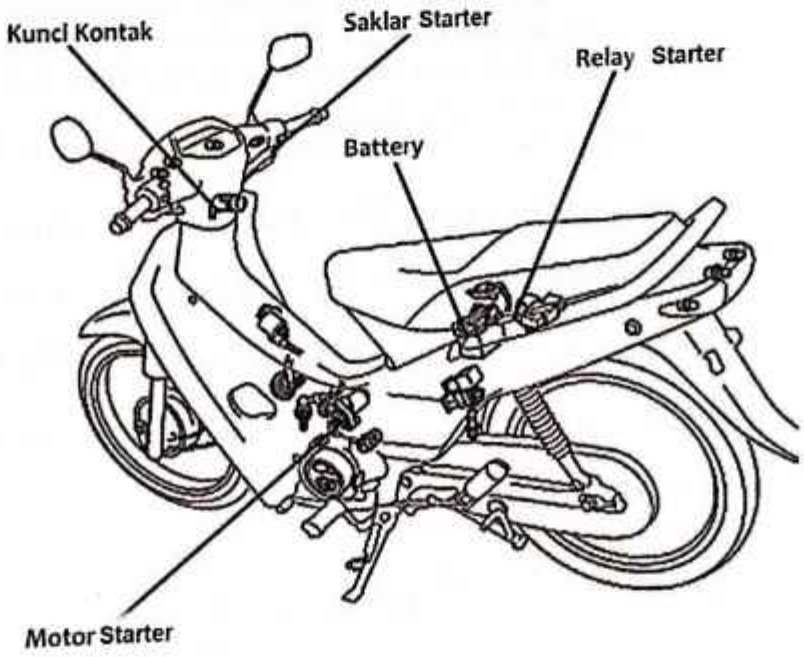
Mengenal Listrik

Dalam kehidupan sehari-hari kita hampir setiap waktu menjumpai listrik. Listrik tidak terlihat secara nyata, namun kita bisa merasakan keberadaannya. Seperti jam dinding yang digerakkan menggunakan batu baterai merupakan benda yang bisa mengubah energi kimia menjadi energi listrik DC. Setelah itu diubah kembali menjadi energi gerak berupa jarum yang bergerak memutar. Contoh lainnya adalah aki mobil. Aki mobil merupakan komponen benda yang bisa mengubah energi kimia menjadi energi listrik untuk menggerakan dinamo sehingga mobil bisa bergerak. Kita sering menyebutnya ***starter motor.***



Gambar I.I Sistem Kelistrikan pada Starter Mobil

Begitu pula dengan kita yang menggunakan motor untuk kegiatan liburan maupun berangkat kerja, tanpa kita sadari di dalam motor tersebut terdapat sistem kelistrikan yang cukup lengkap. Salah satunya sistem starter pada motor. Sistem starter menggunakan aki yang mengubah energi kimia menjadi listrik DC, yang menggerakkan benda berwujud dinamo untuk membantu menghidupkan mesin motor. Untuk sistem kelistrikan sederhana pada starter motor dapat kita lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar I.2 Sistem kelistrikan pada starter motor

Dari ketiga contoh sistem kelistrikan di atas, kita dapat mengenal lebih dekat dengan "listrik" walaupun keberadaan listrik dalam kehidupan sehari-hari tidak bisa kita lihat secara kasat mata. Dengan lebih mengenal tentang listrik, sistem kelistrikan dan perawatan sistem kelistrikan, maka penulis berharap kita semua dapat lebih bijak dalam menggunakan dan merawat listrik dalam kehidupan sehari-hari. Lebih jauh lagi, harapan penulis dengan adanya buku ini bisa membantu kita dalam hal pencegahan atau tindakan ***preventive*** terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh arus listrik.

I. Sejarah Penemuan Listrik

Orang Indonesia sering menyebut kata listrik dalam kehidupan sehari-hari. Listrik ***(electric)*** berasal dari bahasa Yunani kuno yang berarti elektron atau "batu amber". Batu amber berasal dari getah pohon pinus yang telah membatu berjuta-juta tahun silam dan akhirnya menjadi sebuah fosil. Batu ini berwarna jernih, kuning kemerahan atau bisa juga kecoklatan. Dahulu, batu jenis amber biasa digunakan sebagai bahan perhiasan dan manik-manik.

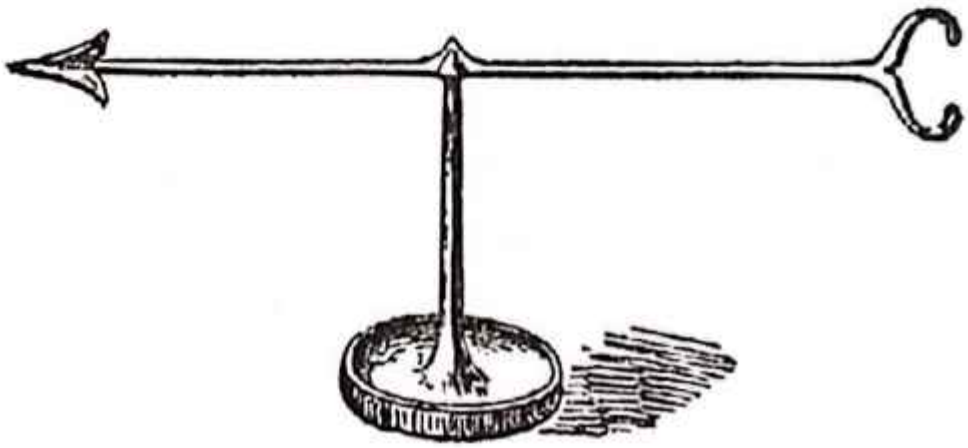
Seorang yang bernama Thales yang hidup di masa Yunani kuno, sekitar tahun 600 menemukan sesuatu yang aneh pada batu amber tersebut. Saat batu tersebut digosok-gosokkan pada kain wol lalu didekatkan dengan benda-benda ringan seperti debu, bulu,dan sobekan kain kecil maka benda-benda kecil tersebut langsung melekat ke batu amber. Setelah penemuan itu, muncullah tokoh-tokoh listrik seperti; William Gilbert, Joseph Priestley, Charles De Coulomb, Ampere Michael Faraday, Oersted, dll.

A. William GIlbert

Jauh setelah penemuan yang dilakukan oleh Thales of Miletus tentang batu amber, yaitu sekitar tahun 1600 di kota London Inggris muncul seorang ilmuwan dan sekaligus dokter Ratu Elizabeth I bernama William Gilbert. Dia menggunakan kata listrik untuk pertama kalinya di dunia. Eksperimen yang ia lakukan adalah dengan menggosokkan sebuah benda pada tabung gelas untuk membuat listrik statis.

Tidak hanya sampai di situ, sang ilmuwan masih terus berkarya dengan menemukan sebuah alat untuk mendeteksi muatan listrik yang saat itu diperkenalkan di kalangan umum maupun ilmuwan dengan nama ***versorium***.

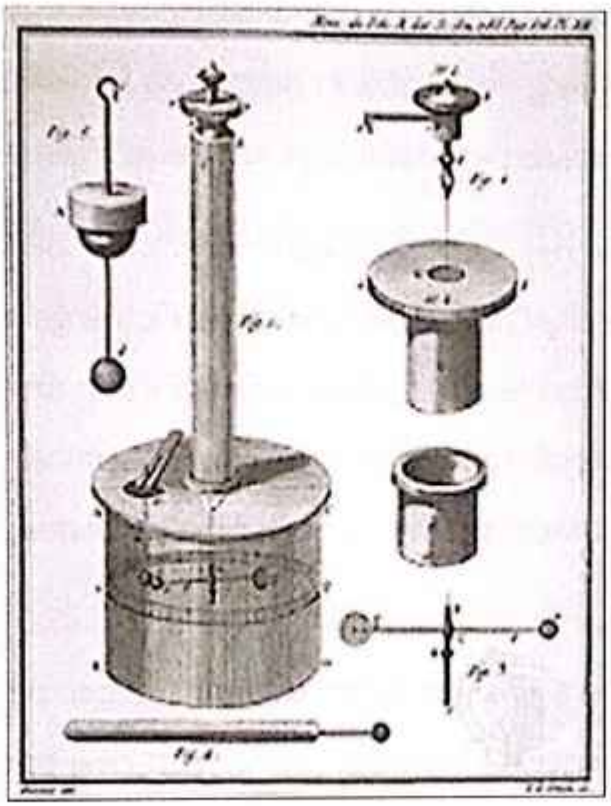
Bentuk alat ini sangat sederhana, seperti baling-baling cuaca yang kecil dan dilengkapi dengan kawat penunjuk yang dapat mencari benda bermuatan listrik. Benda-benda yang digosok, seperti sedotan dan kertas akan berputar ke arah alat penunjuk ***versorium***. Alat itu memunculkan pengertian bahwa benda yang tertarik versorium disebut "listrik", sedangkan untuk benda-benda tidak tertarik ke alat penunjuk dinamakan "non-listrik".



Gambar I.3 Versorium ciptaan William Gilbert

B. Joseph Priestley dan Charles De Coulomb

Tahun 1766, seorang ahli kimia di Inggris bernama Joseph Priestley membuktikan bahwa gaya di antara muatan-muatan listrik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak di antara muatan-muatan tersebut. Selain itu, seorang ahli fisika di Perancis, Charles Augustin de Coulomb berhasil menemukan hukum coulomb berbunyi ***"Gaya tarik atau gaya tolak dua benda yang bermuatan listrik berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya dan berbanding lurus dengan besar masing-masing muatan"***. Untuk mengukur gaya listrik, Coulomb menggunakan neraca punter atau neraca torsi yang sangat peka antara muatan-muatan listrik. Dan selanjutnya alat ini diperkenalkan dengan nama "neraca torsi".



Gambar I.4 Neraca torsi Charles Augustin de Coulomb

C. Ampere Michael Faraday

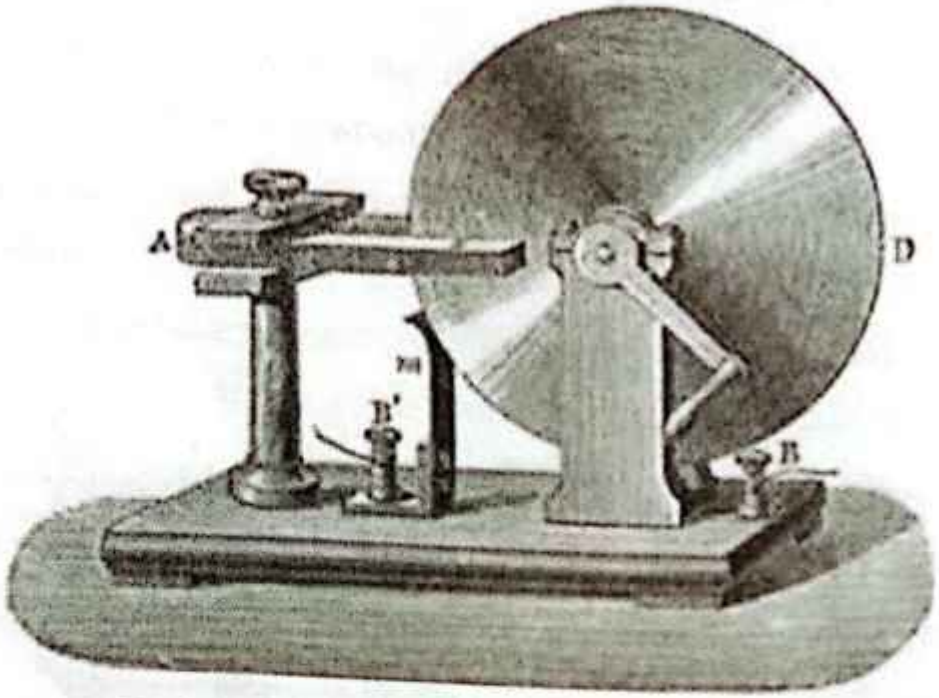
Selain Charles Augustin de Coulomb, ada pula ilmuwan muda yang mengukir prestasi berupa penemuan motor listrik pertama di dunia. Kisah itu berawal saat Faraday berusia 20 tahun, dan ia sering mendengarkan ceramah oleh ilmuwan Inggris terkenal lainnya. Di antara ilmuwan favoritnya ialah oleh Sir Humphry Davy yang merupakan ahli kimia dan juga seorang kepala laboratorium dari Royal Institution.

Selama dalam bimbingan gurunya Humphry Davy, Faraday pun mengalami kemajuan yang pesat. Pada mulanya dia bekerja hanya sebagai pencuci botol saja, tetapi karena gigihnya dalam belajar dalam waktu singkat Faraday berhasil membuat sebuah penemuan baru hasil kreasi sendiri. Penemuannya itu berupa dua senyawa kloro-karbon dan membuat gas klorin seta gas lainnya menjadi cair.

Humphry Davy adalah sosok yang memiliki pengaruh besar pada pemikiran-pemikiran Faraday yang menghasilkan penemuan listrik. Pada tahun 1821, Faraday mengemukakan sebuah penemuan pertama yang penting di dunia kelistrikan.

Dua tahun sebelumnya, Oersted sudah menemukan bahwa jarum dari kompas magnet umumnya bisa beralih apabila aliran listrik mengalir pada kawat yang tidak saling berjauhan. Atas temuan tersebut Faraday membuat doktrin, jika magnet didekatkan, yang berjalan adalah kawat. Di mana kawat bakal secara berkelanjutan memutar berapit dengan magnet selama aliran listrik masih mengalir di kawat.

Faraday menciptakan motor listrik yang pertama di dunia, yaitu sebuah rangkaian pertama yang memakai aliran listrik sebagai sumber penggerak benda. Tidak dapat dipungkiri penemuan tersebut merupakan cikal bakal atas seluruh motor listrik yang dipakai pada zaman sekarang.



Gambar 1.5 Motor Listrik Ciptaan Michael Faraday

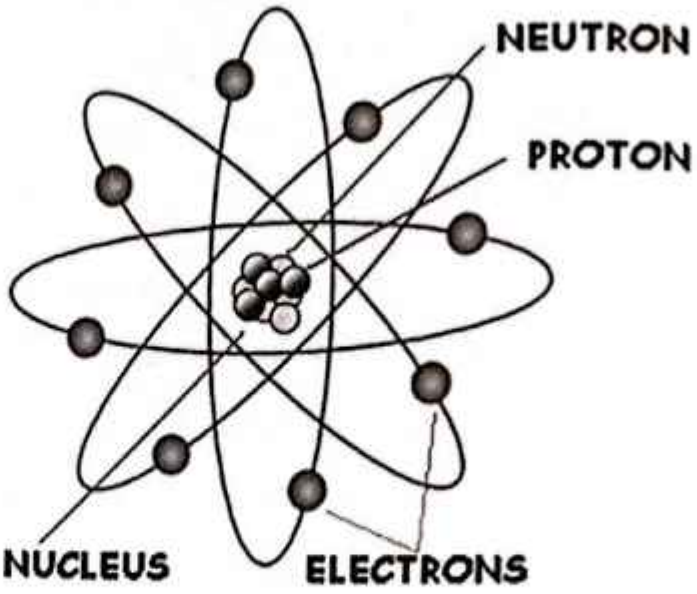
Penelitiannya terus berlanjut, pada tahun 1831 Faraday menemukan bahwa apabila magnet dilewati potongan kawat, maka aliran listrik masuk ke kawat kemudian magnetnya berjalan. Kondisi tersebut dinamai pengaruh elektromagnetik. Temuannya ini diberi nama "Hukum Faraday".

Temuan tersebut merupakan sebuah temuan yang penting dan awal mula sejarah penemuan listrik, karena Hukum Faraday mempunyai makna besar dengan pemahaman teoritis tentang elektromagnetik. Elektromagnetik dipakai oleh Faraday ketika membuat dinamo listrik untuk pertama kalinya. Penemuan tersebut menjadi cikal bakal berbagai macam pembangkit tenaga listrik di zaman sekarang.

2. Pengertian Listrik

Listrik mempunyai banyak pengertian dari para ahli fisika dan listrik. Salah satu ilmuan terkemuka zaman dahulu, yaitu Oyce James, Colin Baker dan Helen Swain mengemukakan bahwa "listrik adalah aliran atau pergerakan elektron-elektron, di mana elektron adalah partikel bermuatan negatif yang ditemukan pada semua atom".

Dalam penjelasannya, disebutkan bahwa kita tidak akan dapat melihat elektron maupun listrik tersebut. Hal itu dikarenakan ukuran atom adalah sangat kecil, inti atom terletak pada pusat atom dan ukurannya bisa mencapai 10.000 kali lebih kecil daripada atom itu sendiri. Sedangkan untuk elektron, ia bergerak mengelilingi inti atom dan ukurannya juga masih lebih kecil daripada inti atom. Memang sangat sulit untuk dibayangkan. Untuk memperjelas pembahasan tentang atom dan elektron kita bisa melihat gambar di bawah ini.



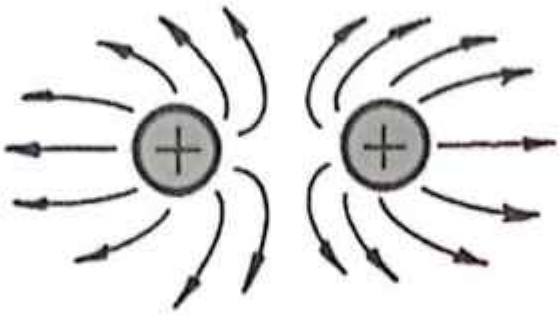
Gambar I.6 Struktur atom yang mengandung listrik

Dalam teori yang disampaikan oleh Oyce James, Colin Baker dan Helen Swain pada zaman itu, mencoba menyadarkan kepada semua manusia bahwa semua benda di dunia ini tersusun oleh atom-atom. Hal itu berarti bahwa ada listrik di setiap benda di alam semesta ini, seperti meja, papan tulis, pohon, rumput, batu, pasir, tembok, bahkan tubuh kita tersusun oleh jutaan atom yang pastinya mengandung listrik.

Listrik yang dimaksudkan dalam teori ini adalah listrik yang dihasilkan ketika elektron berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya, di antaranya akibat gesekan. Hal tersebut menjawab pertanyaan mengapa batu amber yang digosokkan oleh Thales of Miletus 1600an tahun yang lalu pada kain wol bisa menarik bulu burung dan sobekan kertas.

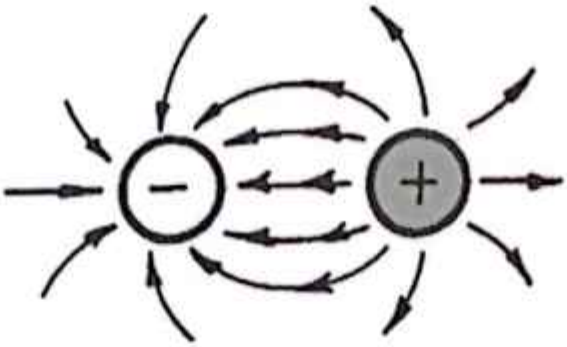
Seperti yang sudah penulis jelaskan bahwa atom memiliki muatan listrik, dan muatan tersebut muncul karena ada elektron yang keluar dari atom. Dalam teori tersebut ada dua jenis muatan listrik, yaitu positif dan negatif. Untuk elektron itu sendiri bersifat membawa muatan negatif. Dalam percobaan tentang muatan

dengan bahwa jika muatan listrik yang sejenis didekatkan maka akan saling tolak-menolak. Misalkan muatan positif didekatkan dengan muatan positif atau negatif didekatkan dengan negatif maka akan saling tolak-menolak.



Gambar I.7 Interaksi Muatan Listrik yang Sejenis

Sebaliknya untuk muatan yang berlawanan jenis, akan saling tarik-menarik.



Gambar I.8 Interaksi muatan listrik yang berlawanan

3. Fenomena Alam Tentang Listrik

Petir dan kilat merupakan bentuk gejala alam yang muncul pada saat musim hujan. Berikut ini akan dijelaskan lebih detail tentang petir dan kilat.

A. Petir dan Kilat

Saat musim hujan tiba, kadang kita melihat terjadinya petir disertai kilatan cahaya yang menggelegar. Petir dan kilat ini merupakan salah satu fenomena alam yang kadang merugikan kehidupan manusia dan alam sekitarnya.

Gambar I.9 Fenomena petir dan kilat

Dalam Wikipedia Indonesia, petir atau bisa juga disebut dengan halilintar merupakan gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan. Ditunjukkan dengan munculnya kilatan cahaya di langit yang menyilaukan sesaat (kilat), kemudian disusul dengan suara menggelegar (guruh). Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya. Prinsip dasarnya hampir sama seperti lompatan api pada busi.

Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi atau dengan awan lainnya. Proses terjadinya muatan pada awan, yaitu karena partikel-partikel penyusun awan bergerak terus-menerus secara teratur. Selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi (atas atau bawah), sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif (elektron) dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara. Pada saat elektron mampu menembus

ambang batas isolasi udara inilah terjadi ledakan suara. Petir lebih sering terjadi pada musim hujan, karena pada keadaan tersebut udara mengandung kadar air yang lebih tinggi sehingga daya isolasinya turun dan arus lebih mudah mengalir. Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan. Sedangkan terjadinya sendiri secara lebih detail disebabkan oleh 2 teori, yaitu Ionisasi dan gesekan antar awan.

I. Proses Ionisasi

Petir terjadi diakibatkan terkumpulnya ion bebas bermuatan negatif dan positif di awan. Ion listrik dihasilkan oleh gesekan antar awan dan kejadian Ionisasi ini disebabkan oleh perubahan bentuk air mulai dari cair menjadi gas atau sebaliknya, bahkan padat (es) menjadi cair. Ion bebas menempati permukaan awan dan bergerak mengikuti angin yang berhembus, bila awan-awan terkumpul di suatu tempat maka awan bermuatan akan memiliki beda potensial yang cukup untuk menyambar permukaan bumi maka inilah yang disebut petir.

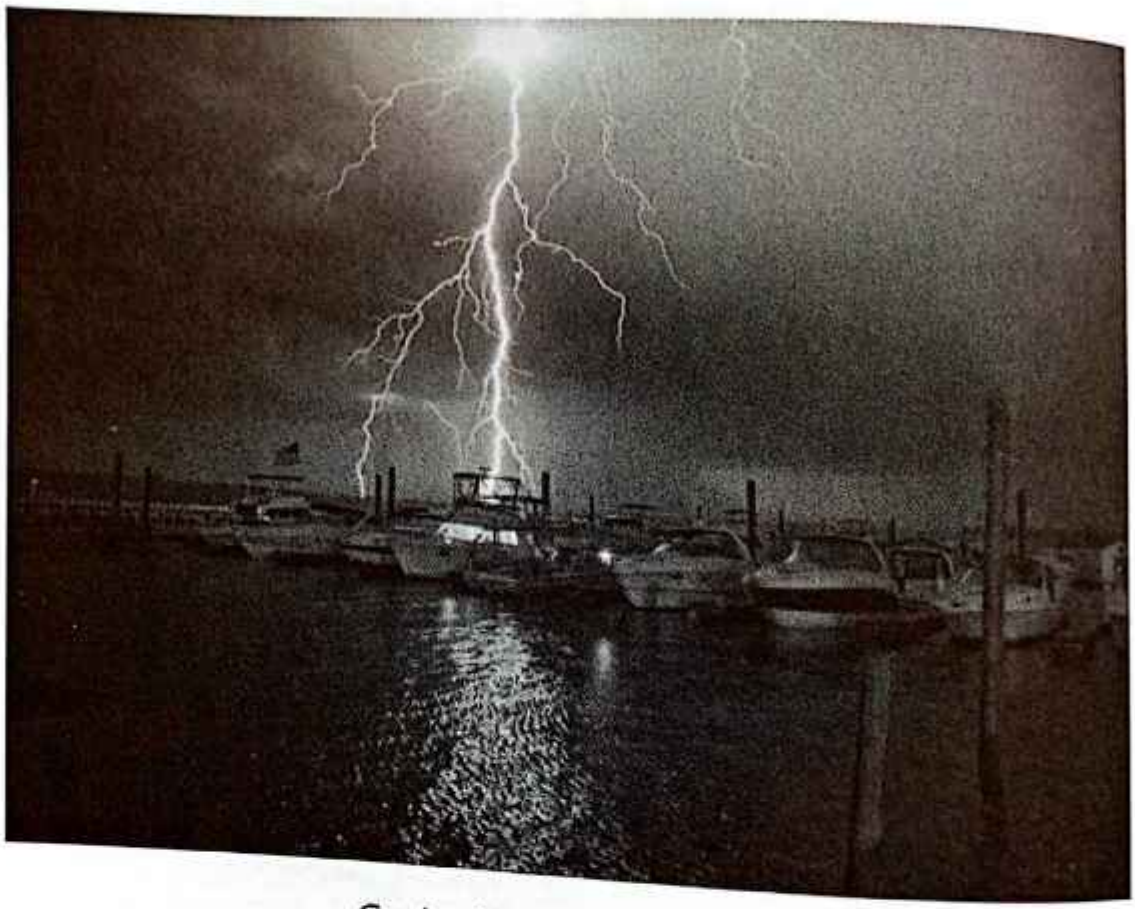
2. Gesekan antar awan

Pada awalnya awan bergerak mengikuti arah angin, selama proses bergeraknya awan ini akan saling bergesekan satu dengan yang lainnya, dari proses ini terlahir elektron-elektron bebas yang memenuhi permukaan awan. Proses ini bisa digambarkan secara sederhana pada sebuah penggaris plastik yang digosokkan pada rambut maka penggaris ini akan mampu menarik potongan kertas. Pada suatu saat awan ini akan terkumpul di sebuah kawasan, saat inilah petir dimungkinkan terjadi karena elektron-elektron bebas ini saling menguatkan satu dengan lainnya. Sehingga memiliki cukup beda potensial untuk menyambar permukaan bumi.

B. Tipe-Tipe Petir

Secara umum petir dapat terjadi di dalam awan itu sendiri, antara awan dengan awan, antara awan dengan udara, dan awan dengan bumi (tanah). Kemungkinan-kemungkinan tersebut melahirkan empat tipe petir, yaitu :

1. Petir dari awan ke Tanah (CG), petir ini tergolong berbahaya dan paling merusak, berasal dari muatan yang lebih rendah lalu mengalirkan muatan negatif ke tanah. Terkadang petir jenis ini mengandung muatan positif (+) terutama pada musim dingin.



Gambar I.10 Petir awan ke tanah

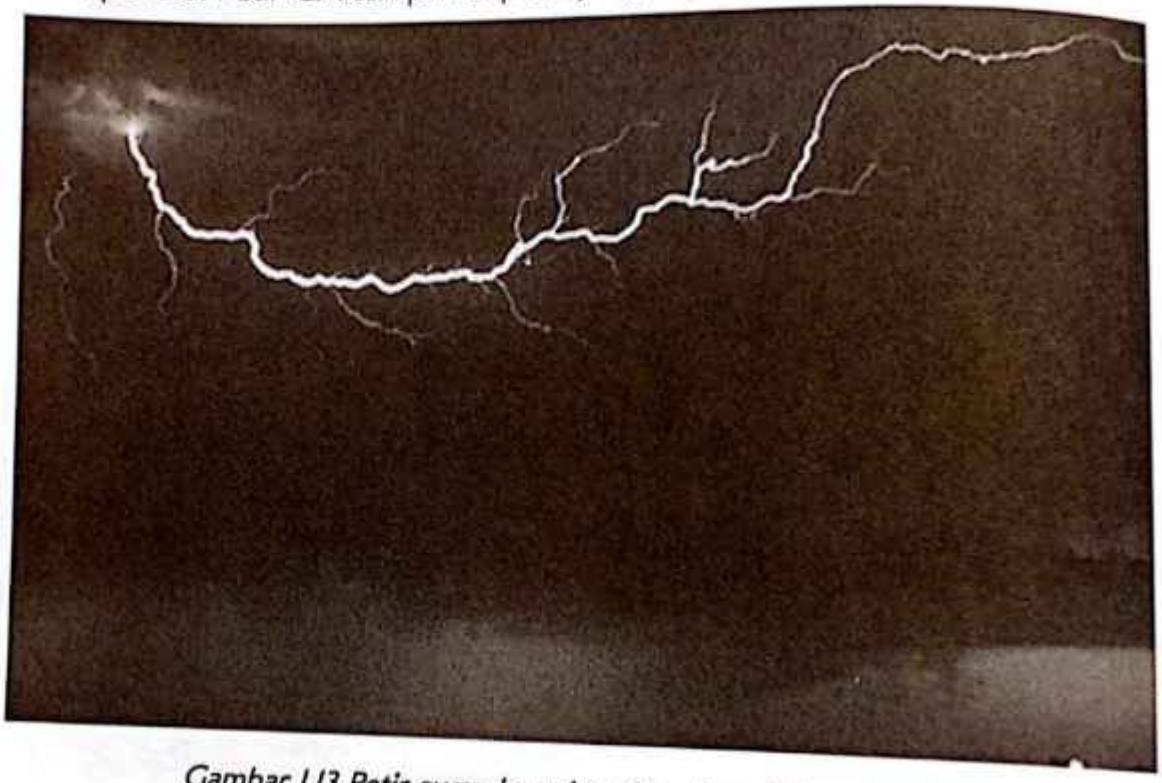
2. Petir dalam awan (IC), merupakan tipe yang paling sering terjadi antara pusat muatan yang berlawanan pada awan yang sama.

Gambar I.11 Petir dalam awan

3. Petir antar awan (CC), terjadi antara pusat muatan dari dua awan yang berbeda. Pelepasan muatannya sendiri terjadi saat udara cerah antara awan tersebut.

Gambar I.12 Petir antar awan

4. Petir awan ke udara (CA) terjadi jika udara di sekitaran awan yang bermuatan positif (+) berinteraksi dengan udara yang bermuatan negatif (-). Jika ini terjadi pada awan bagian bawah maka merupakan kombinasi dengan petir tipe CG. Petir CA tampak seperti jari-jari yang berasal dari petir CG.



Gambar I.13 Petir awan ke udara (sumber: Edwards, 1993)

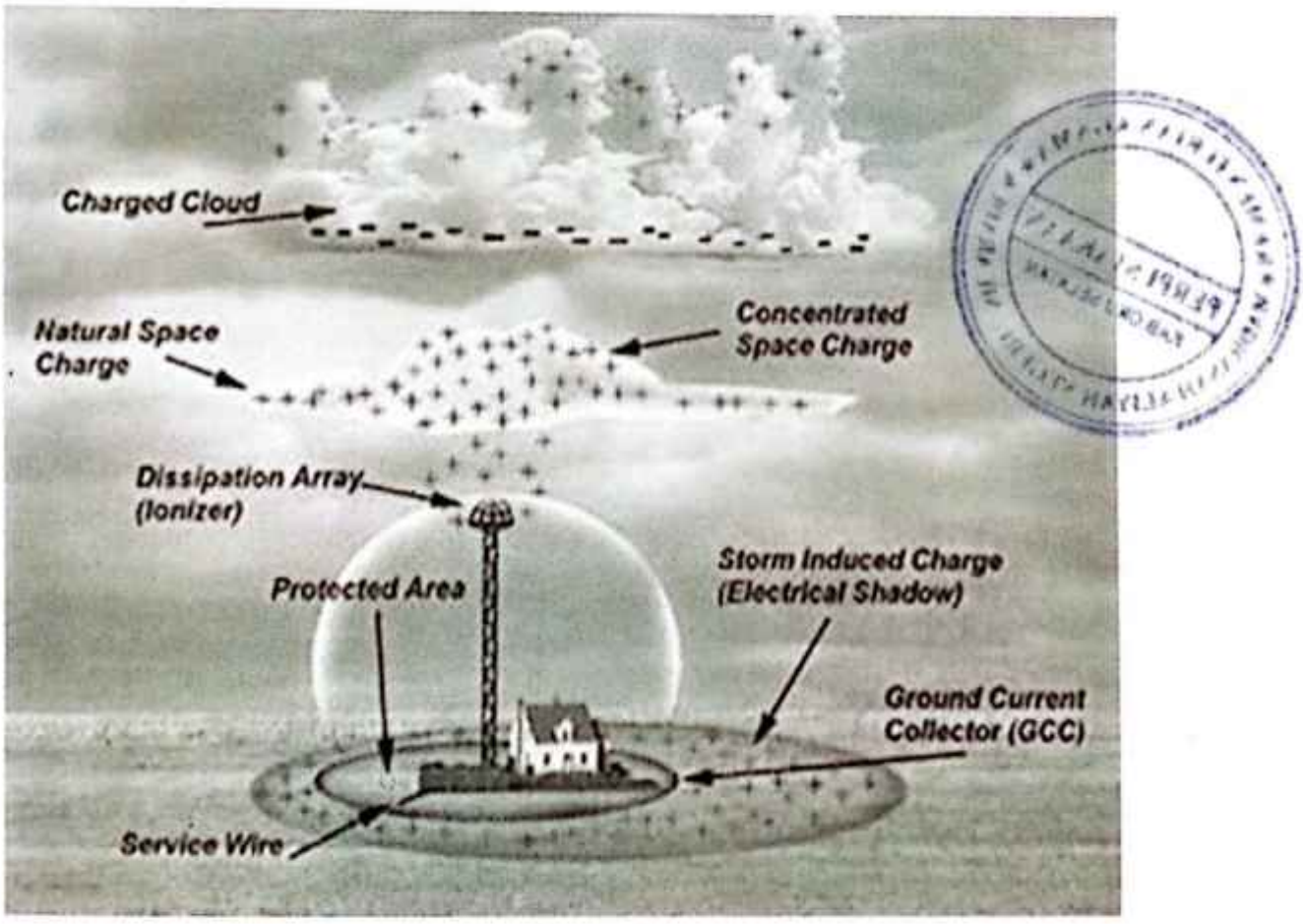
Menurut muatannya, petir dibagi menjadi dua, yaitu petir negatif (-) dan petir positif (+). Perbedaannya, yaitu petir negatif cenderung menyambar berulang ulang dan bercabang seperti sebuah akar pohon, sedangkan petir positif hanya sekali menyambar.

C. Dampak Negatif dan Cara Menghindari

Umumnya petir-petir mengincar korban di wilayah datar yang terbuka. Besar medan listrik minimal yang memungkinkan terpicunya petir ini adalah sekitar juta volt/m. Apabila petir menyambar rumah, rumah tersebut akan rusak dan

perabotan elektronik akan rusak seperti telepon, televisi, atau yang lainnya. Kerusakan elektronik disebabkan karena kelebihan voltase yang mengalir melalui media listrik (kabel) terlalu besar sehingga mampu membakar komponen elektronis didalamnya. Untuk menghindarinya kita dapat melakukan tindakan ini:

1. Apabila sebuah bangunan yang tinggi dengan penangkal petir, maka jika ada petir akan menyambar alat penangkal kemudian disalurkan melalui kawat besar yang terbuat dari tembaga atau kuningan menuju ke tanah. Seperti pada ilustrasi berikut ini.



Gambar I.14 Sistem penangkal petir

2. Apabila terjadi hujan dan petir, lebih baik kita menghindari tempat terbuka.
3. Untuk menghindari kerusakan alat listrik dan terjadinya sengatan terhadap

penghuni di dalam rumah, apabila terjadi hujan dan petir lebih baik kita mematikan listrik, mencabut saluran antena di televisi, dan mencabut kabel peralatan yang menggunakan listrik.

4. Jangan pernah untuk bersembunyi di bawah pohon saat terjadi petir, karena kita akan ikut tersengat petir saat pohon terkena petir sehingga pohon bukan tempat yang tepat untuk bersembunyi.

5. Ketika kita berada di dalam mobil, tetaplah di dalam mobil hingga petir tidak lagi menyambar. Karena saat mobil kita disambar petir, maka bodi mobil kita yang berbahan konduktor terhadap listrik akan menghantarkan aliran listrik tersebut ke tanah sehingga kita aman.

KEMENTERIAN AGAMA
PERPUSTAKAAN
KAB. OKU SELATAN
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 MUARA DUA

BAB II

Sistem Kelistrikan Gedung

Pada bab kedua ini, akan menerangkan tentang sistem kelistrikan pada gedung-gedung yang ada di sekitar kita, seperti rumah, sekolah, rumah sakit, kantor polisi, dan juga apartemen. Sistem kelistrikan pada gedung bisa juga diartikan sebagai instalasi listrik. Menurut peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik nomor 023/PRT/1978, pasal I butir 5 tentang instalasi listrik, menyatakan bahwa "instalasi listrik adalah saluran listrik termasuk alat-alatnya yang terpasang di dalam dan atau di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik setelah atau di belakang pesawat pembatas/meter milik perusahaan". Tentu saja supaya bisa merawat sistem kelistrikan gedung kita harus memahami dasar-dasar instalasi dan fungsi dari masing-masing komponen listriknya. Jika kita belum begitu memahami sistem kelistrikan, penulis menyarankan untuk tidak melakukan kegiatan perawatan instalasi listrik sendirian karena hal itu bisa membahayakan nyawa kita.

I. Dasar Instalasi Listrik Gedung

Di negara Indonesia, dalam hal instalasi listrik harus mengacu pada salah satu peraturan bersama tentang instalasi listrik yaitu Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) Tahun 2000. Tentu saja pembahasan tentang dasar instalasi listrik dalam buku ini mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) Tahun 2000. Sebelum kita belajar jauh tentang PUIL 2000, perlu kita memahami sejarah PUIL di Indonesia, mengapa harus ada PUIL dan ruang lingkup PUIL.

A. Sejarah Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)

Peraturan Instalasi Listrik di Indonesia pertama kali digunakan pada masa pemerintahan Belanda antara tahun 1924 – 1937 dengan nama Algemene Voolschriften voor elechische sterkstroom instalaties (AVE). Kemudian tahun 1964 Yayasan Dana Normalisasi Indonesia telah menerjemahkan peraturan tersebut dan menerbitkannya untuk pertama kalinya dengan nama Peraturan Umum Instalasi Listrik disingkat PUIL 1964. Tahun 1977 direvisi dan diterbitkan untuk kedua kalinya dengan dengan nama Peraturan Umum Instalasi Listrik disingkat PUIL 1977.

Sepuluh tahun kemudian PUIL 1977 mengalami revisi kembali dan diterbitkan tahun 1987 sebagai SNI No : 225 – 987 dengan nama Peraturan Umum Instalasi Listrik disingkat PUIL 1987. Pada tahun 2000, Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 1987) diubah menjadi Persyaratan Umum Instalasi Listrik disingkat PUIL 2000 yang berorientasi untuk instalasi tegangan rendah dan menengah di dalam bangunan, serta memuat sistem pengaman bagi keselamatan manusia secara teliti. PUIL 2000 yang merupakan revisi PUIL 1987 ini dilaksanakan oleh Panitia Revisi PUIL 1987 yang ditetapkan oleh 4 Menteri Pertambangan dan Energi dalam Surat Keputusan Menteri No:24-12/40/600.3/1999, tertanggal 30 April 1999 dan No:51-12/40/600.3/1999, tertanggal 20 Agustus 1999.

B. Maksud dan Tujuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)

Maksud dan tujuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini agar pengusahaan instalasi listrik terselenggara dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia dari bahaya kejut listrik, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, keamanan gedung serta isinya dari kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan.

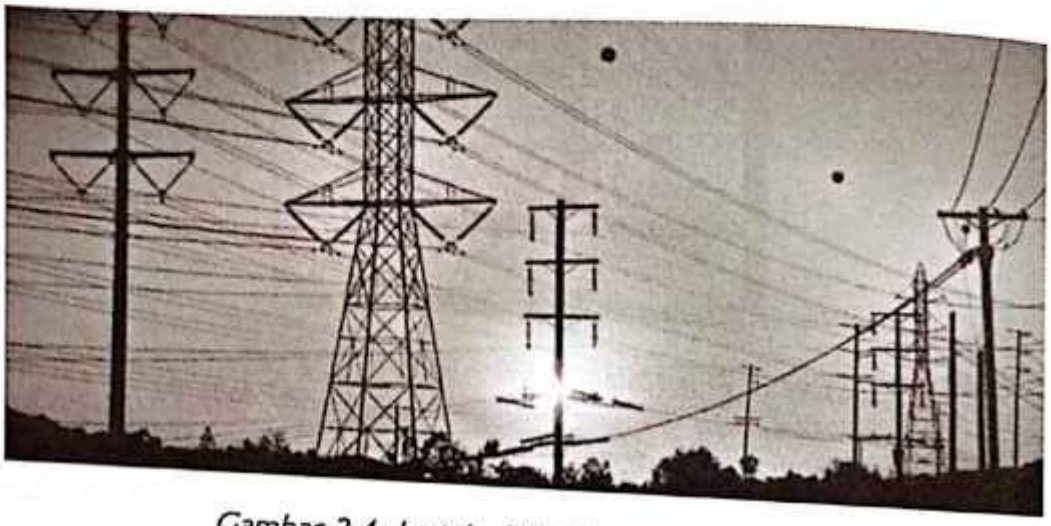
C. Ruang Lingkup Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini berlaku untuk semua pengusahaan instalasi listrik tegangan rendah arus bolak-balik sampai dengan 1000 V, arus searah 1500 V dan tegangan menengah sampai dengan 35 kV dalam bangunan dan sekitarnya baik perancangan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya dengan memperhatikan ketentuan yang terkait. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) ini tidak berlaku untuk 5 hal, yaitu:

1. bagian instalasi listrik dengan tegangan rendah yang hanya digunakan untuk menyalurkan berita dan isyarat;
2. bagian instalasi listrik yang digunakan untuk keperluan telekomunikasi dan pelayanan kereta rel listrik;
3. instalasi listrik dalam kapal laut, kapal terbang, kereta rel listrik, dan kendaraan lain yang digerakkan secara mekanis;
4. instalasi listrik di bawah tanah dalam tambang;
5. instalasi listrik dengan tegangan rendah yang tidak melebihi 25 V dan dayanya tidak melebihi 100W.

a) Instalasi tegangan tinggi

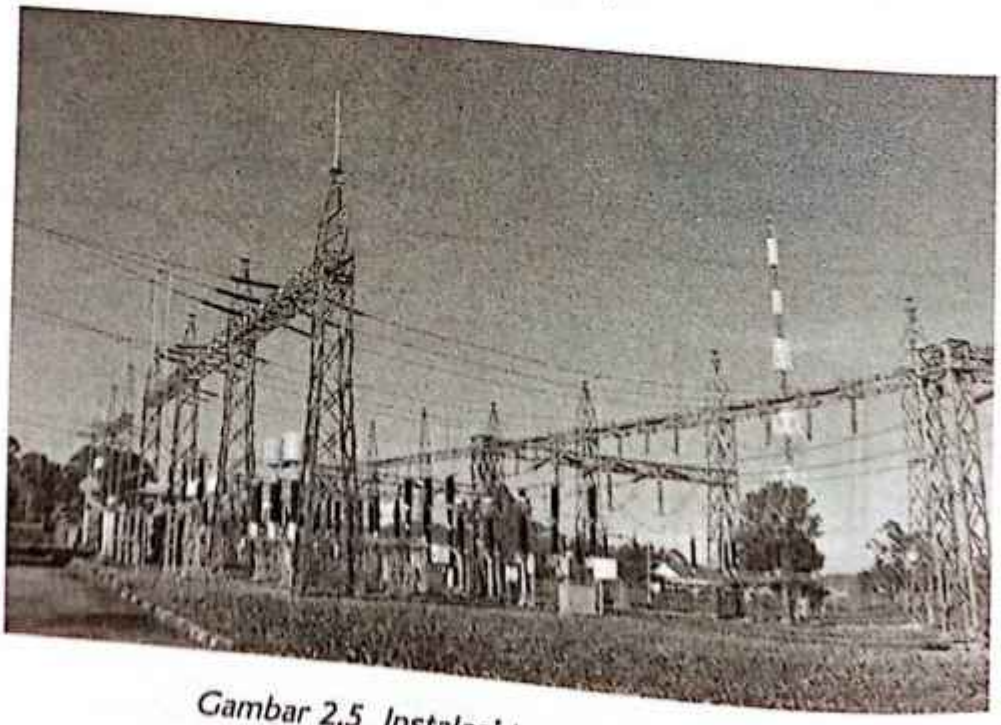
Digunakan pada saluran transmisi, karena mengalirkan daya yang besar pada tegangan tinggi selama arus baliknya kecil. Sebagai muatan transmisi tenaganya kecil.



Gambar 2.4 Instalasi listrik tegangan tinggi

b) Instalasi tegangan menengah

Digunakan pada pusat pembangkit listrik arus bolak-balik pada saluran distribusi, instalasi tenaga pada induk.



Gambar 2.5 Instalasi tegangan menengah

c) Instalasi tegangan rendah

Digunakan pada saluran distribusi, instalasi penerangan rumah tangga, PJU (Penerangan Jalan Umum), komersil.

Gambar 2.6 Instalasi listrik tegangan rendah

3. Menurut pemakaian tenaga listrik

a) Instalasi penerangan/instalasi cahaya

PT. PLN menggunakan arus bolak-balik 127 Volt (sistem lama) dan mulai tahun 1980-an dengan sistem 220 Volt.

b) Instalasi tenaga

Sistem lama PT. PLN menggunakan arus bolak-balik 127 Volt dan sistem baru dengan tegangan 350 Volt instalasi tenaga ini biasa dipakai bersama untuk penerangan maupun tenaga.

4. Instalasi listrik khusus

Dipergunakan pemakaian alat-alat, atau pada induksi-induksi yang memerlukan tenaga listrik untuk keperluan saluran seperti pada instalasi listrik berikut ini:

a) Instalasi listrik pada kereta api, mobil, kapal laut, pesawat terbang.

b) Instalasi listrik pada pemancar radio, TV telepon, telegram, radar.

c) Instalasi listrik pada industri pertambangan dan lain-lain.

2. Komponen Instalasi Listrik dan Fungsinya

Dalam melakukan instalasi listrik dibutuhkan berbagai macam komponen. Berikut ini akan dijelaskan tentang komponen instalasi listrik beserta fungsinya.

A. Bargainser

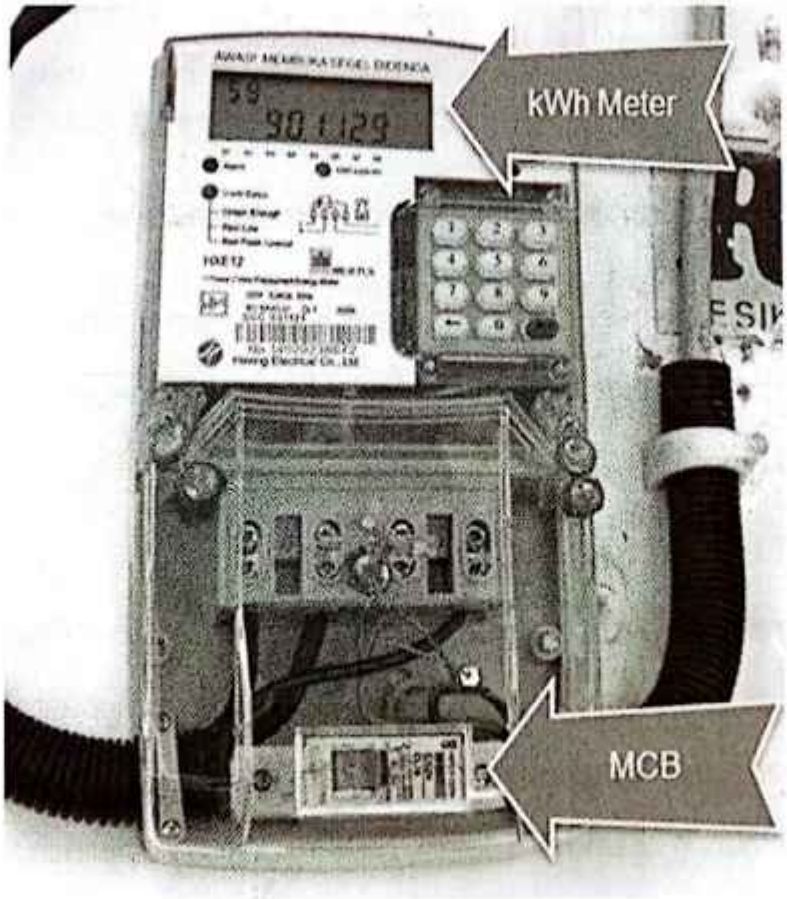
Komponen yang satu ini lebih kita kenal dengan sebutan "meteran". Alat ini terpasang di tiap rumah yang berlangganan listrik PLN dengan tujuan untuk membuat batas kesepakatan antara PLN dan pelanggan, yaitu tentang batas pemakaian jumlah listrik per jamnya atau biasa kita sebut dengan kWh (***kilowatt hour***). Walaupun ***bargainser*** telah terpasang di rumah pelanggan, tetapi ***bargainser*** masih tanggung jawab PLN. Jadi, alat ini milik PLN dan disegel oleh PLN. Hanya petugas resmi yang ditunjuk oleh PLN yang berhak membuka atau memperbaiki ***bargainser*** ini. Saat alat dibuka biasanya segel dirusak dan kemudian baru dipasang segel baru sesudah ditutup.

Alat yang berbentuk kotak ini biasanya dipasang di bagian depan dari rumah pelanggan untuk memudahkan pencatatan pemakaian listrik. Terdapat juga informasi mengenai ID pelanggan (no. kontrak pelanggan) di bargainser ini. Bila ada rumah yang menggunakan listrik tetapi tidak terpasang bargainser, bisa jadi

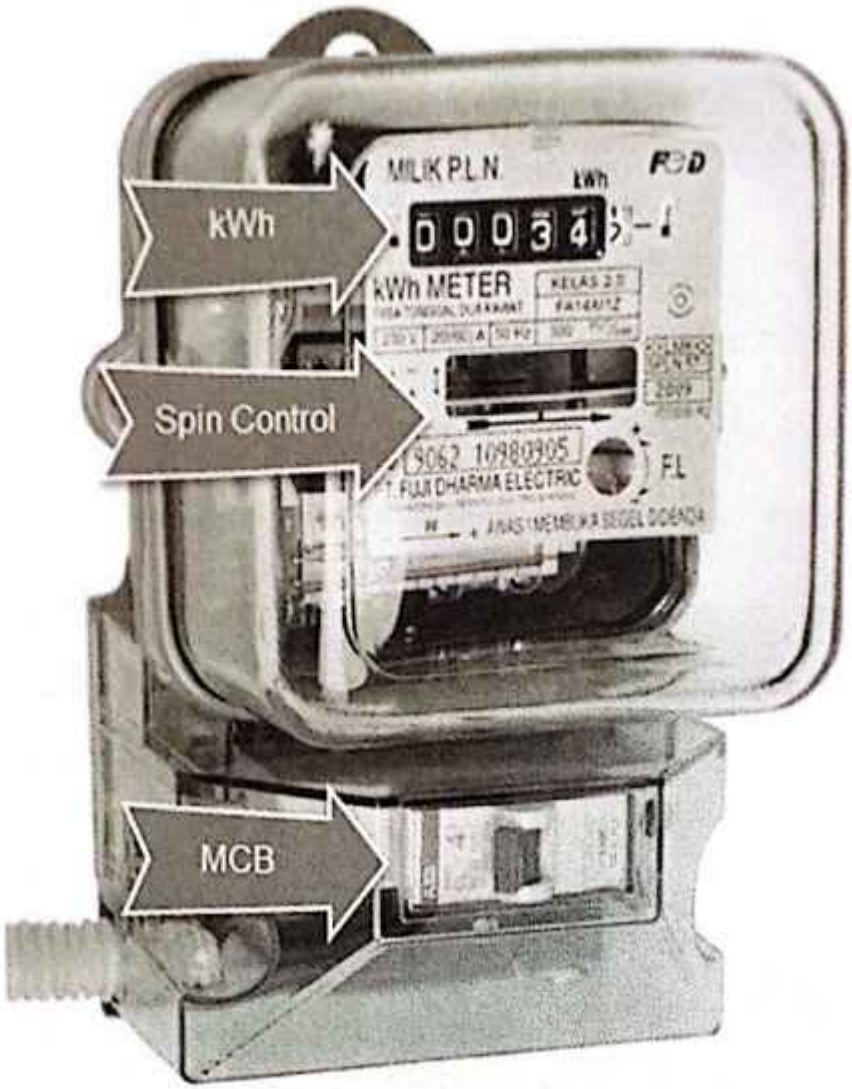
rumah tersebut menggunakan pembangkit listrik sendiri (genset), atau disuplai dari rumah lainnya atau pemakaian illegal.

Fungsi-fungsi dari bargainser adalah :

1. Pembatas daya yang digunakan oleh pelanggan (sesuai dengan kontrak pemasangan).
2. Mencatat daya yang dipakai oleh konsumen. Karena itu ada yang menyebutnya "kWh Meter" atau "Meteran Listrik" (kWh *: **kilowatt hour***).
3. Saklar utama pemutus aliran listrik bila terjadi kelebihan pemakaian daya oleh pelanggan, adanya gangguan hubung singkat dalam instalasi listrik rumah pelanggan atau sengaja dimatikan untuk keperluan perbaikan instalasi listrik rumah.



Gambar 2.7 Bargainser model pulsa



Gambar 2.8 Bargainser model pasca bayar

Dalam gambar bargainser di atas, terdapat komponen utama yaitu circuit breaker (MCB: ***Miniature Circuit Breaker***), spin control dan meter listrik. Seperti pada gambar berikut ini:

1. Circuit Breaker (MCB)

   Seperti yang telah penulis jelaskan sebelumnya, MCB merupakan komponen yang bertugas memutus aliran listrik bila terjadi pemakaian daya yang berlebihan oleh konsumen atau bila terjadi gangguan hubung singkat dari suatu peralatan listrik di rumah. Saat melakukan perbaikan instalasi listrik rumah, komponen ini sebaiknya dimatikan.

2. Meter Listrik (kWh Meter)

   Sebagai penunjuk besarnya daya listrik yang telah digunakan pelanggan. Satuannya dalam kWh (***kilowatt hour***). Indikatornya terlihat dari angka-angka yang tercatat. Petugas pencatat PLN yang rutin berkunjung tiap bulan selalu mencatat angka-angka ini.

3. Spin Control

   Merupakan sebuah komponen yang bekerja dengan berputar bila terjadi pemakaian daya listrik. Semakin besar daya yang dipakai maka perputaran akan semakin cepat. Besarnya daya pemakaian akan dicatat oleh "meter listrik" dan bila kelebihan akan dibatasi oleh MCB.

   Saat ini ada 2 macam bargainser, yaitu analog dan digital. Model analog masih sangat umum dipakai di perumahan, sedangkan model digital biasanya lebih digunakan untuk pelanggan PLN pra-bayar (dikenal dengan sistem pulsa). Untuk sistem ini, pelanggan hanya perlu membayar terlebih dahulu sejumlah uang kepada PLN (bisa melalui ATM dengan memasukkan kode pelanggan yang diperlukan) dan kemudian mendapatkan kode semacam voucher untuk dimasukkan dalam bargainser tersebut. Persis seperti membeli pulsa pra-bayar.

B. Sekering

Komponen listrik yang satu ini lebih dikenal banyak orang dengan nama "sekering". Fungsi utama dari alat ini adalah mengamankan instalasi listrik bila terjadi masalah seperti hubung singkat di peralatan listrik dengan cara memutus arus listrik pada rangkaian tersebut. Pada bagian pengaman listrik ini, biasanya instalasi listrik rumah dibagi dalam kelompok atau grup (kadang disebut juga dengan istilah "panel

hubung bagi"). Tujuan utamanya tentu saja untuk alasan keamanan. Apabila ada masalah pada suatu peralatan listrik, misalkan terjadi hubungan singkat maka tidak keseluruhan aliran listrik ke rumah akan terputus. Dan akan lebih mudah mencari bagian dari instalasi listrik tersebut yang bermasalah. Syaratnya tentu saja pemilik rumah harus mengetahui pembagian grup ini.

Pembagian grup dalam suatu instalasi listrik rumah, secara umum biasanya akan dibagi per area, misalnya :

1. Antara bagian depan dan bagian belakang rumah.
2. Antara sayap kiri atau sayap kanan rumah.
3. Untuk rumah 2 lantai, bisa dibagi per lantai.
4. Antara berbagai macam beban listrik, seperti pompa air, lampu, stop kontak, AC dan lain-lain.

Perlu diketahui, bahwa semakin banyak pembagian grup tentunya berimbas pada biaya pemasangan instalasi listrik. Oleh karena itu, saat kita akan melakukan instalasi baru atau renovasi instalasi listrik yang lama, kita perlu menghitung jumlah pengaman dan kabel yang akan terpasang serta jasa pemasangan instalasi listriknya. Tentu saja di samping pertimbangan di atas kita masih perlu mempertimbangkan faktor keamanan dan kemudahan mencari sumber permasalahan instalasi listrik jika suatu saat ada masalah.

Di era modern ini, ada 2 jenis pengaman listrik :

1. Pengaman lebur ("Sekering" atau" Fuse")

   Komponen yang mudah dijumpai di dalam rumah ini merupakan komponen pengaman listrik yang sifat kerjanya meleburkan kawat yang dipasang di dalam

komponen tersebut, apabila kawat tersebut dilewati dengan arus hubung singkat tertentu. Tentu saja jenis kawatnya berbeda-beda untuk setiap hantar kawat dengan arus nominal tertentu, misal 2A (Ampere), 4A, 6A dst.

Ada dua jenis dari komponen ini, yaitu tipe kawat lebur dan tipe tombol. Untuk tipe kawat lebur mempunyai prinsip kerja seperti di atas dan untuk menormalkan kembali perlu diganti dengan pengaman lebur yang baru. Sedangkan untuk tipe tombol (seperti gambar di atas), jika terjadi masalah hubung singkat maka arus listrik akan terputus. Untuk menormalkan kembali cukup dengan menekan tombol yang besar tersebut. Tombol kecil berfungsi untuk memutus aliran listrik.

Gambar 2.9 Pengaman tipe kawat lebur

Gambar 2.10 Sekering tipe tombol

Ada dua jenis dari komponen ini, yaitu tipe kawat lebur dan tipe tombol. Untuk tipe kawat lebur mempunyai prinsip kerja seperti penjelasan di atas dan untuk menormalkan kembali perlu diganti dengan pengaman lebur yang baru. Sedangkan untuk tipe tombol (seperti gambar di atas), jika terjadi masalah hubungan singkat maka arus listrik akan terputus. Untuk menormalkan kembali cukup dengan menekan tombol yang besar tersebut. Tombol kecil berfungsi untuk memutus aliran listrik.

Komponen pengaman tipe lebur apabila terjadi masalah maka akan putus, sehingga mulai jarang digunakan orang karena akan membuat kerepotan. Apalagi kalau kita tidak memiliki persediaan sekering di rumah. Tetapi harus

diakui bahwa komponen ini bekerja sempurna memutus listrik apabila terjadi masalah, asalkan komponen ini menggunakan kawat yang asli (*original*) tanpa kita ubah sendiri. Berbeda dengan tipe MCB yang hanya berfungsi sebagai pemutus arus listrik jika kelebihan beban atau terjadi hubung singkat. Pengaman lebur hanya berfungsi ketika terjadi hubung singkat.

2. Pengaman thermal ***("MCB"*** atau ***"Miniature Circuit Breaker")***

Merupakan komponen listrik yang bekerja dengan sistem thermal atau panas. Di dalamnya terdapat bimetal, di mana bila arus listrik yang mengalir melebihi ukuran tertentu (karena kelebihan beban atau terjadi hubung singkat) dari MCB ini, maka bimetal ini secara mekanis akan memutus aliran listrik dan menggerakkan tuas ke posisi "OFF". Untuk menormalkan kembali sangat mudah, hanya dengan mengembalikan tuas ke posisi "ON".

Jenis ini lebih banyak digunakan di instalasi listrik rumah. Hanya saja komponen ini punya kelemahan, yaitu bila secara mekanis ada masalah maka MCB ini tidak akan bekerja. Oleh karena itu, kita perlu memilih MCB dengan kualitas baik.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah mulai dari bagian pengaman listrik yang menjadi tanggung jawab pelanggan. Bagian ini sangat "customized", sesuai dengan permintaan pelanggan dan dipasang oleh instalator listrik bersamaan dengan bagian instalasi listrik yang lain. Jika terjadi masalah pada bagian ini, pelanggan bisa menghubungi instalatir listrik atau petugas PLN. Mereka masih bisa membantu bila terjadi kondisi darurat seperti malam hari.

Dalam beberapa proyek pemasangan instalasi listrik rumah, instalatir listrik kadangkala membuat terminal kabel pentanahan atau arde tersambung di dalam box pengaman ini. Sehingga kabel pentanahan dari bargainser PLN

akan dihubungkan di terminal ini.

JXM25-125H

PX200C

JXM25-63H

JXM25

JXM25-32H/1P+N

Gambar 2.11 Berbagai macam miniature circuit breaker (MCB)

3. Kabel Listrik

Kabel adalah bagian dari instalasi listrik yang berfungsi menghantarkan arus listrik sampai ke peralatan listrik. Kabel diibaratkan seperti pembuluh darah di dalam tubuh manusia, yaitu pembuluh darah arteri dan pembuluh darah balik. Bila ada saluran pembuluh darah yang bocor, tentu tubuh tidak akan bekerja dengan baik. Kabel listrik pun demikian, bila ada saluran yang bocor maka akan terjadi gangguan pada instalasi listrik rumah. Beberapa jenis kabel yang umum dipakai dalam instalasi listrik rumah adalah sebagai berikut:

A. Kabel NYA

Gambar 2.12 Kabel NYA

Merupakan kabel berisolasi PVC dan berinti kawat tunggal. Warna isolasinya adalah merah, kuning, biru dan hitam. Jenisnya adalah kabel udara (tidak untuk ditanam dalam tanah). Isolasinya hanya satu lapis, sehingga mudah luka karena gesekan, gigitan tikus atau gencetan. Dalam pemasangannya, selalu dimasukkan di dalam pipa PVC yang berfungsi sebagai konduit.

Berbicara mengenai konduit, pengertiannya adalah suatu selubung pelindung. Bentuknya seperti pipa PVC tipis (berbeda dengan pipa PVC untuk saluran air bersih) yang diisi kabel listrik, bertujuan untuk melindungi kabel dari gangguan luar.

B. Kabel NYM

Gambar 2.13 Kabel NYM

Kabel jenis ini mempunyai isolasi luar jenis PVC berwarna putih (cara mengenalinya bisa dengan melihat kekhasan warnanya yang putih) dengan selubung karet di dalamnya. NYM berinti kawat tunggal dengan jumlah kawat antara 2 sampai 4 inti. Setiap inti mempunyai isolasi masing-masing dengan warna berbeda. Jadi, bentuknya seperti beberapa kabel NYA yang dijadikan satu dan ditambahkan isolasi putih serta selubung karet.

Kode yang digunakan untuk jenis kabel ini, misal : 3C x 2.5 sqmm. 3C menandakan jumlah inti (3 inti kabel), 2,5 sqmm menandakan ukuran penampang kabel dalam "square millimeter". Kabel ini relatif lebih kuat karena adanya isolasi PVC dan selubung karet. Pemasangannya pada instalasi listrik dalam rumah dapat tanpa conduit (kecuali dalam tembok), tetapi bukan untuk tipe "outdoor". Harganya lebih mahal dari tipe kabel NYA.

C. Kabel NYY

Gambar 2. 14 Kabel NYY

Warna khas kabel ini adalah hitam dengan isolasi PVC ganda sehingga lebih kuat. Karena lebih kuat dari tekanan gencetan dan air, pemasangannya bisa untuk outdoor, termasuk ditanam dalam tanah. Kabel untuk lampu taman dan di

luar rumah sebaiknya menggunakan kabel jenis ini. Harganya tentu lebih mahal dibanding dua jenis kabel sebelumnya.

Sedangkan kabel berinti serabut, biasanya ada 2 inti dan 2 macam warna, disebut NYMHYO. Biasanya digunakan pada loudspeaker, sound sistem atau lampu-lampu berdaya kecil.

4. Sakelar ("Switch")

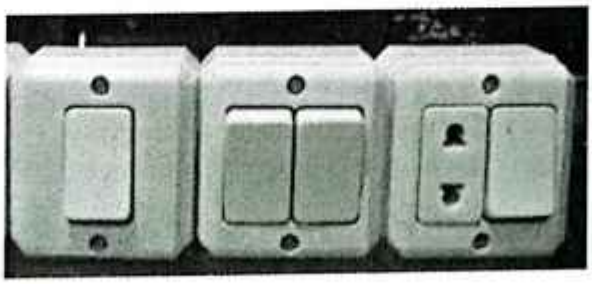
Pada instalasi listrik rumah, keberadaan sakelar ini sangat lazim dipasang untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Pemakaian lainnya adalah untuk bel rumah, stop kontak atau "***extension outlet***".

Fungsi dari sakelar adalah sebagai penyambung atau pemutus aliran listrik pada suatu penghantar sumber listrik ke beban. Berdasarkan cara pemasangannya sakelar dapat dibedakan menjadi :

1. Sakelar ***in-bow*** yang ditanam dalam tembok atau dinding.

Gambar 2.15 Macam sakelar in-bow

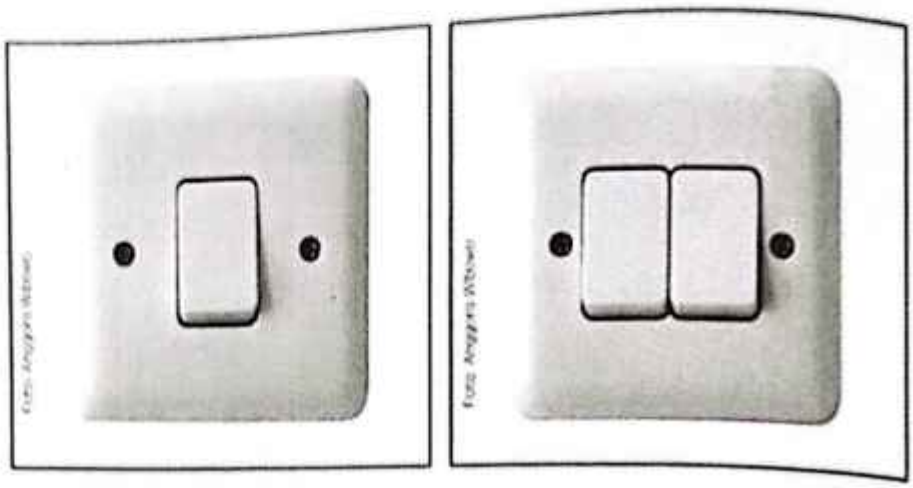
2. Sakelar ***out-bow*** yang dipasang pada permukaan tembok atau dinding.



Gambar 2.16 Macam sakelar out-bow

Berdasarkan fungsinya Sakelar dapat dibedakan menjadi :

1. Sakelar On-Off, yaitu bekerja menghubungkan arus listrik bila tombo ditekan pada posisi ON dan memutuskan arus listrik bila ditekan ke posi OFF. Contoh paling mudah adalah sakelar lampu, sakelar stop kontak ata "***extension outlet***" (yang mempunyai fasilitas sakelar).



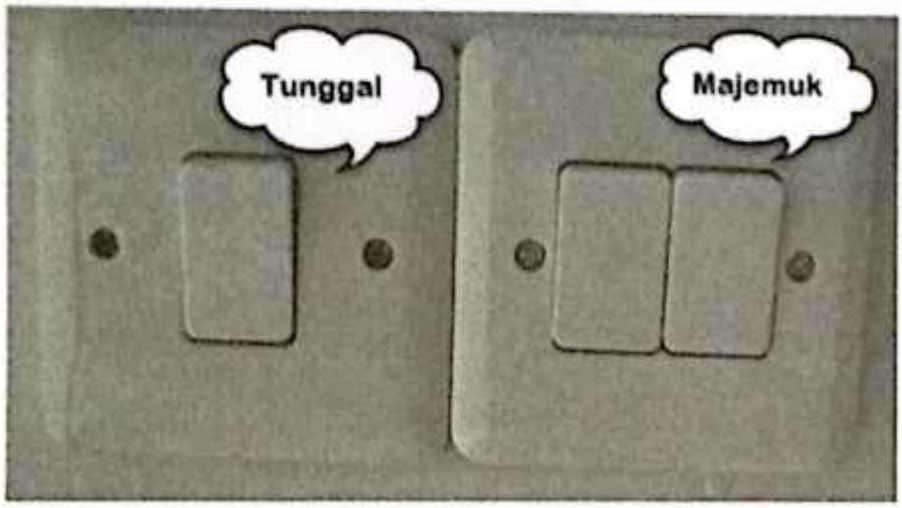
Gambar 2.17 Sakelar on-off

2. Sakelar push-on, yaitu bekerja menghubungkan arus listrik hanya b tombolnya ditekan pada posisi ON, dan otomatis OFF bila tekanan dilepask Contoh pemasangan adalah bel pintu.

Gambar 2.18 Sakelar push-on

Berdasarkan jumlah tombol per unit sakelar, maka sakelar dapat dibedak menjadi :

1. Sakelar tunggal, hanya mempunyai satu buah tombol. Jadi, hanya ada satu saluran input dan satu saluran output.
2. Sakelar majemuk, mempunyai tombol lebih dari satu. Satu saluran input pada sakelar tersebut dan beberapa saluran output yang tergantung dari jumlah tombolnya.



Gambar 2.19 Sakelar tunggal dan majemuk

5. Stop Kontak ("*Outlet*" atau "*Receptacle*")

Stop kontak adalah bagian terminal akhir dari instalasi listrik rumah yang terpasang permanen sebagai penghubung yang menyalurkan energi listrik ke beban atau peralatan listrik. Disebut permanen karena letaknya yang terpasang di dinding. Perpanjangan stop kontak ini bisa disebut "***extension outlet***" yang bisa berupa kabel rol atau bentuk lainnya.

Agar beban atau peralatan lsitrik dapat terhubung dengan stop kontak ini, maka diperlukan *steker* atau "colokan listrik" yang ditancapkan pada stop kontak. Tentunya steker ini juga memerlukan kabel lagi.

Perlu diketahui, bahwa stop kontak ini mempunyai kapasitas maksimum arus

listrik antara 10A – 16A (setara dengan 2200VA – 3300VA untuk listrik 220 V). Maksimum pemakaian tetapi tentu dibatasi oleh besarnya daya listrik berlangganan dari PLN dan juga material dari stop kontak ini. Semakin baik kualitas materialnya tentu harganya semakin mahal.

Berdasarkan tempat pemasangannya, ada 2 tipe stop kontak :

1. Stop kontak in-bow, yang ditanam permanen dalam tembok atau dinding.

Gambar 2.20 Stop kontak in-bow

2. Stop kontak out-bow, ini kadangkala juga bisa bersifat portable. Stop kontak out-bow yang dipasang pada permukaan tembok atau dinding seperti pada gambar 2.21.

Gambar 2.21 Stop kontak out-bow

Dalam instalasi listrik rumah, jumlah stop kontak terpasang minimal satu titik

dalam satu ruangan. Ini diperlukan untuk menghindari penggunaan stop kontak yang berlebihan beban dengan banyak steker yang ditancap. Steker yang ditancap harus sesuai dengan ukuran stop kontak dan tidak kendor saat ditancap dengan stop kontak. Banyak kasus yang terjadi mengakibatkan steker atau stop kontak meleleh, karena kurang rapatnya posisi steker yang terpasang dengan stop kontak.

6. Pentanahan ("Arde" atau "*Grounding*")

Dari situs **Wikipedia,** dijelaskan bahwa ***grounding*** adalah suatu jalur langsung dari arus listrik menuju bumi atau koneksi fisik langsung ke bumi. Dipasangnya koneksi ***grounding*** pada instalasi listrik adalah sebagai pencegahan terjadinya kontak antara makhluk hidup dengan tegangan listrik berbahaya yang terekspos akibat terjadi kegagalan isolasi.

Dalam PUIL 2000 (PUIL : Persyaratan Umum Instalasi Listrik, saat ini edisi terakhir adalah tahun 2000), dipakai istilah pembumian, dan memiliki pengertian sebagai "penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu". (PUIL adalah ketentuan atau persyaratan teknis yang diterapkan di Indonesia, dengan mengacu kepada standard internasional, dan dibuat sebagai pedoman dalam pelaksanaan pekerjaan instalasi listrik).

Selain itu, koneksi ke tanah dapat juga membatasi kenaikan dari tegangan listrik statis ketika menangani produk yang mudah terbakar atau ketika memperbaiki perangkat elektronik. Contohnya adalah saat pengisian BBM di SPBU dari truk tangki pengangkut ke tangki penyimpanan SPBU, di mana truk tangki itu harus disambungkan kabel grounding untuk mencegah timbulnya listrik statis yang dapat menimbulkan percikan api sehingga mengakibatkan kebakaran.

Pengertian listrik statis secara singkat adalah kumpulan muatan listrik yang terdiri

dari unsur positif dan negatif. Dalam keadaan "diam" (secara teknis elektron bergerak mengelilingi inti atom) dan dapat secara tiba-tiba bergerak atau terjadi loncatan bila didekati oleh suatu unsur penghantar listrik seperti logam atau kabel listrik. Loncatan ini kadang-kadang dapat menimbulkan percikan api bila muatannya besar. Contohnya seperti petir.

A. Fungsi Grounding

Sebagai bagian dari proteksi instalasi listrik rumah, ***grounding*** ini mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut :

1. Penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi tegangan listrik yang timbul akibat kegagalan isolasi dari sistem kelistrikan atau peralatan listrik. Contohnya, bila suatu saat kita menggunakan setrika listrik dan terjadi tegangan yang bocor dari elemen pemanas di dalam setrika tersebut. Tegangan yang bocor tersebut akan mengalir langsung ke bumi melalui penghantar ***grounding*** dan kita sebagai pengguna akan aman dari bahaya kesetrum. Perlu diingat, bahwa peristiwa tersengat listrik atau biasa disebut dengan ***kesetrum*** terjadi bila ada arus listrik yang mengalir dalam tubuh kita.

2. Dalam instalasi penangkal petir, sistem ***grounding*** berfungsi sebagai penghantar arus listrik yang besar langsung ke bumi. Dalam praktiknya pemasangan ***grounding*** untuk instalasi penangkal petir dan instalasi listrik rumah harus dipisahkan.

3. Sebagai proteksi peralatan elektronik atau instrumentasi, sehingga dapat mencegah kerusakan akibat adanya bocor tegangan.

Pengertian dan fungsi ***grounding*** akan berbeda dan lebih luas bila diterapkan pada sistem transmisi tenaga listrik, tujuan pengukuran, pesawat terbang atau pesawat ruang angkasa.

1. Untuk rangkaian sistem transmisi tenaga listrik yang besar, bumi dapat digunakan sebagai salah satu penghantar bagi jalur kembali dari suatu rangkaian. Sehingga akan dapat menghemat biaya bila dibandingkan pemasangan satu penghantar fisik sebagai saluran kembali. Perlu diketahui, arus listrik yang mengalir ke beban akan mengalir kembali ke sumber arus listrik.

2. Untuk tujuan pengukuran, bumi dapat berperan sebagai tegangan referensi yang relatif cukup konstan untuk melakukan pengukuran sumber tegangan yang lainnya.

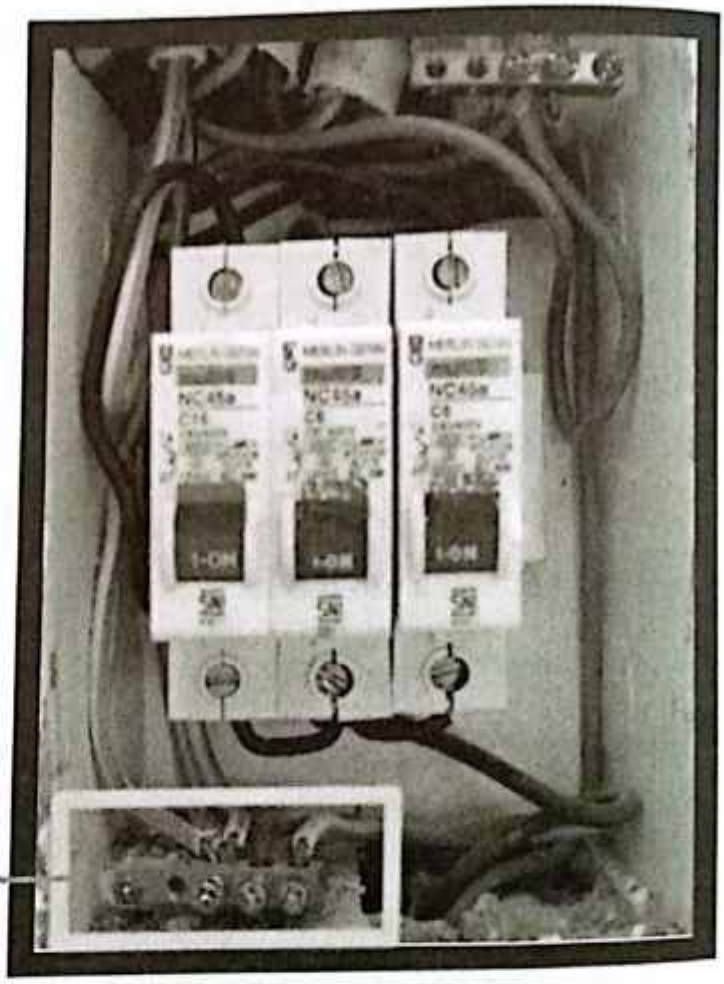
3. Pada pesawat terbang, saat beroperasi tentu tidak memiliki koneksi fisik yang langsung ke bumi. Pada pesawat udara terdapat suatu konduktor besar yang berfungsi sama seperti ***grounding***, sebagai jalur kembali dari berbagai arus listrik. Selain itu pesawat udara memiliki ***static discharge system*** yang dipasang pada ujung-ujung sayap. Berguna untuk membuang kembali ke udara muatan listrik yang timbul akibat gesekan dengan angkasa saat terbang, sehingga pesawat aman dari sambaran petir.

B. Sistem grounding yang terpasang di instalasi listrik rumah

Kabel ***grounding*** secara umum terkoneksi di kWh meter PLN. Pada saat pemasangan kWh meter, petugas PLN akan melakukan pemasangan instalasi ***grounding*** dan juga menyambung kabel ***grounding*** di dalam kWh meter tersebut. Petugas PLN akan memastikan ***grounding*** terpasang dengan benar. kWh meter adalah milik PLN dan tersegel rapat.

Beberapa perumahan yang sedang dibangun memasang sendiri instalasi grounding. Mereka menggunakan jasa kontraktor instalasi listrik, sebelum PLN memasang kWh meter-nya. Dan kemudian saat kWh meter dipasang, petugas PLN akan menyambung koneksi grounding tersebut di kWh meter. Untuk sistem koneksi grounding di kWh meter, terminal grounding akan dihubungkan dengan terminal netral. Sistem grounding di kWh meter akan disambungkan menggunakan kabel grounding dari kabel NYM masuk ke MCB Box.

Gambar berikut adalah contoh koneksi untuk grounding yang terpasang di MCB Box (Pengaman Listrik atau Panel Hubung Bagi) dari instalasi listrik rumah.

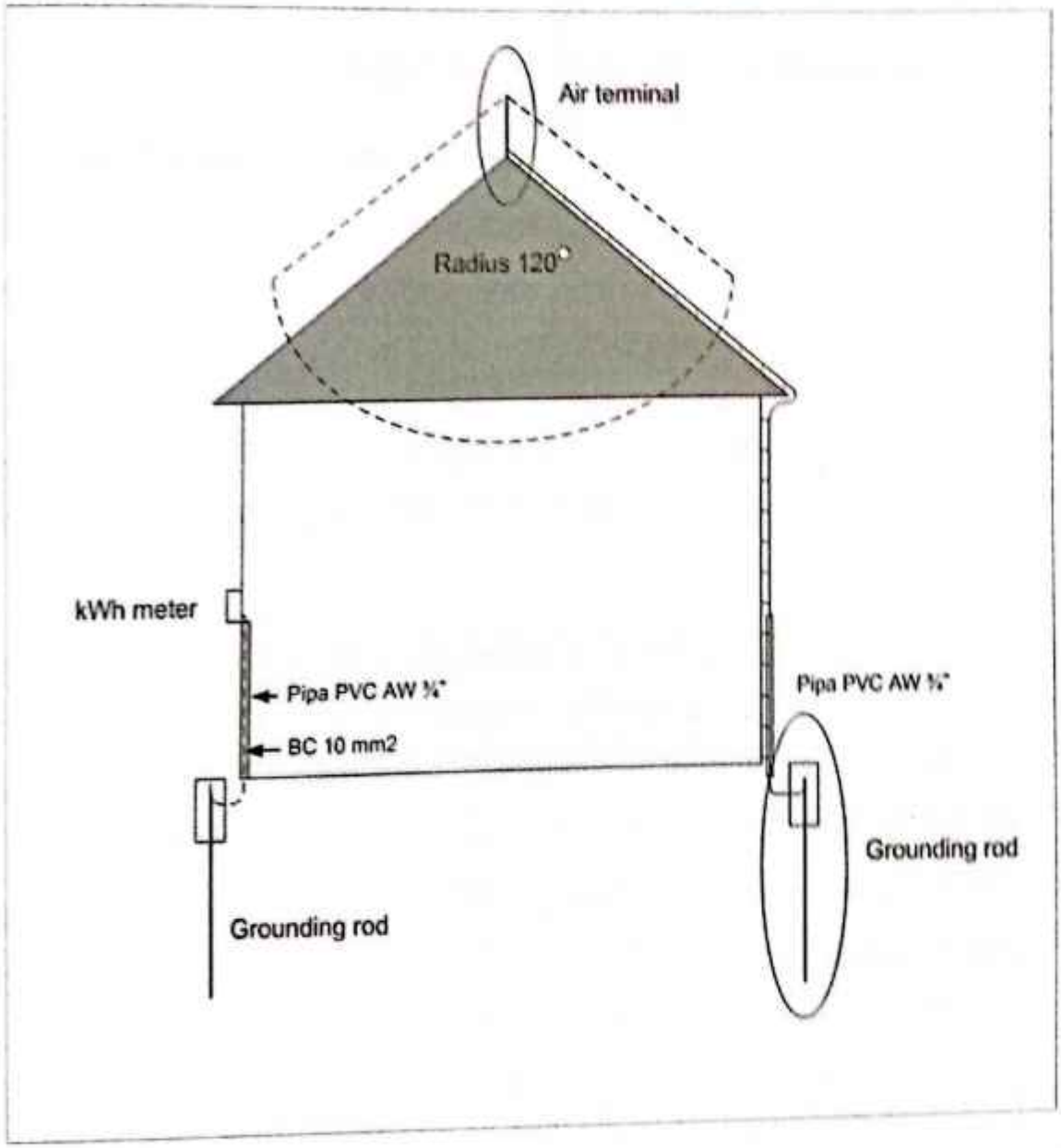


Gambar 2.22 Konektor grounding di MCB box

(Sumber:http://www.instalasilistrikrumah.com/mengenal-peralatan-instalasi-listrik-rumah-3/)

Gambar 2.22 memperlihatkan sirkuit dari instalasi listrik rumah menggunakan 3 buah MCB dan kabel masuk dari kWh meter berada di bagian bawah serta kabel keluarnya berada di bagian atas. Terminal netral berada di bagian atas (kabel berwarna biru) dan terminal proteksi ***grounding*** berada di bagian bawah (kabel hijau-kuning).

Bagaimana dengan instalasi grounding di bagian luar atau "outdoor"? Untuk tipe yang umum atau konvensional pada outdoor, seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.23 Contoh instalasi anti petir

Dari gambar 2.*23* dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sistem ***grounding*** yang terpasang ada dua macam, yaitu untuk instalasi listr rumah dan instalasi penangkal petir. Dua system ***grounding*** ini mem harus dipisahkan pemasangannya dan dengan jarak minimal 10 m.

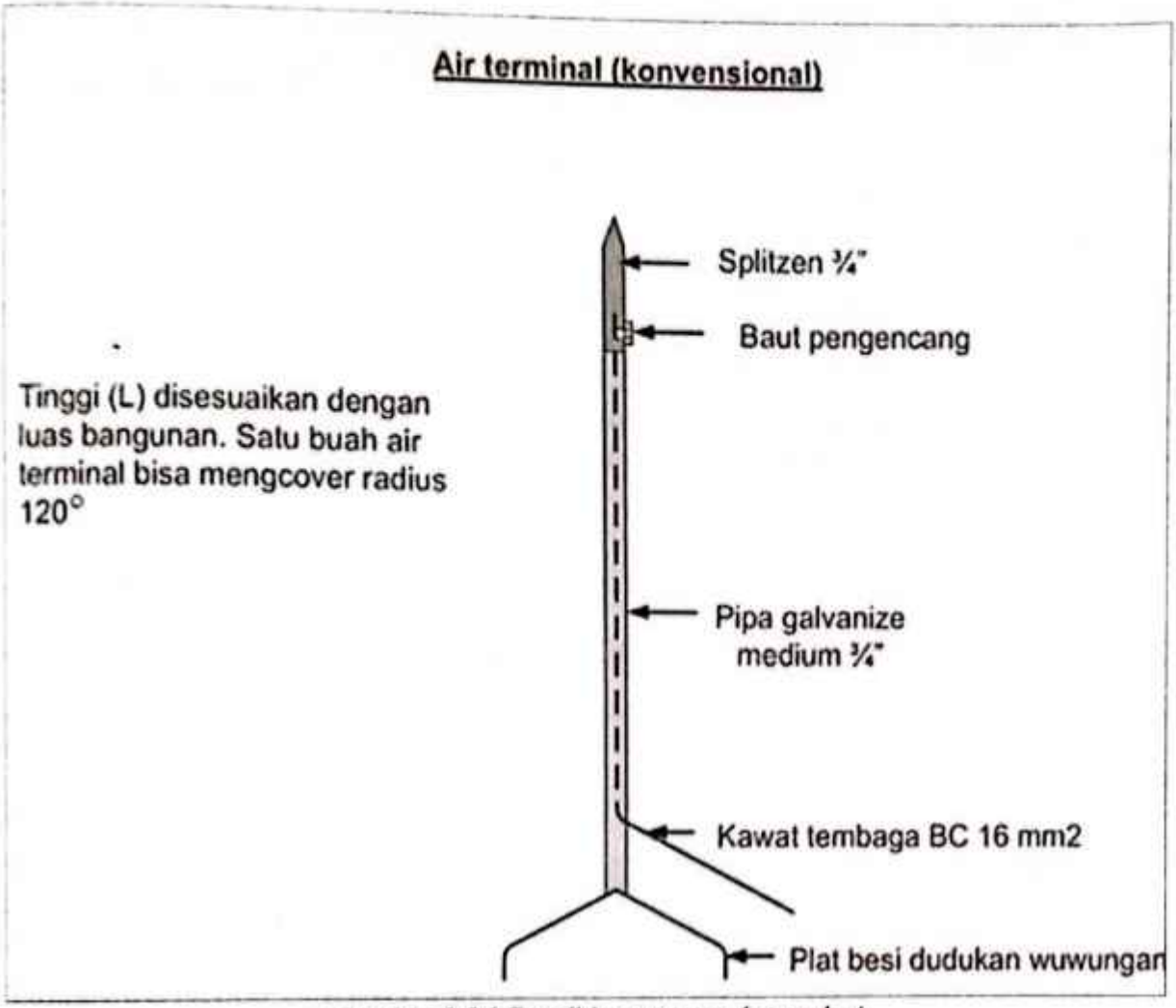
2. Koneksi grounding untuk instalasi listrik rumah terpasang di kWh met PLN.

Komponen instalasi grounding adalah sebagai berikut :

1. Grounding rod, yaitu batang grounding yang ditanam di dalam tanah. Terd dari pipa galvanis medium ¾", kawat tembaga BC berdiamater 16 mm dan dilengkapi dengan "splitzen" yang dikencangkan dengan baut. Panja grounding rod ini biasanya antara 1.5 m s/d 3 m.

2. Pipa PVC, yang digunakan sebagai selubung (konduit) dari kabel groundi yang ditanam dalam dinding/tembok atau untuk jalur kabel penangkal petir

Dari kWh meter, kawat tembaga BC yang terpasang dalam pipa PVC sebag konduit bertemu dengan ***grounding rod*** dalam satu bak kontrol. Untuk instala penangkal petir, ***air terminal*** yang terpasang harus mampu meng-***cover*** samp radius 120 derajat. Dan di posisi ***air teminal***, batang tembaga disambung deng kabel BC langsung menuju***grounding rod***. Detail dari masing-masing instala adalah sebagai berikut :



Gambar 2.24 Detail komponen air terminal

C. Parameter dalam menentukan kualitas grounding

Parameter yang paling penting dalam menilai kualitas ***grounding*** adalah resistans atau nilai tahanan dalam satuan Ohm, yang terukur di koneksi ***grounding*** tersebut. Semakin kecil nilai tahanannya, semakin baik grounding tersebut. Artinya arus gangguan listrik atau petir dapat lebih cepat menuju bumi tanpa hambatan berarti. Ingat, arus listrik secara alami cenderung mencari jalan dengan hambatan termudah.

Nilai yang umum dipakai adalah nilai tahanan maksimal 5 Ohm untuk instalasi listrik rumah dan maksimal 2 ohm untuk instalasi petir. Hal ini juga sesuai dengan yang dinyatakan dalam PUIL 2000. Yang perlu diperhatikan, nilai tahanan yang didapat tidak selalu sama dengan panjang grounding rod yang terpasang. Karena tergantung pada kondisi tanah tempat pemasangan instalasi grounding. Kondisi tanah yang mempunyai nilai tahanan rendah, maka cukup dipasang satu atau dua batang grounding rod dan tahanan yang terukur dapat mencapai di bawah 5 Ohm.

Bila tahanan terukur masih tinggi, maka panjang grounding rod harus ditambah supaya lebih dalam. Akan tetapi dalam penjelasan PUIL 2000, "jika daerah yang mempunyai jenis tanah dengan nilai tahanan tinggi, tahanan grounding-nya boleh mencapai maksimal 10 Ohm".

Pengukuran nilai tahanan ini menggunakan ***earth tester***. Alat ukur ini sudah menjadi alat wajib bagi kontraktor yang mengerjakan instalasi grounding. Kita hanya perlu memastikan bahwa nilai tahanan yang terukur sudah sesuai dengan persyaratan instalasi grounding. Jadi, bukan berpedoman pada jumlah ground rod ditanam, tetapi justru berpedoman pada nilai resistansi.

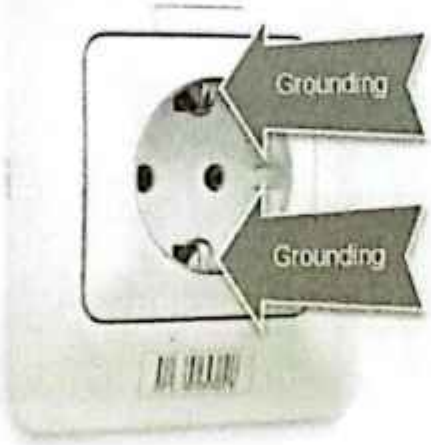
Gambar 2.25 Gambar earth tester model digital

Gambar 2.26 Gambar earth tester analog

D. Cara kerja grounding sampai di peralatan listrik

Satu hal yang tidak boleh kita abaikan adalah koneksi grounding harus tidak terputus sampai ke peralatan listrik yang kita gunakan sehari-hari. Dari MCB Box atau kWh meter, kabel grounding yang berwarna hijau-kuning ini bersama dengan kabel phase dan netral akan melewati seluruh instalasi listrik rumah. Akhirnya terkoneksi di stop kontak.

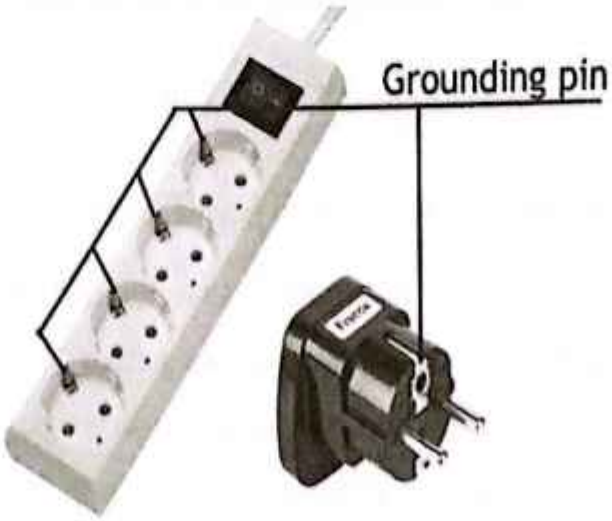
Gambar 2.27 salah satu contoh stop kontak, anak panah memperlihatkan koneksi dari grounding tersebut.



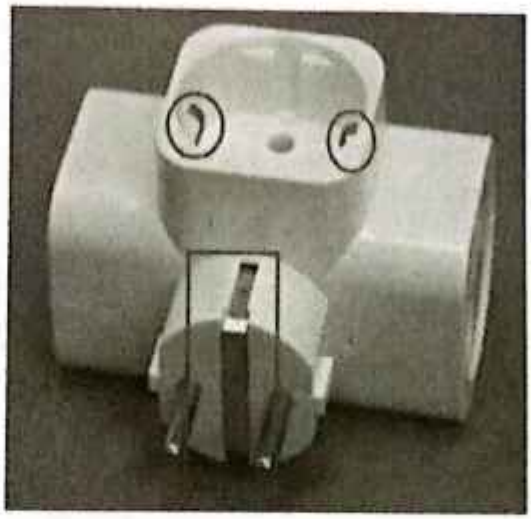
Gambar 2.27 Stop kontak dengan grounding

Grounding berikutnya adalah pada stop kontak dan colokan listrik. Sebaiknya gunakan stop kontak dan colokan listrik yang mempunyai fasilitas koneksi ***grounding*** terpasang. Kita dapat melihat pada gambar 2.28.

Untuk peralatan listrik dengan kapasitas cukup besar, yang sering kita gunakan seperti TV, Rice-cooker, setrika listrik, kabel rol, mesin air, kulkas, dan yang lainnya sebaiknya menggunakan colokan listrik dengan fasilitas ***grounding***.



Gambar 2.28 Stop kontak dan colokan listrik dengan fitur grounding



Gambar 2.29 Colokan multi bentuk "T" dengan fitur grounding

7. Switchgear

Adalah sebuah panel distribusi yang mendistribusikan beban ke panel-panel yang lebih kecil kapasitasnya. Dalam bahasa Indonesia, bermakna Panel Tegangan Menengah (PTM) atau juga disebut MVMDB (***Medium Voltage Main distribution Board***) dan sedangkan untuk tegangan rendah disebut LVMDB (***Low Voltage Main Distribution Board***). Pada pelaksanaannya banyak pelaku listrik menggunakan istilah yang berbeda-beda, kadang ada juga yang menyebut ***DistributionBoard***, ***Switchgear***, ***MCC***, ***Panel*** dan sebagainya.

Gambar 2.30 Tampilan switchgear

Untuk menjelaskan semua fungsi dan komponen yang ada di switchgear tidak cukup jika hanya membaca buku ini, karena pada manual book nya pun bisa mencapai ratusan halaman. Namun, penulis akan berusaha menjelaskan garis besarnya, supaya pengetahuan kita bertambah mengenai switchgear dan komponen di dalamnya.

A. BAGIAN-BAGIAN SWITCHGEAR

Cubicle 20 kV adalah komponen peralatan-peralatan untuk memutuskan dan menghubungkan pengukuran tegangan, arus, daya, peralatan proteksi, dan kontrol. Disebut cubcle, karena peralatan-peralatan tersebut dikemas dalam bentuk plat blok berbentuk almari dengan pintu di bagian depan yang bisa dibuka dan ditutup. Menurut standar pengoperasian, Cubicle 20 kV atau ***Swichgear*** 20 kV ini berisi peralatan-peralatan :

1. Bus bar
2. Circuit Breaker
3. Load Break Switch (LBS)
4. Disconnecting Switch (DS) atau Switch (S)
5. Earthing Switch (ES)
6. Current Transformer (Trafo Arus), (CT)
7. Potential Transformer (Trafo Tegangan), (PT')
8. Peralatan Ukur (Volt meter, ampere meter, dsb)
9. Rele proteksi
10. Interlocking (kontrol)

B. KOMPOEN UTAMA SWITCHGEAR

Setelah melalui gardu induk PLN ,tegangan 20 KV tersebut memasuki SwitchGear Panel. Di dalam 20 KV SwitchGear Panel terdiri dari 3 macam bagian yaitu:

1. ***Incoming SwitchGear***
2. ***Matering Panel***
3. ***Load Break Switch***

Berikut penjelasan dari masing-masing panel:

1. Incoming SwitchGear

Di dalam Incoming SwitchGear terdapat bagian-bagian tertentu yaitu:

- ***GCB (Gas Circuit Breker)***

  Adalah breker utama yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus power supply yang masuk dari PLN. GCB menggunakan media isolasi SF6,di mana SF6 adalah sebagai "media isolasi yang berfungsi untuk meredam bunga api" yang terjadi pada saat Switching dan SF6 ini merupakan gas yang tidak berbau dan tidak mudah terbakar.

- ***ACB (Air Citcuit Breker).***

  Fungsi ACB ini merupakan sakelar utama yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung power supply yang masuk dari PLN. Akan tetapi pada ACB ini menggunakan media isolasi dengan udara yang berfungsi meredam bunga api.

- ***Incoming Available Light.***

  Adalah lampu indikasi yang akan menyala jika ada power dari PLN (bertegangan).

- ***DC Control Source Light.***

  Adalah sebuah lampu indikator yang berfungsi sebagai indikator power supply DC untuk control MDP.

- ***CB On Light.***

  Adalah lampu indikator yang menunjukkan breker dalam posisi On.

- ***CB Off Light.***

  Adalah lampu indikator yang menunjukkan breker dalam posisi Off.

- *CB Trip Light.*

  Adalah lampu indikator yang menunjukkan breker dalam posisi Trip atau terdapat gangguan.

- *CB Spring Changed Light.*

  Adalah lampu indikator untuk mengetahui Pompa Circuit Breker telah bekerja.

- *Emergency Stop Button.*

  Adalah sakelar tekan untuk memutuskan hubungan power supply apabila dalam keadaan Emergency/Darurat.

- *Alarm Reset Button*

  Adalah sakelar tekan untuk mereset alarm.

2. Matering Panel

Di dalam matering panel terdapat bagian-bagian yaitu:

- *Ampere Meter(R-Y-B).*

  Adalah alat yang digunakan untuk mengukur arus yang mengalir melalui fasa (R-Y-B).

- *Power Factor Meter.*

  Adalah alat yang digunakan untuk mengukur factor daya (cos j) dari PLN.

- *KWh Meter.*

  Adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya.

- *Frequensi Meter.*

  Adalah alat yang digunakan untuk mengukur frekuensi tegangan dari PLN.

- ***Watt Meter***

  Adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya yang disupply dari PLN.

- ***Alarm Stop Button.***

  Adalah tombol tekan yang digunakan untuk mematikan alarm saat terjadi gangguan.

- ***Reset Button.***

  Adalah tombol tekan yang digunakan untuk mengembalikan posisi kontak-kontak sakelar otomatis dalam kondisi normal.

- ***Buzzer.***

  Adalah pengubah gelombang-gelombang listrik menjadi getaran suara yang digunakan sebagai alarm (peringatan).

- ***Earth Fault Relay.***

  Adalah sakelar otomatis yang akan trip jika adanya arus bocor ke tanah.

- ***Over Current Relay.***

  Adalah sakelar circuit breker yang akan trip jika kelebihan arus.

- ***Current Test Terminal (CTT).***

  Adalah terminal yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya arus listrik di Matering Panel.

- ***Volt Test Terminal (VTT).***

  Adalah terminal yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya tegangan listrik di Matering Panel.

3. Load Break Switch

Di dalam panel terdapat LBS (Load Breker Switch) yang digunakan sebagai pengaman LBS ini mempunyai kemampuan menahan arus sampai sebesar 400A. LBS ini mempunyai 3 lampu tanda, yaitu:

- ***LBS On Light.***

  Adalah lampu indikator yang menunjukkan bahwa LBS dalam posisi On.

- ***LBS Off Light.***

  Adalah lampu indikator yang menunjukkan bahwa LBS dalam posisi Off.

- ***LBS Trip Light.***

  Adalah lampu indikator yang menunjukkan bahwa LBS dalam posisi Trip.

BAB III

Persiapan Perawatan Sistem Kelistrikan

Dalam hal perawatan sistem kelistrikan, tentu saja seorang mekanik listrik membutuhkan alat-alat untuk meringankan pekerjaannya. Alat-alat ini tidak hanya berfungsi membantu meringankan pekerjaan mekanik listrik, namun juga memastikan keselamatan dan kesehatan mekanik itu sendiri. Tidak bisa dipungkiri bahwa umur instalasi listrik pasti ada batas akhirnya, atau sesuai yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya. Sebagai contoh, sakelar in-bow juga memiliki batas waktu pakai misalkan maksimal 3 tahun dan setelah waktu tersebut perlu dilakukan penggantian.

Selama masa pakai, komponen instalasi listrik pasti membutuhkan perawatan dan perbaikan (jika terjadi kerusakan). Oleh karena itu, pada bab 3 ini penulis akan memperkenalkan berbagai macam alat-alat listrik yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan instalasi listrik, beserta pakaian dan perlengkapan yang dibutuhkan seorang mekanik listrik. Penulis juga akan menyampaikan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pekerjaan listrik.

I. Alat-alat untuk Perawatan Sistem Kelistrikan

Sebelum melakukan perawatan kelistrikkan, ada beberapa persiapan yang harus dilakukan. Salah satunya adalah mempersiapkan alat-alat. Berikut ini akan dijelaskan peralatan yang harus dipersiapkan sebelum melakukan perawatan listrik.

A. Alat-alat tangan

1. Tang

Secara umum alat listrik yang bernama tang ini berfungsi sebagai alat penjepit pemotong dan pemegang benda lain yang tidak dapat dilakukan dengan tangan secara langsung. Seperti saat memaku tembok, kita perlu memegang paku saat dipalu. Maka tang kita butuhkan agar paku tidak bengkok saat dipalu. Dalam bengkel kelistrikan, ada berbagai macam tang untuk berbagai keperluan pekerjaan listrik.

a) Tang kombinasi

Tang jenis ini sering digunakan oleh mekanik listrik untuk memegang memuntir dan memotong. Untuk memotong dan memuntir digunakan bagian mulutnya, sedangkan untuk memotong saja digunakan bagian samping yang berbentuk tajam.

Gambar 3.1 Macam tang kombinasi

b) Tang bulat

Tang ini khusus digunakan mekanik listrik untuk membuat mata pada kawat.

Gambar 3.2 Model tang bulat

c) Tang lancip

Digunakan untuk memegang benda-benda kecil, misalnya mur, sekrup, cincin atau ring pada komponen listrik.

Gambar 3.3 Model tang lancip

d) Tang pemotong khusus

Mekanik listrik sering menggunakan alat ini untuk memotong kawat atau benda lain yang lunak. Bentuknya menyerupai gunting tetapi mulutnya lebih pendek.

Gambar 3.4 Tang khusus pemotong

(Sumber:http://4.bp.blogspot.com/-RxNpm-x8Fa8/UfI0FuJ8ZhI/AAAAAAAAAVw/_MU9880wXv0/s1600/tang-potong-prohex.jpg)

2. Obeng

Obeng adalah alat tangan yg digunakan untuk memutar sekrup. Batang ob biasanya dibuat dari bahan baja, sedangkan untuk bahan pemegangnya di dari penyekat seperti kayu, plastik, atau karet keras. Dilihat dari jenisnya, negara Indonesia ada jenis ***phillips*** yang populer disebut obeng kembang at plus (+) dan ada juga jenis ***slotted*** yang sering disebut obeng minus (-). Je obeng yang digunakan di negara-negara lain, seperti Eropa dan Timur Teng antara lain ***torx*** (bintang segi enam), ***hex*** (segi enam), ***robertson*** (kotak).

Gambar 3.5 Obeng plus (kiri) dan minus (kanan)

Selain itu, juga ada jenis obeng berdasarkan dimensi dan cara menggunakannya yaitu :

a) Obeng racthet

Bentuknya mirip pistol. Gagangnya bisa menyimpan mata sekrup. Dilengkapi tiga sekrup seperti kembang, pipih, dan sok. Untuk mengganti sekrup, cukup bongkar-pasang bagian ujung obeng. Dengan sistem *ratchet* (penyetelan) dan pemasangan satu arah, pekerjaan bisa cepat selesai. Kelemahannya, pada bagian penyetelan cepat aus.

Gambar 3.6 Obeng ratchet

b) Obeng elektrik

Alat pemutar sekrup memakai tenaga elektrik. Jadi, kita tidak perlu mengeluarkan banyak tenaga. Cukup menekan tombol start, alat pun langsung bekerja. Alat ini dibantu oleh tenaga listrik DC, ada yang berbentuk baterai dan ada yang berbentuk adaptor.

Gambar 3.7 Obeng elektrik dengan daya adaptor

c) Obeng fleksibel

Desainnya obeng ini memang unik, berbentuk seperti pulpen. Kita

bisa menjepitkannya di saku baju. Dilengkapi oleh dua mata sekrup berbentuk kembang dan pipih. Kita bisa menggunakan kedua sekrup secara bergantian sesuai kebutuhan. Caranya dengan mengganti sekrup secara bolak-balik. Kelemahannya, bagian penjepit mudah kendur atau lepas.

Gambar 3.8 Obeng fleksibel

d) Obeng berbadan lentur

Apabila kita kesulitan memutar sekrup di bagian sudut lemari atau sudut yang susah dijangkau oleh tangan, maka kita bisa menggunakan Obeng berbadan flesksibel. Badannya besi lapis chrome vanadium yang mudah dilekuk-lekuk seperti rotan. Mata sekrup berbentuk kembang, plat, dan sok. Kelemahannya, untuk objek yang keras tak begitu kuat.

Gambar 3.9 Obeng berbadan lentur

e) Obeng bergagang stabil

Bentuk obeng yang satu ini mirip seperti huruf "T". Obeng ini memudahkan

kita menggenggamnya dan membuat lebih stabil. Badan dari besi lapis chrome vanadium dan gagangnya dari plastik. Kelengkapannya berupa mata sekrup jenis kembang, sok, dan pipih. Kelemahannya, gagang mudah pecah atau retak jika objek terlalu keras.

Gambar 3.10 Obeng T

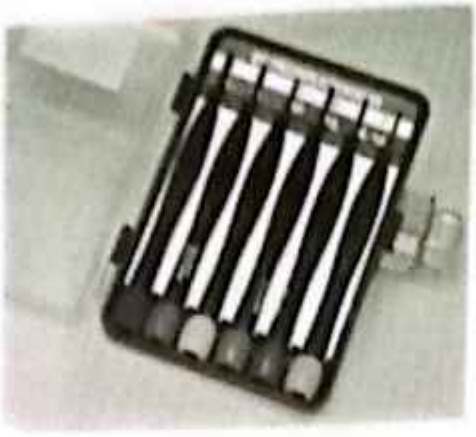
f) Obeng bermagnet

Ujung mata obeng memiliki magnet untuk menarik sekrup yang jatuh. Bentuknya ada dua, berbadan panjang dan kecil. Gagangnya dari karet dan bertekstur kotak-kotak sehingga tidak licin. Untuk obeng yang kecil, tujuannya untuk menjangkau objek yang sulit dijangkau oleh tangan.

Gambar 3.11 Obeng bermagnet

g) Obeng aksesori

Digunakan khusus untuk memutar sekrup yang melekang dari benda-benda aksesori, seperti kaca mata, arloji, dan handphone.



Gambar 3.12 Obeng aksesori

h) Obeng Tespen

Alat ini semacam obeng dengan bagian dalam tangkainya ada semacan lampu. Lampu tersebut dapat menyala apabila terdapat aliran listrik. Car menggunakannya dengan menempatkan mata tespen pada tempat yan akan dites. Ibu jari kemudian ditempelkan pada pangkal pegangan tespe Bila ada arus listrik maka lampu dalam pegangan tespen akan mera menyala.

Gambar 3.13 Obeng tespen

3. Palu

Palu adalah salah satu peralatan listrik yang digunakan untuk membantu memasang paku klem atau membuat lubang sekrup dalam pembuatan instalasi listrik.

Gambar 3.14 Contoh palu untuk pekerjaan listrik

4. Alat pemotong

a) Gunting

Benda ini digunakan untuk memotong benda yang berbentuk permukaan lebar, misalnya pelat atau selotip. Bagian gunting dibagi menjadi 2 bagian utama, yaitu pemegang dan mulut gunting yang disatukan oleh poros.

Gambar 3.15 Contoh bentuk gunting

e) Gergaji

Alat ini digunakan untuk memotong bahan jenis kayu atau logam.

Gambar 3.16 Gergaji besi

B. Alat-alat ukur

1. Multimeter

Untuk mengukur tegangan listrik (voltmeter), resistensi atau ketahanan suatu benda (avometer), dan arus listrik (amperemeter) kita dapat menggunakan multimeter atau bisa disebut multitester. Alat ini juga bisa digunakan untuk mengukur induktansi, frekuensi dan temperatur. Setiap bagian dari alat ini mempunyai fungsinya masing – masing. Elemen-elemen pada multimeter atau avometer ini terdiri atas, penguat atau pengatur DC jembatan setimbang atau biasa disebut dengan balanced bridge DC amplifier, alat pencatat dan yang terakhir adalah rangkaian penyearah. Rangkaian penyearah berfungsi sebagai pengubah tegangan masukan AC ke tegangan DC yang memiliki tegangan yang sama.

Ada dua jenis multimeter, yaitu multimeter analog dan multimeter digital atau sering disebut DMM (*Digital Multimeter*). Fungsi multimeter dengan kategori Digital Multimeter adalah sebagai berikut :

a) Menguji dioda dengan tujuan untuk mendeteksi tingkat kerusakan akibat suatu hal yang tidak diketahui.
b) Menguji kondensator
c) Menguji transformator
d) Mengukur tegangan DC
e) Mengukur arus DC
f) Mengukur tegangan AC
g) Pengecekan hubungan singkat
h) Menguji transistor PNP
i) Menguji kapasitor elektrolit
j) Pengukur resistansi pada multimeter
k) Penguji transistor NPN

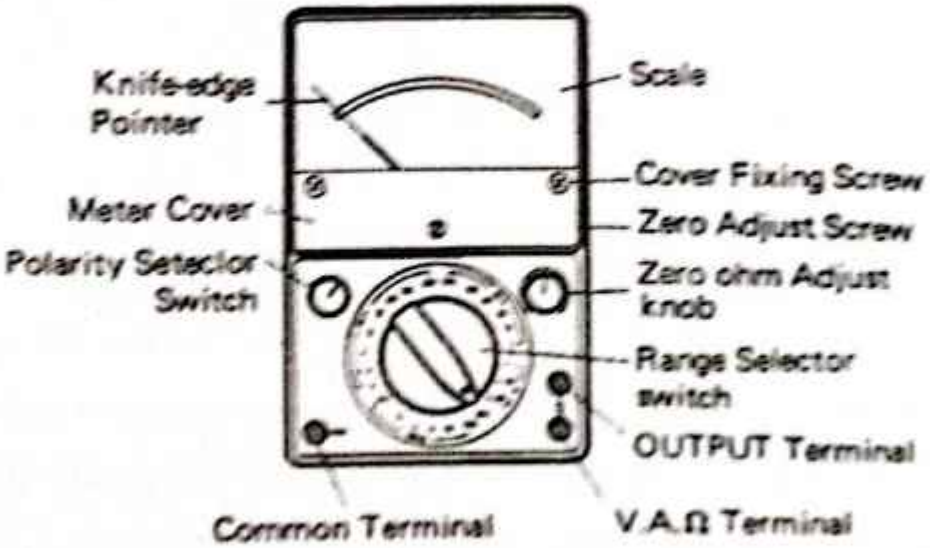
Contoh gambar Digital Multimeter :

Gambar 3.17 Multimeter digital

(Sumber: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digital_Multimeter.jpg)

Sedangkan untuk multimeter Analog fungsinya lebih simpel dan lebih mudah dibandingkan multimeter digital. Tetapi bagi kita yang ingin mengukur secara detail lebih baik menggunakan digital multimeter.

Contoh multitester analog :



Gambar 3.18 Multimeter analog

(Sumber: http://anur6.blogspot.com/2011/11/multimeter-analog.html)

Dari gambar multimeter dapat dijelaskan bagian-bagian dan fungsinya :

a) Sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk (***Zero Adjust Screw***), berfungsi untuk mengatur kedudukan jarum penunjuk dengan cara memutar sekrupnya ke kanan atau ke kiri dengan menggunakan obeng pipih kecil.

b) Tombol pengatur jarum penunjuk pada kedudukan zero (***Zero Ohm Adjust Knob***), berfungsi untuk mengatur jarum penunjuk pada posisi nol.

c) Saklar pemilih (***Range Selector Switch***), berfungsi untuk memilih posisi pengukuran dan batas ukurannya.

d) Lubang kutub – (***Common Terminal***), berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub – yang berwarna hitam.

e) Saklar pemilih polaritas (***Polarity Selector Switch***), berfungsi untuk memilih polaritas DC atau AC.

f) Kotak meter (***Meter Cover***), berfungsi sebagai tempat komponen-komponen multimeter.

g) Jarum penunjuk meter (***Knife –edge Pointer***), berfungsi sebagai penunjuk besaran yang diukur.

h) Skala (***Scale***), berfungsi sebagai skala pembacaan meter.

2. Osiloskop

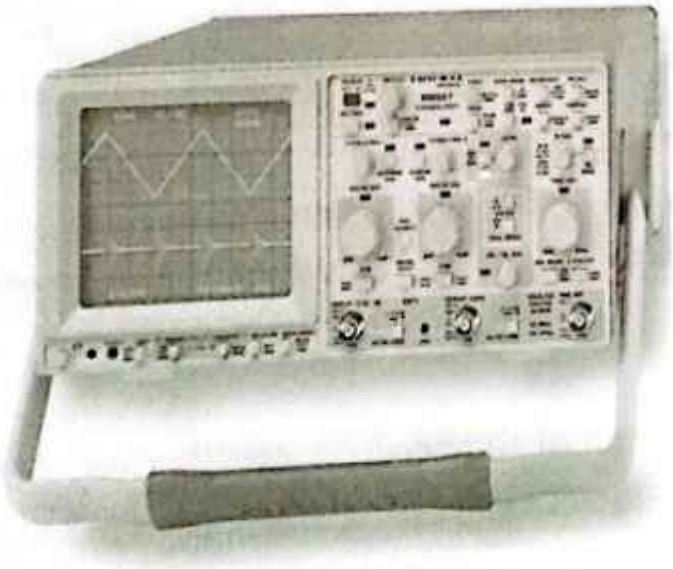
Osiloskop digunakan untuk mengukur besarnya besaran listrik, yaitu dengan diproyeksikan dalam bentuk sinyal listrik sehingga dapat dilihat dan dipelajari. Dengan Osiloskop maka kita dapat mengetahui berapa frekuensi, periode dan tegangan dari sinyal. Kegunaan osiloskop di antaranya :

a) Mengukur besar tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu.

b) Mengukur frekuensi sinyal yang berosilasi.

c) Mengecek jalannya suatu sinyal pada sebuah rangakaian listrik.
d) Membedakan arus AC dengan arus DC.
e) Mengecek noise pada sebuah rangkaian listrik dan hubungannya terhadap waktu.

Osiloskop terdiri dari dua bagian, yaitu display dan panel kontrol. Display berupa tampilan yang menyerupai layar televisi hanya saja tidak berwarna dan berfungsi sebagai tempat sinyal uji ditampilkan. Pada layar ini terdapat garis-garis melintang secara vertikal dan horizontal yang membentuk kotak-kotak dan disebut div. Arah horizontal mewakili sumbu waktu dan garis vertikal mewakili sumbu tegangan. Panel kontrol berisi tombol-tombol yang dapat digunakan untuk menyesuaikan tampilan di layar. Berikut ini contoh gambar osiloskop :



Gambar 3.19 Osiloskop

3. Mega Ohmmeter(*Megger*)

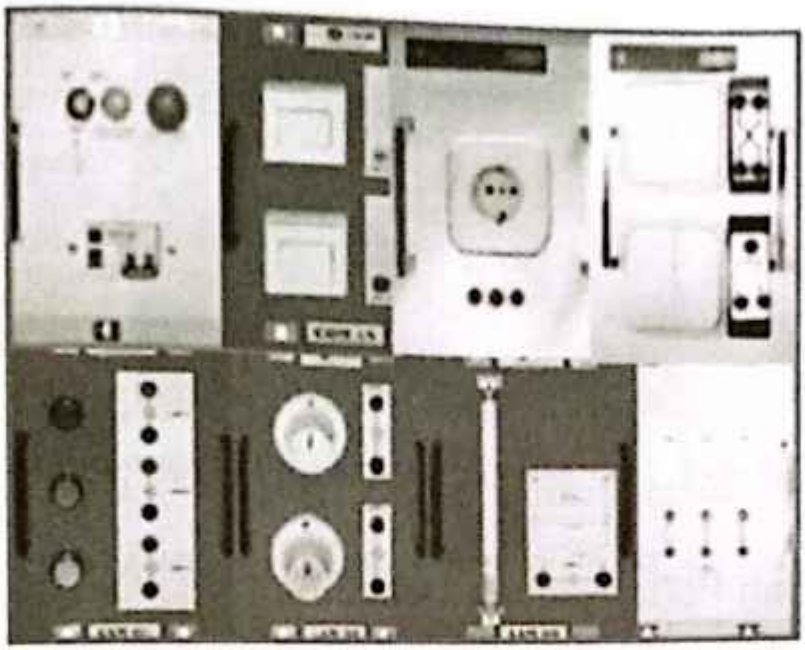
Mega ohmmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tinggi tahanan isolasi perlawanan listrik. Alat ini dapat mengukur tahanan isolasi instalasi tegangan menengah dan tegangan rendah.

Hal-hal yang harus diperhatikan sebelum menggunakan megger adalah memastikan bahwa skala ukur yang dipakai sudah sesuai atau lebih kecil daripada alat yang diukur. Misalnya, kita ingin mengukur tahanan isolasi dari sebuah motor listrik 380V maka gunakanlah skala ukur megger yang lebih besar dari motor tersebut seperti 500 V. Selain itu dipastikan juga bahwa alat yang di ukur telah bebas dari daya listrik supaya hasil pengukurannya lebih akurat. Berikut ini contoh alat Mega Ohmmeter :

Gambar 3.20 Mega ohmmeter
(Sumber: http://freshpublicrelations.co.uk/wp-content/uploads/2012/01/MUK218-MTO330.jpg)

C. Alat-alat simulasi sumber

Alat simulasi sumber diperlukan sebagai pelengkap pemeliharaan peralatan listrik. Kita dapat menggunakan alat ini untuk memperkuat ataupun mengolah sinyal yang mempunyai gelombang (bolak-balik) dengan frekuensi tinggi. Jika kita ingin memeriksa bagian demi bagian dari seluruh penguat suara, dapat menggunakan frekuensi dari 10 Hz sampai 100 Hz. Alat-alat simulasi ini dapat berupa sinus, gigi gergaji, dan kotak dengan pengaturan frekuensi yang dapat diatur. Gambar simulasi kesalahan listrik :



Gambar 3.2l Simulasi kesalahan listrik

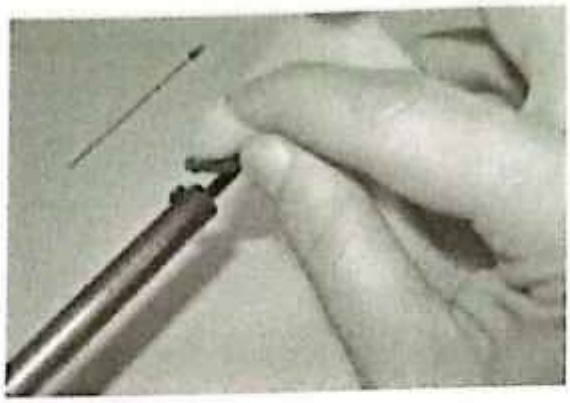
D. Alat-alat pembersih

Sebagian besar peralatan untuk menunjang pekerjaan listrik selalu terbuat dari baja/logam. Baja/logam merupkan benda yang kuat tetapi apabila terkena hujan oksigen, air, dan beberapa asam lainnya dan tidak segera dibersihkan akan terjadi korosi atau pengkaratan. Apabila terjadi korosi hal ini sangat merugikan bagi pekerja karena mempercepat kerusakan peralatan tersebut sehingga korosi ini harus dicegah.

Pada pemeliharaan rutin alat-alat listrik, kita dapat menggunakan pembersih seperti lap atau sikat debu bisa juga menggunakan spons. Spons tersebut kemudian diberi larutan pembersih seperti alkohol, sabun, dan lain-lain.

Untuk alat-alat yang mempunyai perputaran motor atau bergesekan seperti genset memerlukan pelumas. Hal ini dilakukan untuk mendinginkan, mengurangi gesekan, dan mencegah aus.

Sebagai contoh gambar membersihkan mata solder dengan spons :



Gambar 3.22 Membersihkan mata solder dengan spons

2. Pakaian dan Perlengkapan Pengaman

Untuk melindungi diri dari keselematan kerja dalam pemeliharaan listrik perlu dibutuhkan berbagai peralatan yang mendukung keselamatan seperti baju pelindung tubuh, pelindung kepala, pelindung telinga, pelindung hidung, pelindung mata, dan pelindungan kaki tangan.

A. Pakaian kerja mekanik listrik

Pakaian yang digunakan untuk teknisi listrik digunakan sebagai pelindung tubuh.

Gambar 3.23 Pakaian pelindung listrik

(Sumber: http://ec5.tokopedia.net/newimg/product-l/2011/3/21/358140/358140_9ad9819c-5383-11e0-933a-ada1896bfc68.jpg)

B. Pelindung kepala

Helm keselamatan (***Safety Helmet***) wajib digunakan untuk mekanik yang bekerja di tempat yang mempunyai risiko terkena benda jatuh atau melayang dengan bahaya aliran listrik. Alat pelindung kepala ini dilengkapi dengan ikatan ke dagu untuk menghalangi terlepasnya helmet dari kepala akibat menunduk atau terkena benda jatuh.

Ada 3 jenis helmet berdasarkan perlindungannya terhadap sengatan listrik :

1. Helmet tipe ***General (G)*** dapat melindungi kepala dari benturan dan kejatuhan benda serta mengurangi paparan bahaya listrik yang bertegangan rendah hingga 2.200 volt.

Gambar 3.24 Helmet tipe G

2. Helmet tipe ***Electrical (E)*** yang dapat melindungi kepala dari benturan dan kejatuhan benda serta mengurangi paparan bahaya listrik yang bertegangan rendah hingga 22.000 volt.

Gambar 3.25 Helmet tipe E

3. Helmet tipe ***Conductive (C)*** yang hanya melindungi kepala dari benturan dan kejatuhan benda tetapi tidak melindungi kepala dari bahaya paparan bahaya listrik.

Gambar 3.26 Helm pelindung untuk pekerjaan listrik

C. Pelindung telinga

Kita dapat menggunakan alat pelindung telinga untuk melindungi telinga kita dari tingkat kebisingan lebih dari 85 dB. Contohnya : ear plug, ear muff, canal caps. Dengan menggunakan ear plug intensitas suara dapat dikurangi hingga 10-15 dB. Ear plug biasanya digunakan pada pekerja yang bekerja di tempat yang memiliki suara mesin tinggi seperti SMT (***Surface Mount Technology***).

Gambar 3.27 Ear plug

D. Pelindung hidung

Alat pelindung hidung melindungi dari uap, debu dan gas.

Gambar 3.28 Masker pelindung

(Sumber: http://kiddy-olshop.blogspot.com/2012/07/masker-kesehatan-ghana.html)

E. Pelindung mata

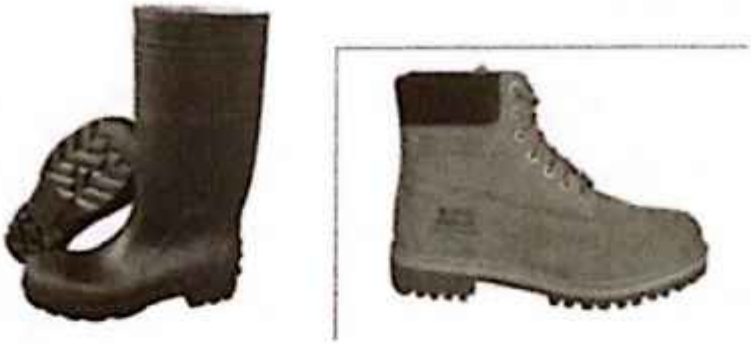
Mata harus terlindung dari panas, debu, dan sinar yang menyilaukan, sehingga mekanik bisa bekerja dengan konsentrasi terbaik saat harus berhadapan dengan pekerjaan listrik bertegangan tinggi. Kacamata ini juga berfungsi supaya mata tidak langsung terkena percikan api listrik saat terjadi hubungan singkat.

Gambar 3.29 Kacamata pelindung

F. Pelindung kaki dan tangan

Sarung tangan electrical digunakan untuk melindungi tangan dari tegangan listrik dari tegangan rendah sampai tinggi. Sedangkan untuk melindungi kaki, kita bisa menggunakan sepatu yang terbuat dari bahan yang tidak menghantarkan listrik.

Gambar 3.30 Electrical gloves



Gambar 3.3l Gambar sepatu pelindung

3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pekerjaan Kelistrikan

Dalam pemasangan instalasi listrik, biasanya rawan terhadap terjadinya kecelakaan. Kecelakaan bisa timbul akibat adanya sentuh langsung dengan penghantar beraliran arus atau kesalahan dalam prosedur pemasangan instalasi. Oleh karena itu, perlu diperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan bahaya listrik serta tindakan keselamatan kerja. Beberapa penyebab terjadinya kecelakaan listrik di antaranya sebagai berikut.

1. Kabel atau hantaran pada instalasi listrik terbuka dan apabila tersentuh akan menimbulkan bahaya kejut.
2. Jaringan dengan hantaran telanjang.
3. Peralatan listrik yang rusak.
4. Kebocoran lsitrik pada peralatan listrik dengan rangka dari logam, apabila terjadi kebocoran arus dapat menimbulkan tegangan pada rangka atau body.
5. Peralatan atau hubungan listrik yang dibiarkan terbuka.
6. Penggantian kawat sekring yang tidak sesuai dengan kapasitasnya sehingga dapat menimbulkan bahaya kebakaran.
7. Penyambungan peralatan listrik pada kotak kontak (stop kontak) dengan kontak tusuk lebih dari satu (bertumpuk).

Contoh langkah-langkah keselamatan kerja yang berhubungan dengan peralatan listrik, tempat kerja, dan cara-cara melakukan pekerjaan pemasangan instalasi lisrik dapat dilihat pada petunjuk berikut :

1. Menurut PUIL ayat 920 B6, beberapa ketentuan peralatan listrik di antara-nya:
   a) Peralatan yang rusak harus segera diganti dan diperbaiki. Untuk peralatan rumah tangga seperti sakelar, fiting, kotak-kontak, setrika listrik, pompa listrik yang dapat mengakibatkan kecelakaan listrik.
   b) Tidak diperbolehkan :
      - Mengganti pengaman arus lebih dengan kapasitas yang lebih besar.
      - Mengganti kawat pengaman lebur dengan kawat yang kapasitasnya lebih besar.
      - Memasang kawat tambahan pada pengaman lebur untuk menambah daya.

c) Bagian yang bertegangan harus ditutup dan tidak boleh disentuh seperti terminal-terminal sambungan kabel, dan lain-lain.

d) Peralatan listrik yang rangkaiannya terbuat dari logam harus ditanahkan,

2. Menurut PUIL ayat 920 AI, tentang keselamatan kerja berkaitan dengan tempat kerja, di antaranya :

- Ruangan yang di dalamnya terdapat peralatan lsitrik terbuka, harus diberi tanda peringatan " AWAS BERBAHAYA".
- Berhati-hatilah bekerja di bawah jaringan listrik.
- Perlu digunakan peralatan pelindung bila bekerja di daerah yang rawan bahaya listrik.

3. Pelaksanaan pekerjaan instalasi listrik yang mendukung pada keselamatan kerja.

- Pekerja instalasi listrik harus memiliki pengetahuan yang telah ditetapkan oleh PLN (AKLI).
- Pekerja harus dilengkapi dengan peralatan pelindung, seperti baju pengaman (lengan panjang, tidak mengandung logam, kuat dan tahan terhadap gesekan), Sepatu, Helm, Sarung tangan.
- Peralatan (komponen) listrik dan cara pemasangan instalasinya harsus sesuai dengan PUIL.
- Bekerja dengan menggunakan peralatan yang baik.
- Tidak memasang tusuk kontak secara bertumpuk.
- Tidak boleh melepas tusuk kontak dengan cara menarik kabelnya, tetapi dengan cara memegang dan menarik tusuk kontak tersebut.

A. Simbol K3 Listrik

Alat-alat yang tergolong kesehatan dan keselamatan kerja, terdiri atas helm pelindung, kacamata, masker, baju pelindung, sarung tangan dan sepatu pelindung. Selain itu untuk prasarana keselamatan seperti rambu-rambu atau tanda peringatan memiliki ketentuan, yaitu mudah dilihat, mudah dibaca, dan tahan lama.

Sebagai contoh symbol K3 Listrik yang berarti tegangan tinggi. Simbol tersebut dimaksudkan supaya kita tidak terlalu dekat dengan sumber listrik tersebut.

Gambar 3.32 Simbol bahaya tegangan listrik tinggi

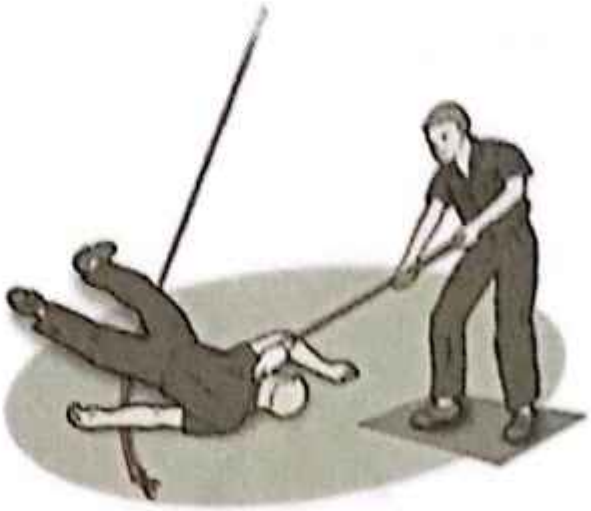
B. Keselamatan kerja pekerjaan listrik

Keselamatan kerja adalah keselamatan yang berhubungan dengan peralatan, tempat kerja, lingkungan kerja, serta tata cara melakukan pekerjaan. K3 bertujuan untuk mencegah, mengurangi, bahkan menihilkan risiko kecelakaan kerja (***zero accident***). Pengaplikasian K3 penting dilakukan di berbagai sektor termasuk dalam pekerjaan kelistrikan, sehingga tenaga kerja dalam melaksanakan tugasnya dapat melakukan pekerjaannya secara efisen, efektif dan selamat.

Tindakan penyelamatan petugas yang terkena listrik :

1. Matikan tobol utama atau pisahkan penderita dengan bantuan sebatang kayu panjang yang kering atau bahan yang tidak menghantarkan aliran listrik.

lika penderita pingsan, lakukan tindakan penyelamatan berikutnya. Jangan menolong korban dengan menyentuh langsung korban yang masih dalam aliran listrik.



Gambar 3.33 Menolong korban dengan bahan isolator

2. Jika pernafasannya berhenti, maka bersihkan sesuatu yang ada di mulutnya.

Gambar 3.34 Membersihkan mulut

3. Pegang tengkuk kemudian tekan bagian belakang kepala ke depan perlahan lahan.

Gambar 3.35 Mengangkat dagu

4. Beri pernafasan buatan dan lakukan resusitasi jantung.

Gambar 3.36 Memberikan nafas buatan

Gambar 3.37 Resusitasi jantung

5. Bila korban terdapat luka maka balutlah.

C. Kesehatan kerja pekerjaan listrik

Kesehatan kerja adalah kondisi dimana mempengaruhi kesehatan para pekerja baik secara langsung mampu tidak langsung. Kesehatan merupakan unsur yang penting sehingga kita dapat menikmati hidup yang berkualitas, baik di rumah maupun di pekerjaan. Bila kita memiliki jiwa dan raga yang sehat pastilah kita dapat melakukan pekerjaan dengan baik pula.

BAB IV

Perawatan Sistem Kelistrikan Gedung 20 kV

Predictive Maintenance (*Conditional Maintenance*)

Predictive Maintenance (*Conditional Maintenance*) adalah pemeliharaan ng dilakukan dengan cara memprediksi waktu suatu peralatan listrik menuju gagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut, dapat diketahui lebih awal gejala rusakan peralatan listrik. Cara yang sering dipakai dengan memonitor secara online ndisi peralatan baik pada saat beroperasi atau tidak beroperasi. Oleh karena itu, erlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga meliharaan berdasarkan kondisi (***Condition Base Maintenance***). Berikut poin-poin ***nditional maintenance*** pada switchgear 20 kV:

A. Pengukuran *partial discharge*

Merupakan suatu metode pengukuran tingkat kebocoran isolasi pada permukaan terminasi pada kabel daya. Jika terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan isolasi. Analisa Partial Discharge ***(Partial Discharge Analysis)*** merupakan langkah untuk mendiagnosa kondisi suatu peralatan listrik terhadap terjadinya percikan listrik. Disebabkan karena kantong udara yang terkurung di dalam isolasi peralatan

listrik tersebut. Pengukuran partial discharge dapat dilakukan secara online terus menerus atau secara berkala. Hasil dari pengukuran tersebut sehingga dapat dianalisa kondisi peralatan listrik yang memerlukan pemeliharaan.

Untuk setiap material (bahan) di samping memiliki karakteristik kekuatan tarik ***(tensile strength)*** juga memiliki kekuatan dielektrik ***(dielectric strength)*** Kekuatan dielektrik menunjukkan intensitas listrik yang diperlukan untuk mengalirkan arus pada material tersebut.

Material isolasi yang umum dikenal seperti epoxy, polyester, dan polimer memiliki kekuatan dielektrik yang sangat tinggi. Sebaliknya, udara memiliki kekuatan dielektrik relatif rendah. Loncatan atau percikan listrik di udara ***(breakdown voltage)*** dapat menimbulkan arus listrik hubungan singkat. Pada peralatan listrik, hal ini terjadi pada kantong udara yang terjebak di dalam isolasi belitan penghantarnya. Sehingga pengukuran partial discharge sebenarnya merupakan pengukuran loncatan listrik pada kantong udara tersebut.

Pada setiap peralatan listrik, cacat *manufaktur* atau masalah gangguan operasional dapat selalu terjadi akibat kegagalan pada bahan isoalsinya. Isolasi listrik pada mesin listrik, seperti motor , generator ataupun transformator rentan terhadap tekanan thermal, serangan bahan kimia, dan gerakan gulungan di dalam peralatan karena faktor vibrasi. Untuk semua kasus, tekanan pada belitan yang berisolasi dapat melemahkan sifat ikatan dari material epoxy, resin atau poliester yang melapisi dan melindungi gulungan. Hal ini dapat menimbulkan kantong udara yang berkembang di dalam gulungan. Timbulnya partial discharge pada kantong udara tersebut, menandakan kemampuan isolasi sudah mulai berkurang dan mulai timbulnya kantong udara. Partical discharge juga dapat mempercepat proses kerusakan suatu peralatan. Berikut ini contoh alat ukur ***partial discharge***

Gambar 4.1 Portable partial discharge tester

B. Pengukuran titik panas dengan *infra red thermovision*

Metode ini untuk memonitor suhu pada sambungan atau klem-klem peralatan, tetapi jika terlalu tinggi (***overheathing***) akan merusak peralatan. Berikut contoh inspeksi yang dilakukan pada unit switchgear (Panel LVMDP) gedung dengan ***infra red thermovision.***

Inspeksi thermography dilakukan dengan melakukan pemeriksaan distribusi temperatur pada kabel atau permukaan komponen-komponen listrik menggunakan kamera inframerah. Pola temperatur yang dihasilkan dievaluasi menggunakan teknik-teknik tertentu. Apabila terdapat pola temperatur yang dianggap tidak normal, maka penelusuran harus dilakukan untuk mencari penyebab ketidaknormalan. Keunggulan dari teknik thermography adalah dapat memperlihatkan ketidak-abnormalan secara cepat suatu pola temperatur. Hampir 75% ketidak-abnormal yang ditemui pada jaringan listrik adalah masalah koneksi.

Gambar 4.2 Hasil inspeksi thermography dengan infra red thermovision

Evaluasi selanjutnya menunjukkan bahwa di sekitar lokasi tersebut terdapat komponen yang disebut dengan koil (semacam relay berjenis kumparan). Apabila kumparan ini diaktifkan maka besi inti yang dililit kumparan tersebut berubah menjadi magnet dan menarik sebuah pelat logam. Diduga karena sudah terlalu lama, maka besi inti dan pelat logam telah terdegradasi sehingga permukaan kontaknya tidak lagi sempurna. Akibatnya timbul tahanan listrik pada titik tersebut, yang menyebabkan disipasi panas berlebihan. Berikut ini gambar dari switchgear tersebut:

Gambar 4.3 Tampilan visual switchgear (Panel LVMDP)

Switchgear adalah panel utama distribusi listrik di gedung. Mengingat usia jaringan listrik yang sudah begitu tua, dimungkinkan adanya cacat komponen akibat dari proses degradasi yang membuat jalur listrik menjadi terhambat. Jaringan listrik yang berasal dari trafo PLN didistribusikan ke semua gedung dan fasilitas di dalamnya melalui panel utama ini. Inspeksi thermography dilakukan terhadap panel ini. Hasil thermography menunjukkan adanya titik panas yang mengindikasikan adanya kesalahan di sekitar titik tersebut (Gambar 4.2 hasil inspeksi thermography dengan infra red thermovision). Inspeksi selanjutnya dilakukan pada kotak panel listrik Gedung tersebut (lihat Gambar 4.3 tampilan visual switchgear (Panel LVMDP)). Meski sesungguhnya secara visual sama sekali tidak terlihat adanya komponen yang mencurigakan, tetapi diperoleh titik panas pada lubang panel sisi kanan atas.

Evaluasi berikutnya menunjukkan ada sebuah kabel yang terlalu kecil diameternya sehingga menerima beban berlebih yang akhirnya menimbulkan panas. Hasil dari inspeksi termografi ini adalah perlunya rekomendasi untuk mengganti kabel tersebut

2. Preventive Maintenance (*Time Base Maintenance*)

Metode kedua yang bisa dilakukan untuk merawat sistem kelistrikan adalah dengan menjalankan metode ***preventive maintenance***. ***Preventive maintenance*** adalah suatu pengamatan secara sistematik disertai analisis teknis-ekonomis untuk menjamin fungsi suatu peralatan listrik dan memperpanjang umur peralatan yang bersangkutan. Tujuan preventive maintenance adalah untuk dapat mencapai suatu tingkat pemeliharaan terhadap semua peralatan listrik sehingga akan memperoleh suatu kualitas kinerja yang optimum. Adapun kegiatan Preventive Maintenance pada Instalasi Listrik meliputi:

- **Inspeksi (*inspection*),**

  adalah kegiatan pemeliharaan periodik untuk memeriksa kondisi komponen peralatan peralatan listrik dan area sekitar peralatan listrik. Lihat, rasa, dengar, adalah kegiatan pemeliharaan untuk memeriksa kondisi peralatan melalui penglihatan, perasaan dan pendengaran.

- **Pemeliharaan berjalan (*running maintenance*),**

  adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan tanpa menghentikan kerja peralatan listrik.

- **Penggantian komponen kecil (*small repair*),**

  adalah kegiatan pemeliharaan yang berupa penggantian komponen kecil pada panel maupun bagian instalasi listrik.

- **Pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*),**

  adalah pemeliharaan yang dapat dilakukan hanya pada saat peralatan listrik/ genset berhenti.

Seperti yang telah dijelaskan, preventive maintenance berfungsi menangani langsung hal-hal yang bersifat mencegah terjadinya kerusakan pada komponen-komponen instalasi listrik. Pencegahan dilakukan dengan cara memeriksa alat/instalasi secara teratur dan berkala serta memperbaiki kerusakan kecil yang dijumpai selama pemeriksaan. Bagaimanapun kondisi suatu peralatan listrik yang telah direncanakan, maka keausan dan kerusakan selama pemakaian umumnya masih dapat terjadi. Namun demikian, laju keausan dan kerusakan ini masih dapat diperkirakan besarnya bila komponen instalasi listrik dipakai dalam kondisi normal.

Khususnya dalam bidang peralatan listrik dan elektronika, sering diingatkan bahwa kerusakan-kerusakan komponen listrik merupakan bahaya yang selalu mengancam. Sehingga tidak ada alat/instrumen yang dapat memeriksa dan mengukur terhadap

kerusakan komponen secara detail. Dalam praktiknya secara umum yang sering dilakukan, seperti mengganti semua bola lampu listrik dalam jangka waktu tertentu. Jadi tidak menggantinya satu persatu setelah bola lampu tersebut padam.

Keuntungan dari Preventive Maintenance antara lain :

- Preventive maintenance bersifat antisipasif, sehingga bagian produksi listrik maupun bagian maintenance seharusnya dapat melakukan prakiraan dan penjadwalan produksi yang baik.
- Preventive maintenance dapat meminimumkan waktu berhentinya peralatan produksi (*down time*).
- Preventive maintenance dapat meningkatkan mutu pengendalian suku cadang.
- Preventive maintenance dapat menurunkan tingkat kegiatan pekerjaan yang bersifat darurat.

Kerugian dari Preventive maintenance adalah dapat terjadi pemborosan suku cadang bila penggantian suku-suku cadang dilakukan sebelum rusak.

3. Corrective Maintenance

Corrective Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berencana pada waktu-waktu tertentu, ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau performa kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya. Tujuannya untuk mengembalikan pada kondisi semula disertai perbaikan dan penyempurnaan instalasi. Pemeliharaan ini disebut juga ***Currative Maintenance***, yang berupa ***Troubleshooting*** atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurang berfungsi yang dilaksanakan secara terencana. Berikut poin-poin ***corrective maintenance*** pada switchgear 20 kV:

1. Pemeliharaan terminal
2. Mengatasi suara getaran akibat korona
3. Pengecekan ***partial discharge*** kabel daya
4. Mengganti minyak PMT
5. Penggantian/menambah gas SF6
6. Pengukuran keserempakan kontak PMT

4. Breakdown Maintenance

Breakdown Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan sifatnya darurat.

BAB V

Perawatan Sistem Kelistrikan Rumah 220 V

I. Perawatan dan Perbaikan Instalasi Listrik Rumah Tangga

Proses pemeliharaan instalasi listrik rumah tangga 220 V, meliputi program pemeriksaan, perawatan, perbaikan, dan uji ulang berdasarkan petunjuk pemeliharaan yang sudah ditentukan. Bertujuan supaya keadaan instalasi selalu baik dan bersih, serta aman bila digunakan oleh orang-orang yang di dalam rumah. Selain itu, tujuan lain dari pemeliharaan adalah agar gangguan serta kerusakan mudah diketahui, dapat dicegah atau diperkecil. Tidak hanya bagian yang mudah terkena gangguan saja tetapi juga pengaman, pelindung, dan perlengkapannya seperti papan pengenal dan rambu peringatan, serta bangunannya harus terpelihara dengan baik. Karena apabila instalasi listrik mengalami aus, penuaan atau kerusakan tentu pastinya akan mengganggu kinerja instalasi. Maka secara berkala, instalasi harus diperiksa dan diperbaiki, serta bagian yang aus, rusak atau mengalami penuaan harus segera diganti.

Berikut ini panduan memelihara dan memperbaiki beberapa komponen instalasi rumah 220 V:

A. Sekering

Sekering merupakan alat pengaman dari gangguan arus lebih ataupun hubung singkat. Di dalam beberapa sekering dipasang kawat perak sebagai sambungan sekering yang akan meleleh jika terjadi gangguan arus lebih atau arus hubung singkat. Ukuran sekering harus menurut aturan yang ditetapkan dalam PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik), yaitu maksimal sebesar 2,5 kali arus nominalnya. Cara merawat sekering adalah dengan memastikan ukuran sekering yang digunakan di rumah kita sudah sesuai dengan peraturan PUIL, yaitu maksimal 2,5 kali arus nominalnya. Karena apabila dilanggar, bisa menyebabkan sekering kelebihan beban dan sering putus. Tentu saja sering putusnya sekering akan mengganggu kinerja listrik di rumah kita. Bagi yang menggunakan sekering baik tipe lebur maupun tombol, pastikan lapisan tembaga pada ujung sekering masih bersih dan tidak ada korosi. Berikut gambar sekering yang masih layak pakai dan yang sudah tidak layak pakai karena terkena korosi.

Gambar 5.1 Sekering yang masih layak pakai

Gambar 5.2 Sekering yang terkena korosi

korosi bisa menyebabkan sekering tidak berfungsi dengan baik, kalau terjadi korosi segera ganti dengan sekering yang baru. Bila sekering masih lumayan bagus bisa kita amplas dengan amplas yang halus pada bagian tembaga yang terkena korosi.

B. Sakelar

Sakelar merupakan alat untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik. Penempatan saklar sebaiknya di tempat yang mudah dijangkau seperti di dekat pintu masuk ruangan.

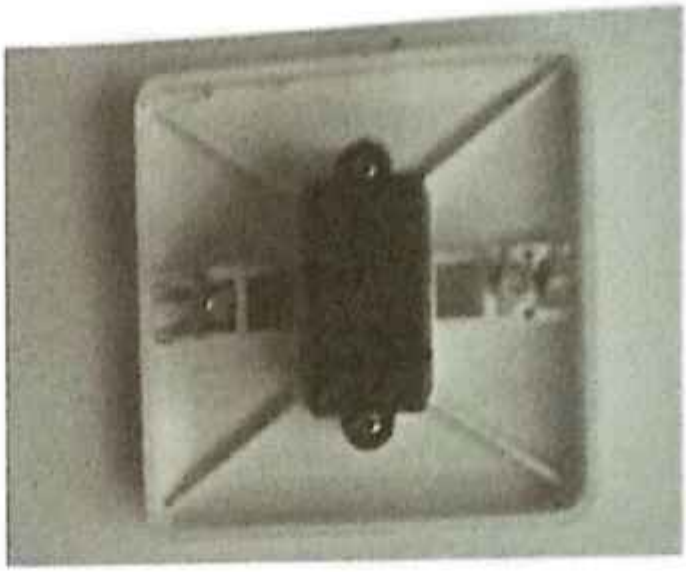
Gambar 5.3 Sakelar tembok tunggal tampak depan

Suatu saat sakelar mengalami ganguan yang mengakibatkan lampu yang di sakelarnya tidak menyala saat saklar di-ON kan, atau pada kasus lain lampu dapat menyala tetapi redup dan berkedip. Gangguan pada saklar disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu:

1. Lampu yang sudah putus.
2. Komponen pada fitting lampu mengalami kerusakan.
3. Kabel instalasi ada yang putus.
4. Komponen di dalam sakelar mengalami gangguan kerusakan.

Tahapan-tahapan untuk memperbaikinya adalah sebagai berikut:

1. Untuk keselamatan saat perbaikan agar tidak tersengat arus listrik maka listrik di rumah dimatikan dengan meng OFF kan tuas MCB
2. Lepaskan saklar dari tembok dengan melonggarkan kedua sekrup yang menempel pada saklar menggunakan obeng plus.
3. Setelah sekrup terlepas tariklah badan saklar ke arah luar tembok secara pelan pelan. Kemudian lepaskan kabel yang terhubung dengan terminal yang ada pada bagian belakang saklar. Bawalah saklar ke tempat yang terang untuk memudahkan saat perbaikan.

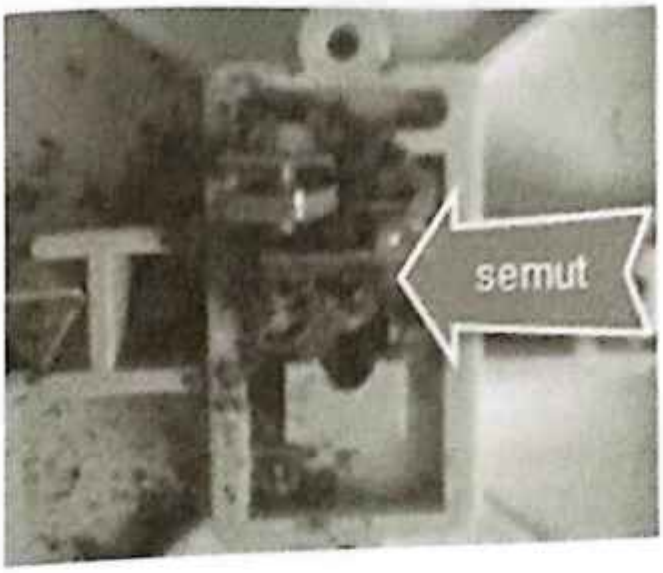


Gambar 5.4 Tampilan belakang sakelar tembok model pengunci

4. Perhatikan bentuk sakelar bagian belakang (lihat gambar 5.4 tampilan belakang sakelar tembok). Setelah itu kita lihat bagaimana sistem rekat pada sakelar rumah kita? apakah memakai baut atau pengunci? bila perekatan rumah sakelar memakai sistem sekrup maka untuk dapat membuka sistem mekanisnya lepaslah sekrup tersebut. Jika sistem rekatnya menggunakan sistem pengunci, maka congkel penguncinya menggunakan obeng minus sehingga rumah sakelar dapat terbuka.

5. Setelah rumah sakelar telah terbuka maka akan terlihat sistem mekanis sebuah sakelar yang terdiri dari beberapa plat logam dan per/pegas. Sistem mekanis sakelar tidak akan berfungsi dengan baik bila tertutup oleh kotoran atau benda asing lain yang menutupinya. Pada sakelar listrik yang tertanam di tembok rumah, kerusakan pada umumnya disebabkan oleh semut yang membuat sarang di dalam sakelar.

6. Perhatikan contoh gambar di bawah ini yang terlihat jelas bahwa sakelar mekanis telah penuh dengan sarang semut. Bagian yang penuh dengan debu, kotoran atau semut dapat dibersihkan menggunakan kuas kecil.



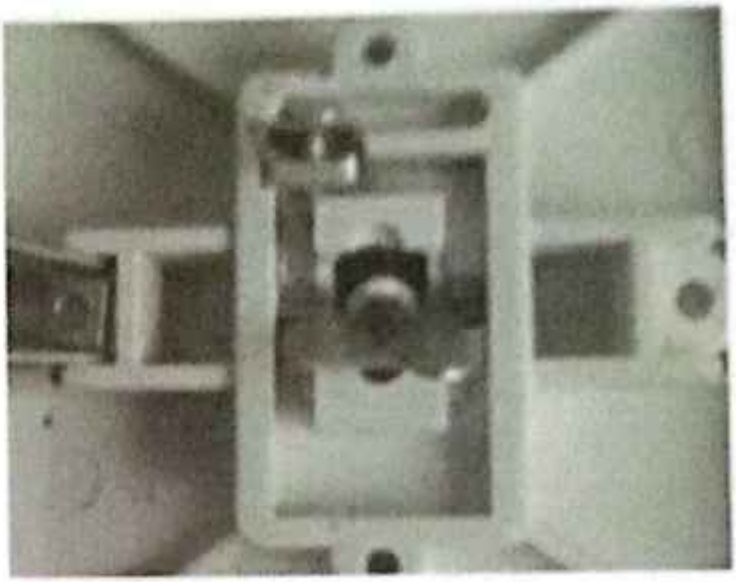
Gambar 5.5 Sakelar yang penuh dengan sarang semut

7. Selain membersihkan menggunakan kuas, ampelaslah konektor yang berdekatan dengan pegas yang berfungsi memutuskan dan menyambungkan arus listrik.

8. Untuk mencegah semut tidak kembali membuat sarang pada sakelar, maka letakkan kapur barus.

9. Setelah pembersihan selesai maka pasanglah kembali seluruh komponen

saketar kemudian pasanglah saketar ke tembok. Berikut ini gambar saketar yang telah dibersihkan.



Gambar 5.6 Sakelar yang sudah dibersihkan dari sarang semut

10. Nyalakan listrik dengan meng ON kan tuas MCB. Cobalah menyalakan lampu dengan menekan sakelar tembok yang telah diperbaiki. Apabila lampu menyala dengan normal maka perbaikan telah berhasil. Tetapi bila lampu tidak menyala maka periksa ulang komponen mekanis sakelar mungkin ada bagian tidak terpasang atau bergeser posisi.

C. Stop kontak portable (roll listrik)

Seiring semakin banyaknya peralatan rumah tangga yang membutuhkan suplay listrik, maka kebutuhan akan stop kontak semakin bertambah. Namun hal tersebut tidak selalu diimbangi dengan bertambahnya jumlah stop kontak yang ada di rumah. Kebanyakan orang akan malas untuk menambah jumlah stop kontak yang bersifat permanen yang ada di tembok walaupun itu dinilai lebih aman daripada stop kontak portable (roll listrik). Hal itu disebabkan karena biaya yang harus dikeluarkan tidak sedikit untuk membeli aneka bahan bangunan

seperti semen, pasir, cat, kuas cat, dll. Apalagi belum ditambah dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli bahan-bahan kelistrikan, seperti pipa PVC, perpanjangan kabel, stop kontak, dll. Masih ditambah pula untuk membayar jasa tukang bangunan dan tukang listrik yang sudah menambah beberapa titik stop kontak pada rumah kita.

Alternatif solusi yang murah dan mudah untuk memenuhi kebutuhan stop kontak itu adalah dengan membeli stop kontak portable atau sering kita sebut dengan "roll listrik". Meskipun tidak semua berbentuk roll atau gulungan, ada juga yang tidak digulung atau biasa juga disebut stop kontak ekstensi (perpanjangan).

Di pasar elektronik banyak tersedia berbagai macam stop kontak perpanjangan dan juga stop kontak model gulung (roll listrik). Semua disesuaikan dengan ***budget*** yang kita anggarkan dalam hal penambahan jumlah stop kontak. Lebih baik kita menghitung kemungkinan jumlah penambahan alat-alat listrik yang membutuhkan stop kontak untuk ke depannya, dan tidak hanya menghitung jumlah kebutuhan jumlah stop kontak saat ini.

Dengan perhitungan semacam itu, ke depannya kita tidak perlu membeli stop kontak lagi hanya untuk penambahan dua atau mungkin dua peralatan listrik. Membeli I unit stop kontak dikemudian hari, tentunya akan lebih mahal daripada sekaligus membeli stop kontak untuk kebutuhan saat ini ditambah kebutuhan yang akan datang.

Gambar 5.7 merupakan contoh stop kontak perpanjangan dan model roll:

Gambar 5.7 Stop kontak ekstensi (perpanjangan)

Gambar 5.8 Macam stop kontak model roll

Dalam pembahasan kali ini, penulis ingin menyampaikan cara memelihara dan memperbaiki stop kontak portable dengan gejaja kerusakan sebagai berikut ini:

I. Mati total

Kejadian di mana listrik tidak mengalir ke terminal stopkontak pada kabel roll meskipun stekernya telah terpasang ke stopkontak. Hal ini dapat dilihat dengan padamnya lampu indikator yang berada di dekat terminal kabel roll. Langkah-langkah untuk memperbaikinya sebagai berikut ini:

a) Buka skrup yang ada pada terminal stopkontak lalu pisahkan tanggal penutup stopkontak. Sehingga tampak gambar seperti di bawah ini

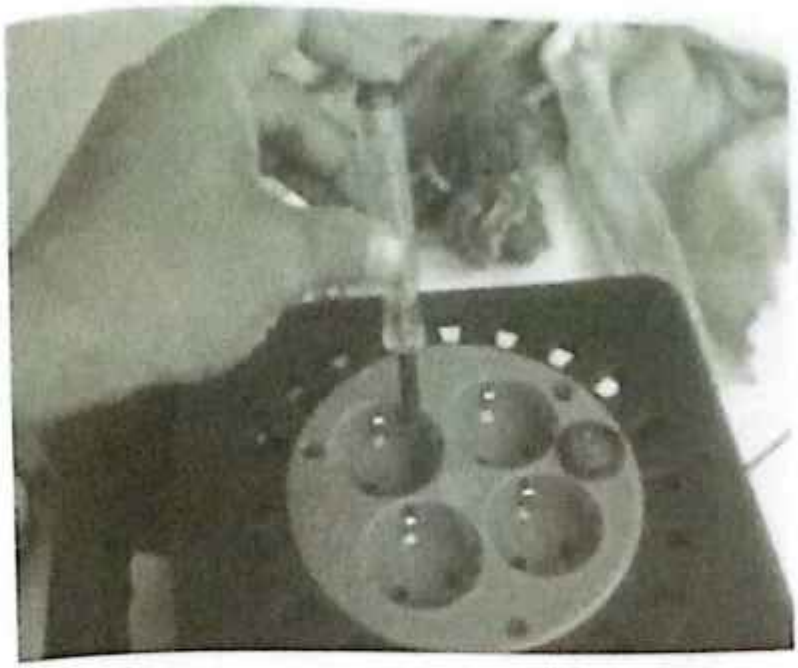
Gambar 5.9 Tampilan dalam roll listrik

b) Lihatlah seluruh bagian yang terdapat di dalam kotak kabel roll. Apakah kedua kabel tersambung dengan baik ke terminal stopkontak! Bila tersambung dengan baik maka kemungkinan jalur kabel dari terminal ke steker ada yang putus.

c) Untuk mengetahui apakah kabel putus atau tidak, dapat diuji menggunakan tespen atau AVO meter.

Menguji dengan tespen :

- masukkan steker ke stopkontak, tekan sakelar pada terminal rol ke posisi "on"
- masukkan ujung tespen ke lubang pada terminal rol listrik, lakukan pengujian ini pada semua lubang. Silahkan lihat gambar di bawah ini



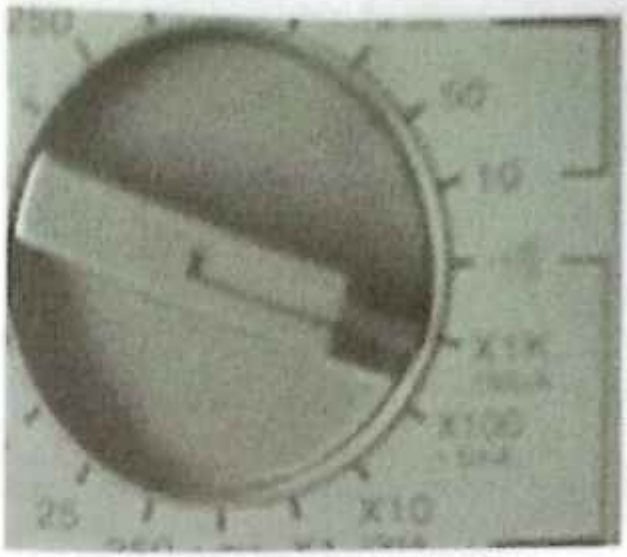
Gambar 5.10 Pengujian kabel putus dengan tespen

- Bila tidak ada lubang yang dapat menyalakan tespen cobalah cabut steker, kemudian masukkan lagi ke stopkontak dengan posisi steker dibalik (diputar 180derajat).
- Ulangi mengukur terminal pada roll seperti sebelumnya, bila tespen masih tidak menyala maka dapat dipastikan kedua kabel putus di dalam. Tetapi bila tespen dapat menyala pada salah satu lubang maka hanya satu kabel yang terputus di dalam.

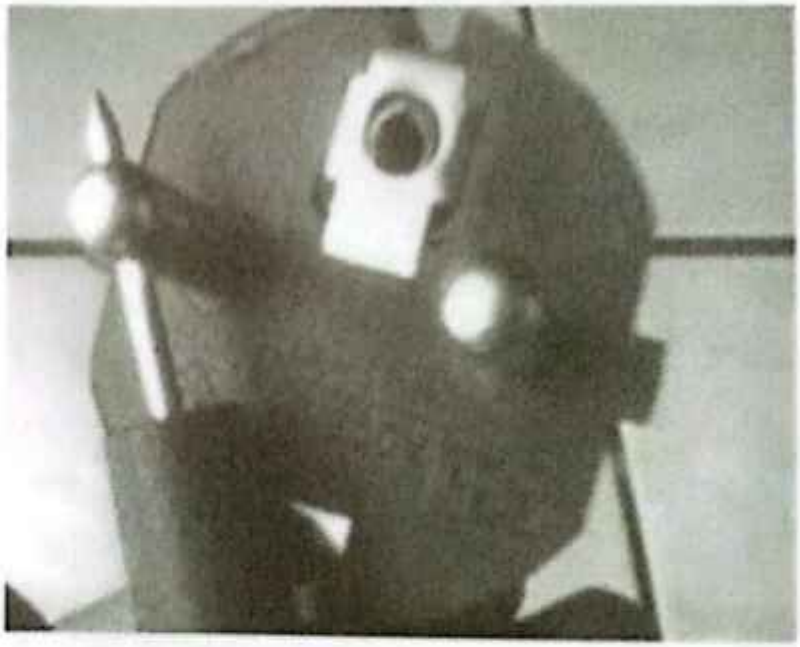
Menguji dengan tespen :

- Cabut steker dari stopkontak
- Atur posisi sakelar pemilih pada avo meter pada skala R X 1 Kilo Ohm, (seperti pada gambar 5.11)
- Tempelkan salah satu probe(stik pengukur) pada AVO meter ke salah satu jari steker (gambar 5.12) sedangkan probe yang lain ke salah satu lubang stop kontak (gambar 5.13).

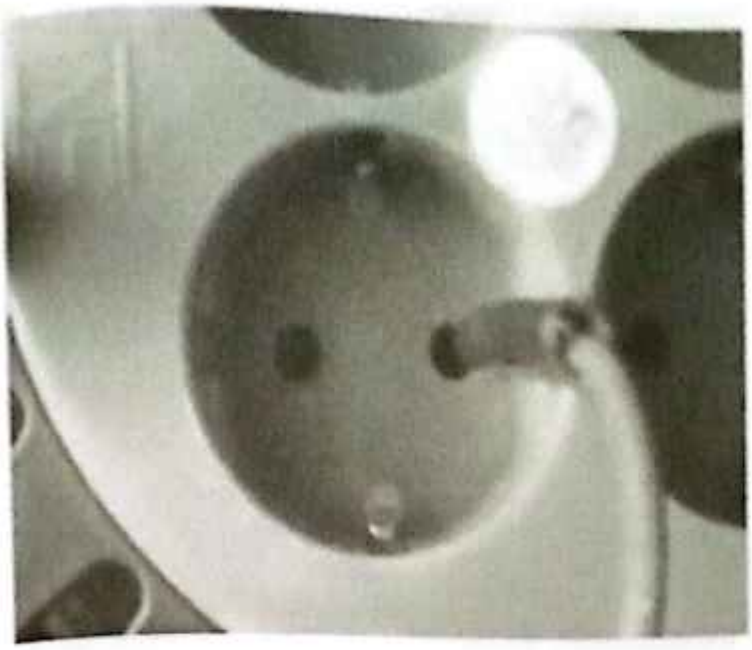
- Kabel yang masih baik/tersambung akan ditunjukkan dengan bergeraknya jarum penunjuk pada AVO meter ke arah kanan dan diam di angka nol.



Gambar 5.11 Memilih menu pada tespen



Gambar 5.12 Cara menempelkan probe AVO ke steker



Gambar 5.13 Cara menempelkan probe AVO ke stop kontak

Kabel yang terputus akan ditandai dengan tidak bergeraknya jarum penunjuk pada AVO meter.

- Ulangi urutan pengukuran kabel pada steker dan lubang stop kontak yang lainnya seperti di atas, untuk mengetahui kabel yang lain juga terputus atau tidak.

Catatan

Cara mengetahui letak kabel yang terputus tanpa menggunakan tespen atau AVO meter: ***Cara ini hanya dapat dilakukan pada kabel yang putus sebelah.***

- Masukkan steker ke stopkontak.
- Nyalakan terminal rol listrik dengan mengubah posisi sakelar ke posisi "on".
- Mulailah menekuk-nekuk kabel mulai dari pangkal steker sampai ujung kabel yang terdekat dengan kotak terminal sambil memperhatikan

lampu indikator pada kotak terminal roll. Perhatikan gambar di bawah ini.

Gambar 5.14 Cara menekuk kabel roll

- Bila saat menekuk-nekuk kabel ternyata lampu menyala dan mati secara bergantian, berarti di tempat kabel yang ditekuk terdapat kabel putus yang tersambung oleh tekukan kita.
- Kupaslah pembungkus kabel lalu periksa kabel mana yang putus.
- Setelah ditemukan kabel mana yang putus maka sambunglah kabel yang putus tersebut dengan benar.
- Bila letak kabel yang putus dekat dengan steker sehingga tidak memungkinkan untuk disambung, maka pasanglah steker baru.

Jika cara di atas tidak berhasil maka kita dapat menggunakan cara "***asal tebak***" yaitu cara yang dilakukan dengan memotong kabel. Cara ini dilakukan dengan cara berurut yaitu:

- Potong kabel dengan panjang kira-kira 50cm dari steker,
- Ukur masing -masing kabel yang menuju kotak terminal roll

menggunakan AVO meter dengan R X IKohm.

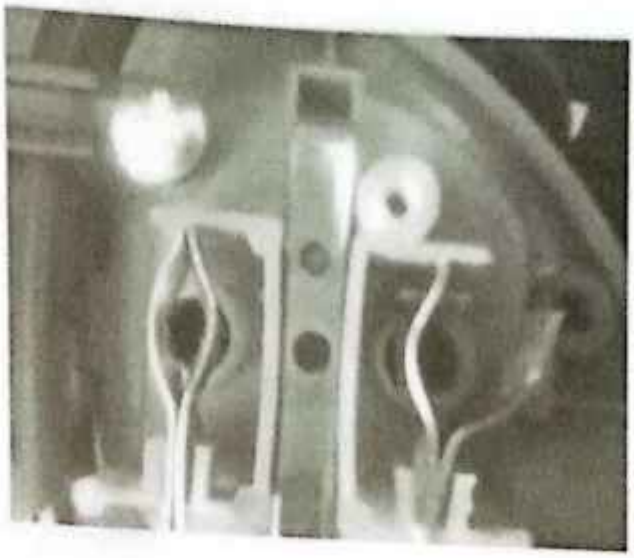
- Tempelkan salah satu probe ke salah satu kabel sedangkan probe lainnya ke salah satu lubang pada terminal rol listrik. Kabel yang baik adalah ditunjukkan dengan bergeraknya jarum avo ke kanan, sedangkan kabel yang putus ditunjukkan dengan tidak bergeraknya jarum AVO.
- Apabila pada pengujian di atas masih ada kabel yang putus, maka lakukan pemotongan kedua, yaitu dengan memotong kabel sepanjang 50 cm dan ulangi pengujian pada poin 2 dan poin 3.
- Lakukanlah pengujian di atas sampai tidak ditemukan lagi kabel yang putus. Biasanya letak kabel yang putus adalah pada kabel yang terdekat dengan steker, karena di bagian tersebut kabel sering ditarik dan diulur sehingga kabel dapat putus di dalam.
- Bila tidak memiliki AVO meter untuk mengukur kabel maka pasanglah steker baru pada kabel yang dipotong lalu hubungkan steker baru tersebut pada stopkontak. Lihat lampu indikator pada terminal rol listrik, bila terminal rol listrik menyala berarti kabel sudah betul. Tetapi bila lampu indikator mati maka lepaskan steker, lalu potong lagi kabel sepanjang 50 cm dan lakukan pengujian ulang.

2. Stop kontak pada terminal roll tidak bisa digunakan, tapi lampu indikator menyala. Listrik yang mengalir ke terminal roll listrik terkadang mati dan hidup.

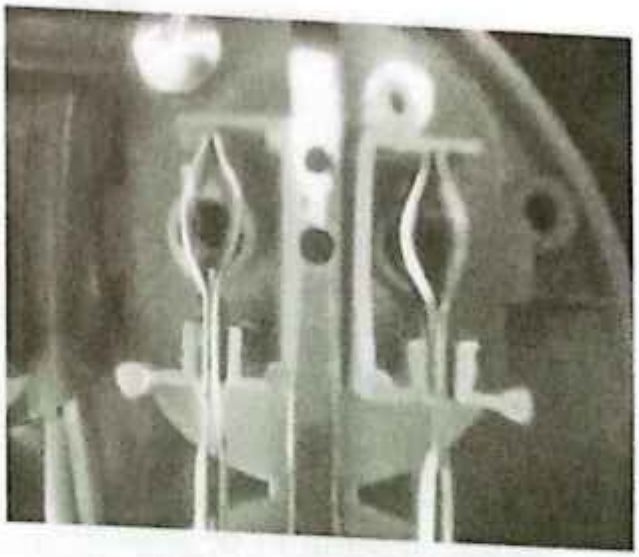
Cara memperbaikinya sebagai berikut:

- Buka sekrup pada bagian atas terminal kemudian angkat terminal lalu balikkan sehingga terlihat bagian bawahnya.
- Periksa sambungan kabel dan plat penjepit jari steker.

- Bersihkan karat yang biasanya menempel pada plat tersebut menggunakan ampelas.
- Lihat juga bentuk plat penjepit apakah plat penjepit mampu menjepit setiap steker yang masuk, bila plat terlihat longgar maka perbaiki dengan cara dijepit menggunakan tang. Silahkan cek gambar berikut ini:



Gambar 5.15 Contoh tembaga stop kontak yang berkarat dan kendor



Gambar 5.16 Tembaga yang sudah diamplas dan diperbaiki

- Bila kita tidak memiliki tang maka kita dapat menggunakan jari telunjuk dan

ibu jari untuk menjepit plat agar kembali ke posisi semula sehingga mampu menjepit jari steker.

- Pasang kembali seluruh komponen lalu cobalah menghubungkan kabel roll listrik ke stopkontak. Lalu teslah salah satu stop kontak pada roll listrik dengan memasukkan steker alat elektronik ke stop kontak. Bila alat elektronik tersebut dapat menyala berarti perbaikan berhasil.

D. Fitting

Fitting merupakan alat untuk menghubungkan lampu dengan jaringan listrik secara aman. Dalam menyambung penghantar dengan kontak fitting, harus diperhatikan bahwa kontak sebelah dalam fitting dihubungkan dengan penghantar fasa. Sedangkan kontak sebelah luar fitting yang berulir dihubungkan dengan penghantar nol dari jaringan listrik. Cara untuk memelihara fitting sangat sederhana, yaitu:

1. Memeriksa dan memperbaiki keadaan perlengkapan instalasi listrik lainnya. Apabila ada yang kendor, maka dikencangkan lagi sekrupnya.

Gambar 5.17 Bagian lubang sekrup yang harus dicek

2. lauhkan perlengkapan instalasi listrik dari sumber yang membahayakan. Misalnya sumber api, sumber air dan sebagainya.

3. Peralatan tertentu seperti relai yang bagiannya lebih cepat terganggu sistem kerjanya karena mengalami aus, perusakan atau kerusakkan harus secara berkala diperiksa dan dicoba, baik segi mekanis maupun listriknya.

2. Perawatan dan Perbaikan Peralatan Listrik Rumah Tangga

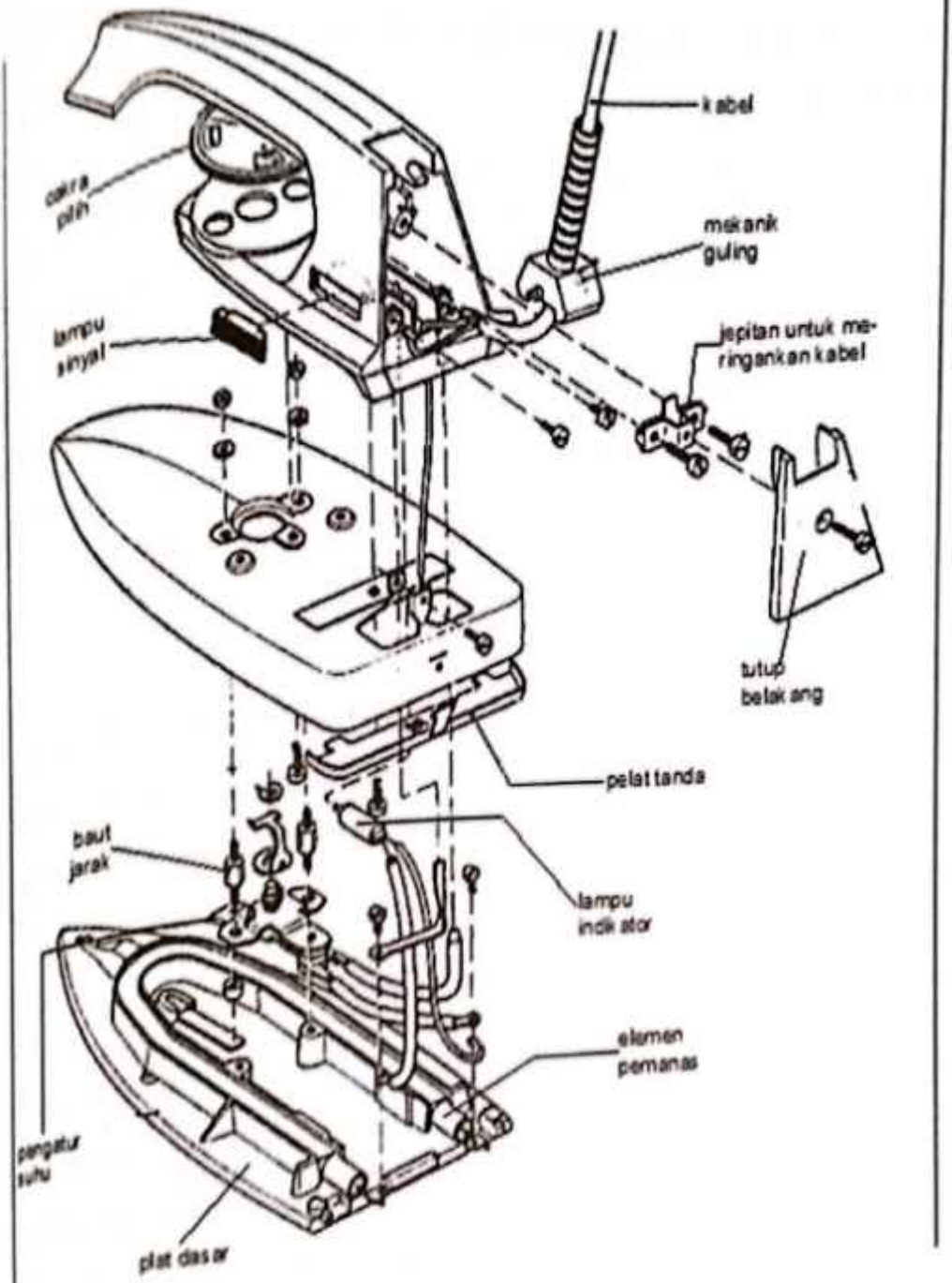
Berikut ini akan dijelaskan bagaimana cara merawat dan memperbaiki peralatan elektronik yang biasa kita pakai dalam kehidupan sehari-hari.

A. Setrika

Setrika listrik adalah peralatan listrik rumah tangga yang digolongkan dalam peralatan pemanas berdaya rendah. Tentunya kita akan sering menggunakan setrika untuk menghaluskan baju atau pakaian yang kita pakai. Prinsip kerja setrika listrik adalah mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui elemen pemanas. Panas yang dihasilkan akan dikumpulkan oleh besi pengumpul panas dan kemudian melalui gosokan akan diteruskan pada objek yang akan disetrika.

1. Konstruksi utama setrika listrik

   Di dalam setrika listrik terdapat komponen-komponen pokok, seperti gambar 5.18:



Gambar 5.18 Komponen-komponen utama setrika listrik

Keterangan :

a) Elemen Pemanas

Sebagai sumber panas setrika listrik menggunakan elemen pemanas berupa kawat nikelin berbentuk pipih. Dililitkan pada lembaran mika yang

dibentuk sedemikian rupa sesuai bentuk alas setrika, sehingga panasnya dapat tersebar merata. Elemen pemanas ini terisolasi terhadap bodi setrika.

Pada setrika listrik model yang lain, kawat nikelin digulung menyerupai bentuk spiral dan dimasukkan dalam selongsong/pipa sebagai pelindung. Agar arus listrik tidak mengalir ke badan setrika, antara spiral nikelin dengan pipa disekat/disolasi dengan bahan oksida magnesium. Pada setrika model lama, spiral nikelin diberi selongsong dari bahan keramik/ batu tahan api sebagai pelindung dan sekaligus sebagai isolator.

b) Pelat Dasar

Besi pengumpul panas (pelat dasar) atau yang sekaligus sebagai bagian dasar/alas dari setrika, berbentuk plate yang dilapisi bahan anti karat dan anti lengket. Bagian ini harus selalu bersih karena langsung dengan objek yang disetrika (pakaian).

c) Bagian Penutup Setrika dan Pegangan Setrika

Tutup setrika berguna untuk melindungi bagian dalam seterika yang dialiri arus listrik terhadap sentuhan pemakaiannya. Selain itu juga berfungsi agar panas tidak menyebar langsung ke udara bebas. Sedangkan pemegang setrika biasanya terbuat dari bahan yang tidak mengalirkan panas dan juga tidak mengalirkan arus listrik. Pada bagian ini biasanya terbuat dari kayu, ebonit atau karat.

d) Terminal dan Kabel Penghubung

Terminal berguna untuk menghubungkan rangkaian dalam setrika dengan sumber tegangan dari kotak-kontak dinding melalui kabel penghubung. Beberapa model setrika listrik menggunakan terminal yang merupakan

tempat persambungan antara ujung kawat elemen yang disambung pada tusuk kontak (stiker) dengan kabel penghubung luar yang disambung pada kontra steker. Kabel penghubung sehingga dapat dilepas dan disimpan terpisah dari setrikanya pada saat tidak digunakan.

e) Pengatur Suhu Otomatis

Seterika dengan pengatur panas otomatis menggunakan komponen tambahan berupa termostat yang tersusun dari bahan bimetal, yaitu lempengan dua logam yang berbeda koefisien muai panjangnya dan disatukan menjadi satu lempengan. Apabila lempengan logam ini terkena panas, maka salah satu jenis logamnya akan memuai lebih dahulu. Sehingga lempengan tadi membengkok,dan arah bengkok lempengan ini kemudian dimanfaatkan untuk melepas/menghubungkan kontak. Jadi, bila panas berlebihan kontak memutus sehingga elemen pemanas tidak lagi dialiri arus listrik. Tetapi bila panasnya mulai rendah lagi, kontak akan menghubung kembali dan arus listrik kembali mengalir melalui elemen pemanas. Dengan demikian, kondisi panas setrika dapat dipertahankan pada panas tertentu sesuai dengan yang diinginkan melalui pengaturan tombol pengatur panas.

2. Cara Merawat Setrika Listrik

Perawatan rutin setrika listrik relatif ringan, sesuai dengan fungsinya bagian yang perlu diperhatikan adalah alat setrika yang harus selalu terjaga kebersihannya. Biasanya jika selesai digunakan untuk menyetrika pakaian yang jenis kainnya mudah terbakar dan mengandung bahan sintetis, bulu-bulu kain terbakar dan arangnya menempel pada alas setrika. Pembersihannya dapat dilakukan menggunakan lap yang sudah dibasahi dengan bensin/thiner.

Jika sudah terlampau keras dan tebal, dapat dibersihkan dengan pisau atau sekrap tipis. Bagian lain yang harus dipelihara adalah kabel penghubung, terminal dan tusuk kontak. Secara visual, sebaiknya selalu diperiksa apakah isolasi kabel masih baik, terminal hubung dan tusuk kontak apakah masih baik kondisinya atau tidak. Berikut ini komponen-komponen setrika listrik yang rawan terjadi kerusakan dan perlu dilakukan pemeliharaan yang cermat.

a) Elemen Panas

Kerusakan pemanas terjadi karena pemakaian yang berlebihan. Misalnya pada setrika tanpa pengatur panas atau termostat rusak sehingga fungsi kontrolnya tidak bekerja. Kemungkinan lain karena salah pemakaian tegangan, terutama pada setrika baru. Kawat elemen rusak atau putus isolasi elemen rusak, sehingga terjadi hubung singkat ke badan setrika.

Cara merawat komponen ini dengan memakai setrika pada batas kewajaran, dan yang paling penting adalah jangan lupa mencabut steker dari stop kontak. Jika kita lupa mencabut steker, berarti setrika akan bekerja terlalu berat dan terlalu lama. Akhirnya elemen panas rusak.

b) Kabel Penghubung

Kerusakan kabel penghubung terjadi karena salah satu kawat atau keduanya putus akibat sering terpuntir waktu digunakan atau terlipat-lipat saat menyimpan. Sehingga bagi kita yang sering melipat-lipat kabel setrika, mulailah dengan menggulung secara rapi. Kabel yang terlalu kecil akan berubah sangat panas saat digunakan. Isolasi mudah rusak sehingga mudah mengakibatkan terjadinya hubung singkat.

c) Termostat

Kerusakan termostat terjadi akibat pemakai tidak mematuhi petunjuk

pengaturan pemakaiannya atau setrika pernah/sering jatuh sehingga mengubah susunan mekanis dari termostat. Cara untuk merawat bagian ini sangat sederhana. Letakkan setrika yang telah digulung pada tempat yang aman, jauh dari jangkauan anak kecil, dan tidak terlalu tinggi.

B. Pemanggang Roti

Pemanggang roti adalah peralatan listrik rumah tangga yang digunakan untuk memanggang roti yang telah diiris-iris berbentuk lempengan. Panas yang dihasilkan dengan menggunakan elemen pemanas dari kawat nikelin pipih. Dililitkan pada lempengan bahan tahan panas seperti asbes atau mika. Roti yang telah diiris dimasukkan ke dalam rongga yang tersedia, lalu pengguna tinggal memilih akan dipanaskan atau dipanggang.

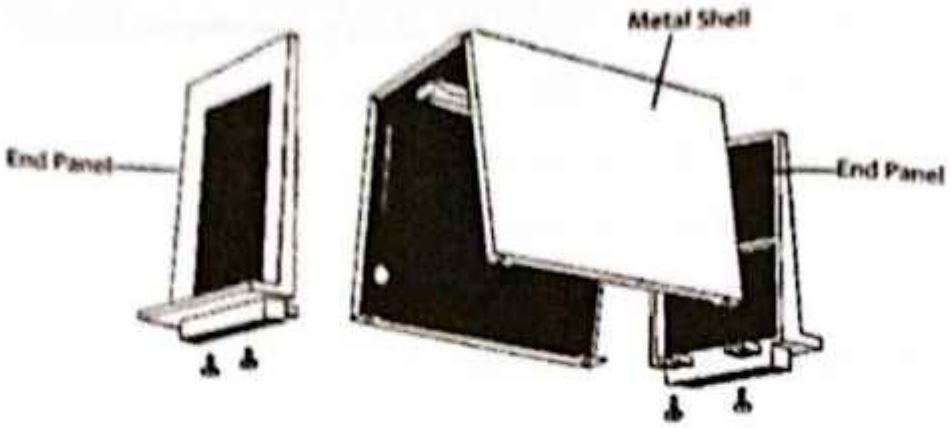
Pada umumnya, pemanggang menggunakan kawat nikrom untuk memproduksi radiasi ini. Kawat nikrom akan membalut suatu lembaran yang terbuat dari mika. Kawat nikrom (***nichrom***)merupakan perpaduan antara nikel dan krom.

1. Konstruksi Pemanggang Roti

Pemanggang roti yang banyak dipakai di rumah tangga mempunyai konstruksi yang terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

a) Rumah pelindung

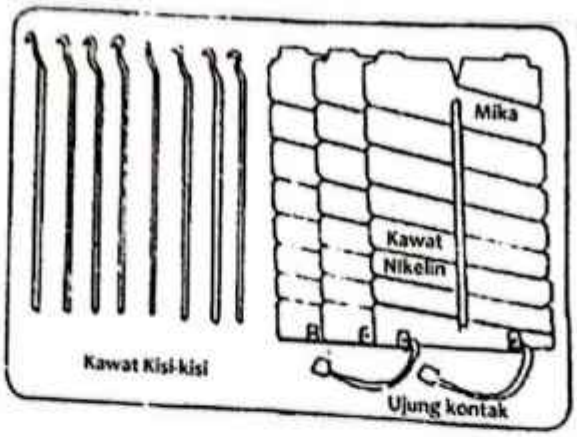
Rumah pelindung dari pemanggang roti tersebut, terbuat dari bahan pelat yang dilapisi chrom atau dicat dengan cat tahan panas agar tidak mudah korosi/berkarat.



Gambar 5.19 Rumah pelindung

b) Elemen pemanas

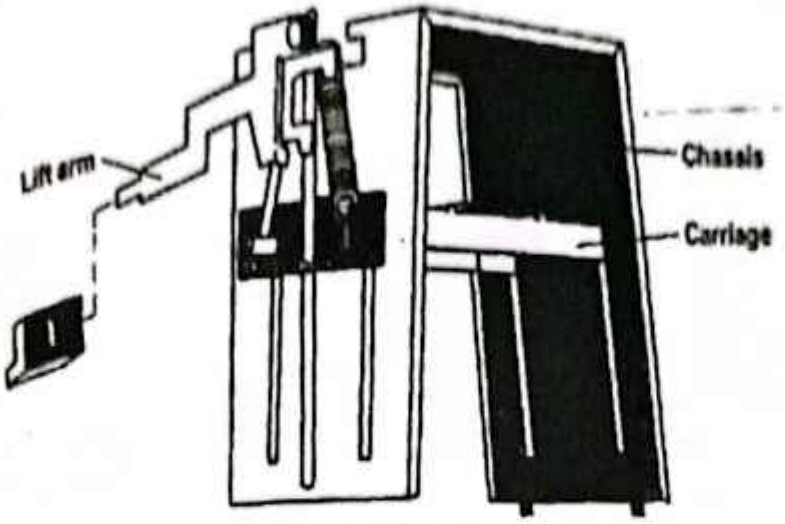
Elemen pemanas umumnya terdiri dari 3 (tiga) bagian yang dihubungkan jajar/paralel dan ditempatkan sejajar, sehingga membentuk dua rongga di tengahnya. Elemen pemanas ini dibuat dari bahan pemanas, yaitu kawat nikelin bulat atau pipih yang dililitkan pada lempengan mika atau asbes.



Gambar 5.20 Elemen pemanas

c) Dudukan roti

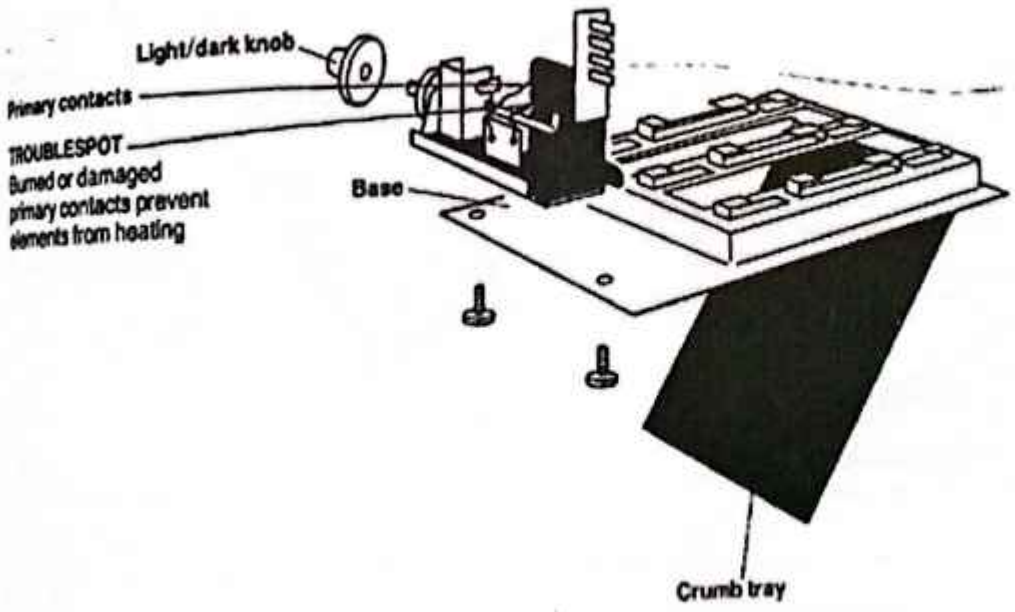
Dudukan roti dibuat sampai dapat naik/turun. Untuk menurunkan dilakukan dengan cara ditekan (secara manual), sedangkan untuk menaikkan kembali terjadi secara otomatis menurut panas dan lamanya waktu pemanggangan yang ditentukan (diset).



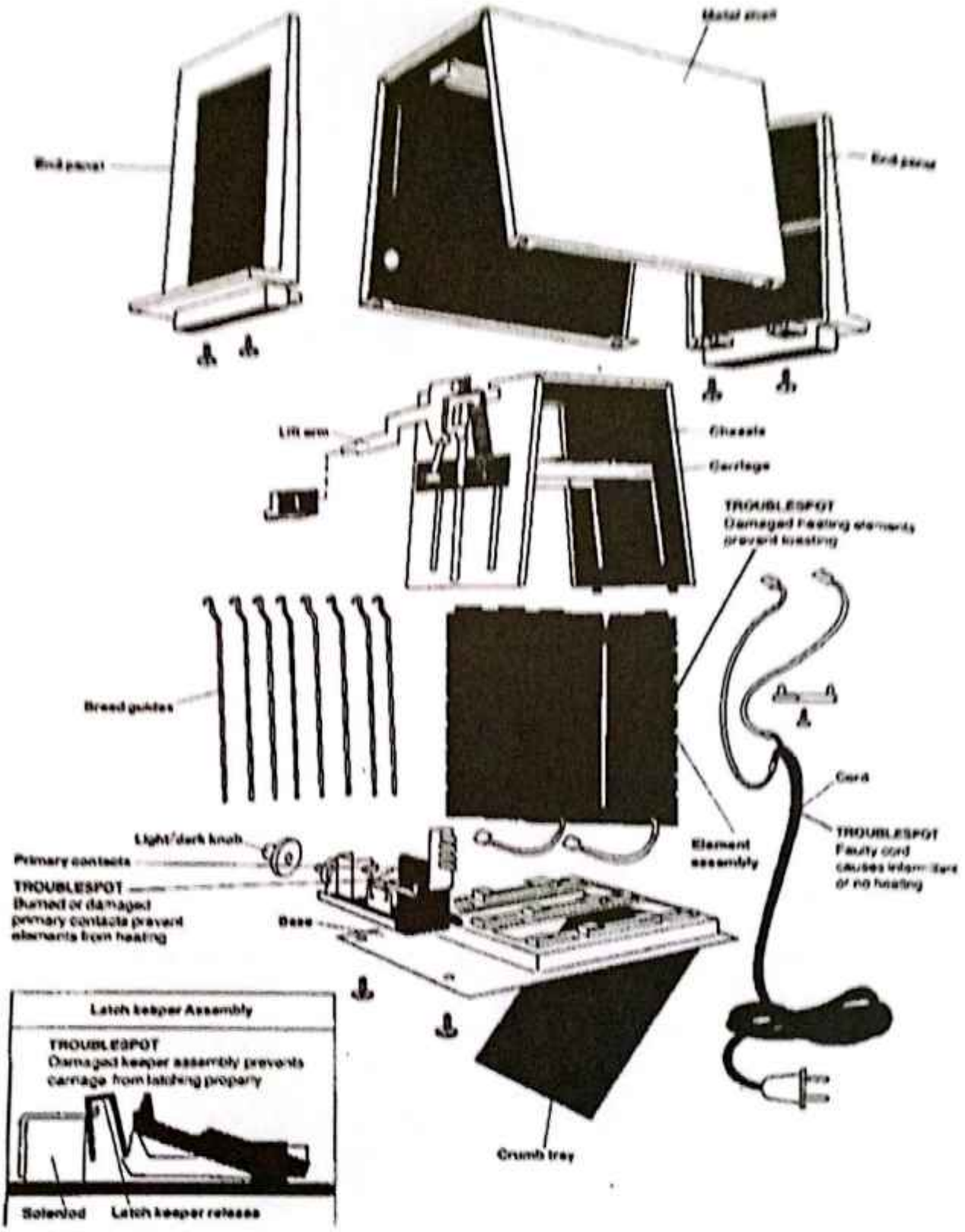
Gambar 5.21 Dudukan roti

d) Pengatur panas dan timer

Pada peralatan pemanggang roti biasanya dilengkapi dengan pengatur panas dengan bimetal atau dengan pengatur lamanya waktu pemanggangan (*timer*). Baik pengaturan pemanggangan menggunakan pengatur panas dengan bimetal ataupun pengatur waktu (timer), pengaturannya dilakukan dengan cara memutar tombol. Pada tombol tersebut terdapat bagian light, medium dan dark atau dengan kedudukan 1, 2 dan 3.



Gambar 5.22 Pengatur panas dan timer



Gambar 5.23 Komponen-komponen pemanggang roti secara keseluruhan

3. Cara Merawat Pemanas Roti

Beberapa kerusakan pada pemanggang roti:

a) Kotor karena banyak dan sisa pembakaran

Perbaikannya dengan cara membersihkan bagian-bagian tertentu. Misalnya pada terminal. Caranya membersihkan kontak dan sambungan, membersihkan kontak-kontak dengan amplas halus dan mengencangkan kembali baut pada sambungan.

b) Kesalahan pemakaian, sehingga mengakibatkan elemen pemanas putus.

Untuk mengetahui elemen yang putus dapat diamati secara visual atau diukur dengan AVO meter. Bila elemen putus diganti dengan yang baru.

c) Perlengkapan mekanik dari pemanggang roti rusak

Untuk kasus ini buka sekrup bagian bawah dari rumah pemanggang roti tersebut, periksa bagian mekanik pengangkat roti serta pengatur panas/bimetal. Perhatikan pada saat membuka pegas-pegas dan sambungan mekaniknya.

d) Kerusakan kabel penghubung

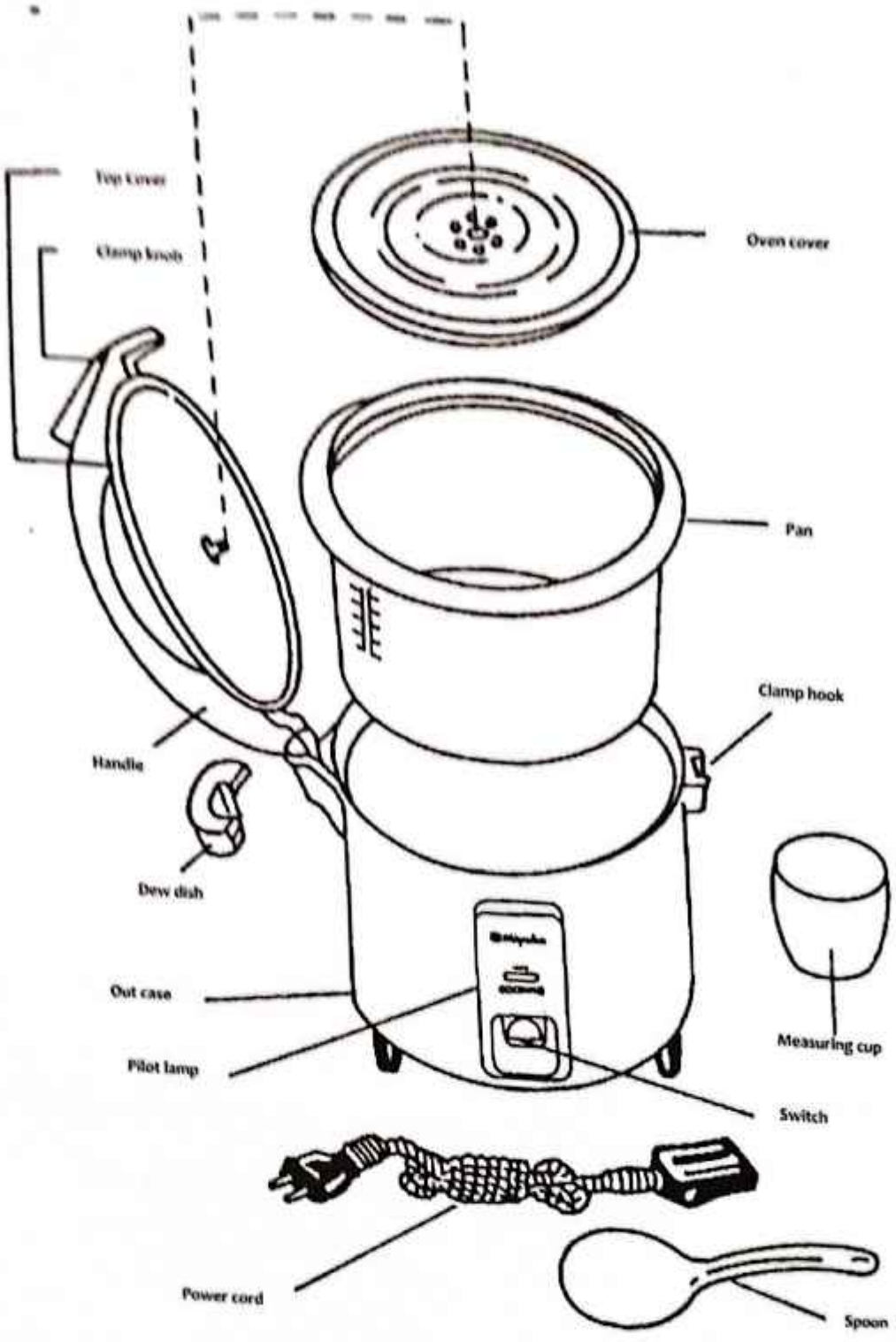
Hal ini sering terjadi karena kabel sering terlipat. Kerusakan dapat berupa kabel putus atau isolasi kabel rusak. Bila masih memungkinkan, pada tempat kerusakan saja yang dipotong atau diisolasi. Tetapi bila sudah terlalu pendek sebaiknya diganti baru.

C. Rice Cooker

Perabot rumah tangga yang satu ini berfungsi untuk menanak beras dan sekaligus menghangatkan nasi yang sudah dimasak. Alat ini sangat efisien karena tidak seperti kompor yang harus mematikan api saat nasi sudah masak. Caranya hanya

dengan memasukkan beras dan air lalu nasi siap dimakan dalam 30 ---- 45 menit.

1. Konstruksi ***Rice Cooker***



Gambar 5.24 Komponen-komponen rice cooker

a) Pan bagian dalam

Bagian ini untuk tempat menempatkan beras yang akan ditanak, terbuat dari logam/aluminiumnya yang dilapisi bahan anti lengket.

b) Elemen pemanas

Pada rice cooker tertentu pemanas ini dililitkan pada bagian samping pan bagian dalam. Untuk jenis seperti ini, apabila elemen rusak dapat diperbaiki. Namun pada kebanyakan rice cooker yang sekarang ada di pasaran, elemen pemanas ditempatkan dalam bagian/pipa yang solid/ permanen, sehingga bila rusak sukar diperbaiki.

c) Rumah bagian luar (out case)

Komponen ini didesain sebagai pelindung dari pan bagian dalam dan elemen. Pada bagian ini biasanya terdapat sakelar dan terminal untuk kabel tenaga. Sakelar umumnya mempunyai 2 kedudukan, yaitu kedudukan cooking dan warm.

d) Kabel tenaga

Kabel ini biasanya terdiri dari tusuk kontak untuk ke sumber listrik dan kontra steker untuk ke terminal pada peralatan. Bila peralatan tidak dipakai, kabel dapat dilepas dan disimpan terpisah.

e) Tutup

Kebanyakan rice cooker mempunyai dua buah tutup, yaitu satu tutup untuk pan bagian dalam dan satu lagi tutup bagian atas yang dilengkapi dengan klem.

2. Cara merawat ***Rice Cooker***

Perawatan pada rice cooker relatif ringan, perawatan dilakukan terhadap fisik, kelistrikan dan sedikit bagian mekanik. Penjelasannya sebagai berikut ini:

a) Perawatan terhadap fisik peralatan

Bentuk perawatan ini adalah dalam bentuk pembersihan bagian-bagian peralatan seperti pan bagian dalam, rumah bagian luar. Membersihkan bagian dalam cukup dengan air dan sabun. Sedangkan untuk bagian luar agar tidak mudah berkarat harus selalu kering dan bila mungkin diberi bahan anti karat atau bila catnya sudah rusak dilakukan pengecatan kembali.

b) Pemeliharaan kelistrikan

Bentuk perawatan kelistrikan antara lain adalah menjaga agar kabel tenaga tidak sering tertekuk dan perhatikan sakelar, apabila nasi telah masak, pastikan bahwa sakelar dalam posisi off atau warm.

c) Perawatan mekanik

Setiap kali akan menggunakan yakinkan bahwa tidak ada benda lain yang berada di bagian dalam antara pan dengan bagian dasar rice cooker yang dapat mengganggu proses menanak nasi.

GLOSARIUM

Istilah	Keterangan
Bargainser	Alat yang berfungsi sebagai perpanjangan kabel dalam rumah tinggal dan pada saat yang sama juga berfungsi sebagai ukuran dari jumlah daya listrik yang digunakan dalam rumah (dalam satuan kWh)
Elektron	Partikel sub atom yang bermuatan negatife. Elektron tidak memiliki komponen dasar ataupun sub struktur apapun yang diketahui, sehingga ia dipercayai sebagai partikel elementer
Fitting	Alat untuk menghubungkan lampu dengan jaringan listrik secara aman
Grounding	Suatu jalur langsung dari arus listrik menuju bumi atau koneksi fisik langsung ke bumi.
Listrik	Aliran atau pergerakan elektron-elektron
MCB (Circuit Breaker)	Komponen yang bertugas memutus aliran listrik bila terjadi pemakaian daya yang berlebihan oleh konsumen atau bila terjadi gangguan hubung singkat dari suatu peralatan listrik di rumah.

Osiloskop	Untuk mengukur besarnya besaran listrik, yaitu dengan diproyeksikan dalam bentuk sinyal listrik sehingga dapat dilihat dan dipelajari.
Partial Discharge	Peristiwa pelepasan/loncatan bunga api listrik yang terjadi pada suatu bagian isolasi (pada rongga dalam atau pada permukaan) sebagai akibat adanya beda potensial yang tinggi dalam isolasi tersebut
Sekering	Berfungsi untuk mengamankan instalasi listrik bila terjadi masalah seperti hubung singkat di peralatan listrik. Caranya dengan memutus arus listrik pada rangkaian tersebut.
Spin Control	Sebuah komponen yang bekerja dengan berputar bila terjadi pemakaian daya listrik. Semakin besar daya yang dipakai maka perputaran akan semakin cepat.
Switch Gear	Sebuah panel distribusi yang mendistribusikan beban ke panel-panel yang lebih kecil kapasitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, Margiono. (2013). *Instalasi Listrik Penerangan Rumah dan Gedung*. Pontianak: YKT Pontianak

.....(2013). *Servis Peralatan Listrik Rumah Tangga (Kelompok Pemanas)*. Pontianak: YKT Pontianak

Eko, Ardian. (2012). *Jenis Maintenace* [on-line]. Tersedia di: http://ardianeko.wordpress.com/2012/05/25/jenis-maintenance/

Fathurrohman, N.M. (2013). *Cara Memperbaiki Saklar Listrik Tembok* [on-line]. Tersedia di: http://perawatanrtdonto.blogspot.com/2013/02/cara-memperbaiki-saklar-listrik-tembok.html

Hamsah. (2011). *Pengertian Perawatan dan Perbaikan* [on-line]. Tersedia di: http://gurulistrik.blogspot.com/2011/01/pengertian-perawatan-dan-perbaikan.html

Hardy, Syam. (1985). *Listrik Elektronika Rumah Tangga*. Bandung: Bina Aksara

Ridley, John. (2009). *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Erlangga

Samuel, Riches. (2012). *Sejarah Penemuan Listrik* [on-line]. Tersedia di: http://richessamoo.blogspot.com/2012/08/sejarah-penemuan-listrik.html

Scaddan, Brian. (2003). *Instalasi Listrik Rumah Tangga*. Jakarta: Erlangga

Sholihah, Q., & Kuncoro, W. (2002). *Keselamatan Kesehatan Kerja (Konsep, Perkembangan dan Implementasi Budaya Keselamatan*. Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran

Sumardjati, P., Yahya, S., & Mashar, A. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik.* Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional

Suryatmo, F. (2002). *Dasar-dasar Teknik Listrik.* Bandung: Rineka Cipta

Syamariyanto.(2011). *Macam-macam Maintenance* [on-line]. Tersedia di: http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web& cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2F knikmesinpnup.blogspot.com%2F2011%2F04%2Fmacam-macam- maintenance.html&ei=8kyZU7jgJM398QWL84KoMQ&usg=AFQjCN PFXcAt-brl_0yL73zJCpkIf0w&bvm=bv.68911936,d.dGc

Wikipedia. (2014). *Petir* [on-line]. Tersedia di: http://id.wikipedia.org/wiki/Petir

..............., (2014). *Michael Faraday* [on-line]. Tersedia di: http://id.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday

KEMENTERIAN AGAMA
PERPUSTAKAAN
MADRASAH ALIYAH NEGERI

Pemeliharaan Sistem Kelistrikan

Buku ini mengajak kita untuk mengenal bagaimana cara memelihara sistem kelistrikan mulai dari perawatan listrik gedung sampai peralatan rumah tangga. Materi di dalamnya akan memaparkan secara lengkap panduan langkah demi langkah dalam memelihara sistem kelistrikan suatu gedung serta peralatan kelistrikan. Pembahasan di dalamnya dapat digunakan sebagai materi pengayaan SMK dengan kompetensi keahlian Teknik Transmisi Tenaga Listrik. Materi yang disampaikan dalam buku ini antara lain membahas tentang:

- pengenalan sistem kelistrikan,
- dasar instalasi listrik suatu gedung, berbagai macam instalasi listrik, serta komponen instalasi listrik beserta fungsinya,
- persiapan yang diperlukan pada saat melakukan perawatan kelistrikan termasuk di dalamnya Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pekerjaan kelistrikan,
- perawatan kelistrikan gedung dasar, serta perawatan peralatan listrik rumah tangga.