

BAB II

SALURAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH

2.1 Instalasi Listrik Tegangan Rendah

Saat ini istilah listrik sudah akrab didengar dalam kehidupan sehari-hari. Hampir seluruh aktivitas manusia sudah menggunakan listrik sebagai sumber utamanya. Jika diterjemahkan secara umum, listrik adalah sumber energi yang disalurkan melalui kabel atau penghantar lainnya. Di dalam kabel akan timbul arus listrik, yaitu muatan aliran elektron yang mengalir setiap satuan waktu (Susanto, 2007: 5).

Secara sederhana listrik juga dapat dikatakan sebagai aliran listrik arus elektron. Energi listrik tidak dapat dilihat bentuknya namun dapat dilihat efeknya, seperti nyala lampu, televisi, panas setrika, gerak kipas angin dan lain-lain (PUIL, 2000: 11).

Menurut SPLN buku 2:2010 halaman 1 tentang Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik menyatakan bahwa, sambungan tenaga listrik adalah penghantar dibawah ataupun diatas tanah termasuk peralatannya sebagai bagian instalasi milik PLN dengan instalasi listrik pelanggan untuk menyalurkan tenaga listrik. Sedangkan menurut SPLN 1995 halaman 1, dapat juga dikatakan sebagai sambungan pelanggan yang merupakan titik akhir dari pelayanan listrik kepada pelanggan, dengan tingkat mutu pelayanan yang dapat dilihat dari mutu tegangan dan tingkat kehandalan dari sisi layanan tersebut.

Sambungan tenaga listrik tegangan rendah (SLTR) adalah sambungan listrik dengan tegangan pelayanan sebesar 220/380 Volt dan daya sebesar-besarnya 197 kVA. Terdapat dua jenis konstruksi sambungan listrik tegangan rendah, baik 1 fasa maupun 3 fasa sebagai berikut (SPLN buku 2, 2010: 2):

- A. Konstruksi melalui saluran udara
- B. Konstruksi melalui kabel bawah tanah

Dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik, tegangan rendah (TR) yaitu tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 1000V arus bolak-balik atau 1500V arus searah (PUIL, 2011: 43).

2.2 Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah

2.2.1 Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Melalui Saluran Udara

Konstruksi ini merupakan sambungan tenaga listrik dengan menggunakan konstruksi saluran udara baik untuk sambungan Fasa 1 atau Fasa 3. Jenis konstruksi di golongkan dalam jenis-jenis konstruksi Tipe A, Tipe B, Tipe C, Tipe D, Tipe E, Tipe F dan Tipe G.

a) Persyaratan Konstruksi

Konstruksi fisik sambungan melalui saluran udara harus memenuhi dua syarat, yaitu:

- i. Mempunyai ruang bebas (RoW)
- ii. Mempunyai jarak aman (*safety distance*) yang cukup bagi sekelilingnya.

Jarak aman dipertimbangkan berdasarkan pertimbangan mekanis dan elektrik agar penghantar sambungan luar pelayanan tidak terjangkau oleh tangan manusia.

Tabel 2.1 Jarak Aman Sambungan Luar Pelayanan
(Sumber: SPLN buku 2, 2010: 2)

Objek	Jarak (m ²)
1. Permukaan jalan raya	6 m ²
2. Permukaan jalan lingkungan	5 m ²
3. Halaman penduduk	4 m ²
4. Balkon rumah	2,5 m ²
5. Menara / tower reklame	2,5 m ²
6. Atap rumah	1 m ²
7. Saluran Telkom non Optik	2,5 m ²
8. Jalan kereta api	Tidak di anjurkan

b) Jenis-jenis Konstruksi Sambungan

Berdasarkan jenis konstruksi dibedakan sambungan Tipe A, Tipe B, Tipe C (pada SPLN 1984: 56, disebut tipe D), Tipe D (pada SPLN 1984: 56, disebut tipe F), Tipe E (pada SPLN 1984: 56, disebut tipe UG), Tipe F (APP terpusat pada tiang), Tipe G (APP terpusat pada bangunan).

i. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tipe A

Konstruksi Tipe A adalah konstruksi sambungan tenaga listrik tanpa memakai tiang atap/dak standar dan dipergunakan jika jarak antara tiang dan bangunan (sambungan luar pelayanan) sampai dengan APP tidak

melebihi 30 meter. Sambungan masuk pelayan tidak mengenai fisik bangunan dan dilindungi dengan pipa PVC tahan mekanis atau sejenis.

ii. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tipe B

Konstruksi Tipe B adalah konstruksi sambungan tenaga listrik memakai tiang atap/dak standar dan dipergunakan apabila jarak aman terhadap lingkungan atau permukaan jalan tidak memenuhi syarat jika memakai sambungan Tipe A. Penghantar sambungan masuk pelayanan, diluar dak standar, dilindungi dengan pipa PVC atau sejenis; ujung pipa bagian atas ditutup dengan protective cup dan bagian bawah ditutup dengan cable gland.

iii. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tipe C

Konstruksi Tipe C adalah sambungan pelayanan dengan sambungan luar pelayanan mendatar dimana jarak bangunan dan tiang atap sangat dekat (± 3 meter). Umumnya digunakan pada daerah pertokoan/ruko/rukan. Ketentuan mengenai SMP sama dengan Tipe A dan Tipe B.

iv. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tipe D

Konstruksi Tipe D untuk sambungan tenaga listrik seri pada ruko, rumah petak, toko dan pertokoan atau mall. Sambungan pelayanan menggunakan jenis NYFGbY atau NYY yang dimasukkan dalam pipa PVC tahan mekanis. Semua kabel dilindungi secara fisik dari sentuhan tangan.

Pada konstruksi ini sadapan pencabangan dapat dilakukan dengan:

- 1) T doos atau kotak pencabangan

2) Konektor / H atau O *Pressed Connector* atau tipe *plercing*

v. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik pada Tiang Melalui Kabel Bawah Tanah Tipe E

Konstruksi E menggunakan kabel NYFGbY yang ditarik dari tiang SUTR, ujung kabel pada tiang harus diterminasi. Sambungan ke jaringan harus memakai bimetal *joint AL-CU* yang dibungkus dengan *heatshrink sleeve*. Kabel turun ke tanah diberi pelindung pipa galvanis 1½ inci sepanjang 2,5 meter di atas tanah dan tiap 1,5 meter di ikat dengan *stainless steel* dan *link* dan *protective plastic tape*. Selanjutnya persyaratan konstruksi sama dengan persyaratan konstruksi kabel bawah tanah. Kabel naik di dalam bangunan di lindungi dengan pipa galvanis 1½ inci yang diikatkan pada tembok dengan *expanding fixing collar (dyna bolt fixing collar)* sampai ke titik pasang meter kWh.

vi. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tipe F

Konstruksi Tipe F merupakan sambungan tenaga listrik dengan alat pengukur kWh dan pembatas terpasang terpusat pada tiang untuk beberapa rumah/bangunan.

vii. Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Tipe G

Konstruksi Tipe G sama dengan Tipe F, hanya alat pengukur kWh dan pembatas terpasang terpusat pada bangunan.

c) Komponen Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Saluran Udara

Konstruksi sambungan dengan konstruksi saluran udara mempunyai sejumlah komponen utama yang harus di pergunakan.

i. Penghantar

Penghantar yang digunakan adalah dari jenis kabel pilin (*twisted cable*) NFA2X-T dengan karakteristik sebagai berikut.

Tabel 2.2 Penghantar Udara Jenis NFA2X-T untuk Sambungan Fasa 1 dan Fasa 3, $t = 30^{\circ}\text{C}$, ΔU 1%, panjang maksimum 30 meter sirkit
(Sumber SPLN buku 2, 2010: 4)

Daya Tersambung (MCB)	Sistem Fasa - 1		Sistem Fasa – 3	
	Tunggal	Seri 5 Sambungan	Tunggal	Seri 3 Sambungan
2 A	2 x 10 mm ²	2 x 10 mm ²	-	-
4 A	2 x 10 mm ²	2 x 10 mm ²	-	-
6 A	2 x 10 mm ²	2 x 10 mm ²	-	-
10 A	2 x 10 mm ²	2 x 10 mm ²	-	-
16 A	2 x 10 mm ²	-	4 x 10 mm ²	-
20 A	2 x 16 mm ²	-	4 x 10 mm ²	-
25 A	2 x 25 mm ²	-	4 x 16 mm ²	-
30 A	2 x 25 mm ²	-	4 x 16 mm ²	-
43 A	2 x 25 mm ²	-	4 x 16 mm ²	-
50 A	2 x 35 mm ²	-	4 x 25 mm ²	-

CATATAN : Untuk daya lebih besar dari 50 A digunakan jenis kabel pilin saluran udara tegangan rendah.

ii. *Fixing Collar* (senggang, klem beugel)

Komponen senggang (*fixing collar*) atau beugel berbentuk bulat dipasang pada tiang atas, tiap atap, dan penguat pipa pada dinding bangunan. Sebagai pemegang kait *service wedge clamp*.

iii. *Stainless Steel Strip*

Pita baja anti karat untuk berbagai macam penggunaan sebagai sabuk pengikat material pada tiang.

iv. *Link*

Link dari besi galvanis ϕ 6 mm berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang untuk berbagai penggunaan. *Link* digunakan sebagai penguat ikatan *stainless steel strip* pada tiang untuk ikatan kabel atau pipa. Terdapat dua jenis *link* ukuran 2,5x2,5 cm dan 2,5x5 cm.

v. *Plastic Strap / Plastic Tie*

Pengikat kabel atau lainnya sesuai penggunaan.

vi. *Service Wedge Clamp* (klem jepit)

Ikatan penghantar pada tiang digunakan material *service wedge clamp*, demikian pula pada bangunan. Ukuran *service wedge clamp* dapat dipakai sampai dengan panjang 25 mm. Untuk penampang ukuran lebih besar atau daya yang lebih besar dapat digunakan *strain clamp* kabel berpilin (*twisted cable*). Klem jepit sambungan pelayanan diperlukan dua buah setiap sambungan.

vii. *Strain Clamp / Jangkar Tarik*

Klem tarik untuk sambungan pelayanan yang memakai kabel jenis pilin (*twisted cable*) dengan ukuran 35 mm² atau lebih.

viii. Pipa Galvanis

ix. Strain Hook / Klem Tarik

Strain hook atau jangkar tarik digunakan sebagai tempat kaitan *service wedge clamp* atau pemegang kabel sambungan pelayanan kerumah dan ditempatkan pada bangunan atau atap. Terdapat beberapa jenis *strain hook*.

Tabel 2.3 Jenis-jenis *Strain Hook*

(Sumber: SPLN buku 2, 2010: 5)

Tipe	Penggunaan
Tipe 1 L100	• Tembus tembok
Tipe 2 L200	• Tembus tembok
Tipe 3 L300	• Tembus tembok atau tiang beton
Tipe 4	• Pemasangan pada plafon atap rumah
Tipe 5	• Pemasangan pada dak standar

Penggunaan tipe 1,2 dan 3 disesuaikan dengan konstruksi tembok.

x. Penutup Tiang Atap (*Protective Cup*)

Penutup tiang atau *invoering* untuk menutup bagian atas pipa tiang agar tidak masuk air. Trdapat dua jenis model penutup tiang, yaitu model T dan model C.

xi. Tule

Penutup ujung pipa galvanis agar kabel sambungan pelayanan tidak terluka.

xii. Pipa PVC ϕ 0,5 inci

Pelindung kabel pada dinding bangunan agar tidak tersentuh tangan.

xiii. Plastic Conduit (Pipa PVC atau Plastic Conduit)

Digunakan sebagai pelindung kabel kearah APP atau pelindung kabel pada titik belok, dengan ukuran $\frac{3}{4}$ inci, $1\frac{1}{2}$ inci, dan 2 inci.

xiv. Stopping Buckle

Pengikat atau pengunci *stainless steel strip*.

xv. Papan APP – OK

Tempat dudukan APP, terbuat dari plat dengan tebal 2 mm. Terdapat 3 (tiga) jenis papan OK:

- 1) Papan OK tipe 1 : Untuk meter kWh fasa 1

Pada instalasi kotak APP terpadu tempat dudukan APP sudah menjadi satu kesatuan dengan APP.

- 2) Papan OK tipe 2 dan 3 : Untuk meter kWh fasa 3.

xvi. Panel Hubung Bagi

Digunakan sebagai penutup meter kWh dan kVARh dengan ukuran yang sesuai.

xvii. Pemutus Beban Mini (Mini Circuit Breaker)

Gawai pembatas arus beban pelanggan.

xviii. Joint Sleeve Bimetal

Joint sleeve bimetal digunakan sebelum terminasi kabel sambungan pelayanan pada terminal meter kWh, mengingat inti kabel terbuat dari aluminium dan terminal kWh terbuat dari tembaga.

xix. Heatshrink dan Coldshrink sleeve

Adalah sarana penutup atau sebagai pembungkus *joint sleeve bimetal* dalam proses penyambungan.

xx. Sadapan dan Terminasi (*Connector Tap*)

Sadapan SLP pada saluran udara memakai *hydraulic press tap connector* (tipe H atau tipe O *press connector*) atau *Handpress connector* untuk berbagai macam ukuran penampang jenis *piercing*. Jenisnya dapat berupa dari logam Al atau Cu, penggunaan disesuaikan dengan jenis logam penghantar saluran udaranya. Terminal pada PHB memakai terminal *lug* (sepatu kabel atau kabel skun) jenis Al Cu atau bimetal.

xxi. Material Penunjang

Sejumlah material penunjang yang dipergunakan adalah *cable clamp*, *cable lug*, *boch*, paku beton, dll.

xxii. Meter Energi

Meter kWh atau energi meter terdiri atas 2 jnis:

- 1) Meter energi fasa 1
- 2) Meter energi fasa 3

Baik untuk energi meter aktif dan reaktif (kVARh)

xxiii. Trafo Arus (CT) dan Trafo Tegangan

Trafo arus digunakan untuk pelanggan listrik dengan daya lebih besar dari 43 kVA, pengukuran menggunakan trafo arus (pengukuran tidak langsung).

Trafo arus yang digunakan sebesar-besarnya kelas 0,5 dengan *burden* tidak lebih dari 30VA untuk trafo arus tegangan rendah. Untuk tegangan menengah menggunakan trafo arus kelas 0,2 dengan *burden* 30VA.

Trafo tegangan digunakan untuk mengukur tegangan atau sebagai sumber tegangan alat-alat pembatas dan pengukur pada sistem tegangan menengah dengan kelas 0,2 dan *burden* 30VA dan *burden* 30VA.

2.2.2 Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik Melalui Saluran Bawah Tanah

Sambungan pelayanan dengan memakai konstruksi kabel tanah mempunyai persyaratan sama dengan konstruksi sambungan kabel melalui saluran udara. Titik sadapan dilakukan pada PHB. Sambungan luar pelayanan pada daerah pertokoan dapat ditempatkan di dinding.

a) Jenis Kabel

Untuk sambungan melalui bawah tanah, jenis kabel yang dipakai adalah NYFGbY. Pelindung *metal shield* kabel dibumikan pada APP, dijadikan satu dengan pembumian instalasi pelanggan (sistem pembumian TN-C).

Untuk sambungan luar pelayanan yang dipasang pada dinding bangunan (*clippd on wall*), dapat memakai kabel jenis NYY namun harus dilindungi dengan pelindung kabel (PVC, sejenisnya). Jika pelindung memakai logam, harus dibumikan menjadi satu dengan *metal shield* kabel NYFGbY.

Tabel 2.4 Penghantar Kabel Bawah Tanah Jenis NYFGbY untuk Sambungan Pelayanan Fasa 3 pada Saluran Udara Tegangan Rendah dngan $t = 30^{\circ}\text{C}$, dan $\Delta U = 1\%$ (panjang maksimum 30 meter sirkit)

(Sumber : SPLN buku 2, 2010: 8)

Intensitas Beban (MCB)	Panjang Sirkit Ssuai Intensitas Beban		
	4x10 mm ²	4x25 mm ²	4x50 mm ²
10 A	80 m	-	-
16 A	80 m	-	-
20 A	60 m	-	-
25 A	48 m	-	-
30 A	40 m	80 m	-
40 A	30 m	70 m	-
50 A	24 m	58 m	106 m

b) Pemasangan Kabel Pada Dinding Bangunan

Kabel terpasang pada dinding tidak terjangkau tangan manusia. Jika terjangkau harus dilindungi dengan pelindung mekanis. Jika terbuat dari logam, pelindung harus dibumikan, dijadikan satu dengan *metal shield* kabel NYFGbY. kabel harus dijepit dengan klem kabl dengan jarak antara 60cm dan jarak antar kabel 2x diamter kabel.

c) Pemasangan Meter Energi

Meter energi dan papan OK dipasang tidak kurang dari 180cm diatas lantai pada tempat yang terlindung dari panas, hujan dan benturan benda keras. Terminasi kabel pada mter kWh harus dilapisi timah solder, baru dikencangkan pada terminal kWh/kVARh. Kabel instalasi dalam mter kWh/kVARh harus dari jenis NYAF dengan warna yang sesuai standar PLN dengan ukuran sekurang-kurangnya 10mm².

Tabel 2.5 Kabel Instalasi dalam Meter kWh

(Sumber : SPLN buku 2, 2010: 9)

Meter kWh	Fasa	Netral
Fasa 1	Hitam	Biru
Fasa 3	R. Merah	Biru
	S. Kunig	
	T. Hitam	

Bagian berlogam dari papan OK di bumikan, pembumian disatukan satu dengan instalasi pembumian sirkit utama instalasi pelanggan.

Pada meter kWh Fasa 1 atau 3 dengan konstruksi *moulded case* tanpa logam, penghantar pembumian instalasi pelanggan tidak boleh dimasukkan kedalam lubang terminal penghantar netral meter kWh.

d) Panel Meter kWh – APP Kolektif

Panel meter untuk penempatan APP kolektif ditempatkan berdampingan dengan panel PHB jaring distribusi, pada lokasi yang mudah dicapai, dan bukan

dijalutlalu lintas padat. Tinggi panel tidak kurang dari 60 cm diatas permukaan lantai. Jika ditempatkan diluar, bangunan dilindungi dengan patok pengaman tinggi 60 cm.kabel SLP antara PHB distribusi dan panel APP dilindungi secara mekanis. Tingkat IP untuk pasangan dalam sekurang-kurangnya IP 44 dan untuk pasangan luar sekurang-kurangnya IP 45. BKT panel harus dibumikan.

2.2.3 Pemasangan Alat Pembatas dan Pengukur (APP)

Pemasangan alat pembatas dan pengukur (APP) berdasarkan sifat penempatan APP sesuai standar PLN yang berlaku:

- i. Dipasang per pelanggan secara terpisah sesuai ketentuan (SPLN 55 Alat Ukur, Pembatas dan Perlengkapannya dan SPLN 57-1 Meter kWh Arus Bolak Balik Kelas 0,5; 1 dan 2 bagian 1: Pasangan Dalam)
- ii. Dipasang per pelanggan dengan menggabungkan meter dan alat pembatas secara terpadu (diatur dalam SPLN D3.003 APP Terpadu).
- iii. Menyatukan beberapa pelanggan dalam kotak meter terpusat khusus untuk meter energi elektromekanik (diatur dalam SPLN D2.001-1 Kotak kWh Meter Elektromekanik Terpusat, Bagian 1: kWh Meter Fasa Tunggal)
- iv. Khusus pelanggan dengan daya mulai 33 kVa keatas, instalasi APP sebaiknya menggunakan meter elektronik dengan sekurang-kurangnya kelas 0,5. (diatur dalam SPLN buku 1, nomor : 475.K/DIR/2010, bagian instalasi APP di sisi pelanggan).
- v. APP dipastikan aman dan tersegel sesuai ketentuan perusahaan.

a) Pemasangan di Rumah Pelanggan

Pemasangan di rumah pelanggan yang terbanyak saat ini dilakukan dengan dua cara, yaitu terpasang di muka atau di teras rumah atau dipasang di halaman bagian luar.

Ketentuan-ketentuan pemasangan di rumah pelanggan adalah:

- i. Tinggi panel APP (OK) tidak kurang dari 160 cm dari lantai.
- ii. Di luar atau di teras rumah, mudah dibaca dan mudah akses masuk.
- iii. Tidak terkena hujan, panas atau mudah terkena benturan mekanis.
- iv. Jauh dari jangkauan anak-anak.

b) Pemasangan di Luar Rumah / di Halaman Pelanggan.

APP ditempatkan pada panel (kotak) APP yang memenuhi persyaratan IP 45 diatas tiang besi galvanis atau tiang beton atau pada tembok pagar dengan tinggi sekurang-kurangnya 180 cm.

c) Pemasangan Panel Distribusi

Kotak panel dipasang pada suatu tempat di bangunan yang terlindungi dari hujan dan panas atau diluar bangunan. Panel distribusi ini dapat dipakai pada kompleks perumahan pertokoan, rumah petak atau rumah susun ataupun apartemen. Sakelar masuk pada sirkit masuk PHB dilengkapi dengan sakelar jenis *No Fused Breaker*, pada sirkit keluar diproteksi dengan tegangan lebur jenis HRC tipe NH/NT.

Bagian konduksi terbuka PHB dibumikan dijadikan satu dengan pembumian *metal shield* kabel NYFGbY.

d) Panel Kolektif pada Sistem AMR (*Automatic Meter Reading*)

Sistem AMR memungkinkan penggunaan penghantar netral sebagai sarana transportasi data pemakaian energi dari pelanggan. Kotak / panel AMR ditempatkan pada bangunan gardu listrik atau ditempat lain. Panel harus memenuhi persyaratan IP 4.

2.3 Persyaratan Instalasi Listrik

Persyaratan instalasi listrik meliputi perancangan, pemasangan, pemeriksaan, dan pengujian.

1. Perencanaan Instalasi Listrik

Rancangan instalasi listrik ialah berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik. Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik. Untuk itu harus diikuti ketentuan dan standart yang berlaku. Rancangan instalasi listrik terdiri dari: gambar situasi, gambar instalasi, diagram garis tunggal, gambar rinci, perhitungan teknis, tabel bahan instalasi, uraian teknis dan perkiraan biaya (PUIL, 2011: 46-47).

2. Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan peraturan, sehingga instalasi tersebut aman untuk digunakan sesuai dengan maksud dan tujuan penggunaanya, mudah dioperasikan dan dipelihara. Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi syarat yaitu:

1. Pemasangan instalasi listrik harus mengacu dan memenuhi ketentuan

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)

2. Material dan peralatan instalasi listrik, harus memenuhi standart yang berlaku (SNI, LMK, SPLN, dll)
3. Instalasi listrik (baru maupun penambahan dan rehabilitasi), harus dikerjakan oleh instalatir yang professional, yang memiliki teknik (tenaga ahli) yang bersertifikat keahlian/ kompetensi (ketentuan UU 15/1985, UU 18/1999, Peraturan/ketentuan PLN).

Berdasarkan hal tersebut pemasangan instalasi listrik harus dari tenaga yang ahli dibidang instalasi listrik dan instansi berwenang. Tenaga ahli/ instalatir di indonesia ini sering disebut (BTL) Biro Teknik Listrik.

3. Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Listrik

Apabila pemasangan instalasi listrik telah selesai, pelaksana pekerjaan pemasangan instalasi tersebut harus secara tertulis memberitahukan kepada instansi yang berwenang bahwa pekerjaan telah selesai dilaksanakan dengan baik, memenuhi syarat proteksi sebagaimana diatur dalam PUIL 2011 serta siap untuk diperiksa dan diuji.

Hasil pemeriksaan dan pengujian instalasi harus dinyatakan secara tertulis oleh pemeriksa dan penguji yang ditugaskan. Instalasi listrik harus diperiksa dan diuji secara periodik sesuai ketentuan/ standart yang berlaku. Meskipun instalasi listrik dinilai baik oleh instansi yang berwenang, pelaksana instalasi listrik tetap terikat oleh ketentuan tersebut dalam pasal 9.5.8 atas instalasi yang dipasangnya (PUIL, 2011: 630).

Dalam Keputusan Menteri No. 1109K/30/MEM/2005, menetapkan, memutuskan : Ke-Satu : menetapkan Komite Nasional Keselamatan untuk Instalasi Listrik (KONSUIL) yang dideklarasikan pada tanggal 25 Maret 2003

di Jakarta sebagai lembaga pemeriksa instalasi pemanfaatan tenaga listrik konsumen tegangan rendah. Ke-Dua : KONSUIL bertugas melaksanakan pemeriksaan dan menerbitkan sertifikat laik operasi instalasi pemanfaatan tenaga listrik konsumen tegangan rendah.

Jangkauan KONSUIL dalam pemeriksaan instalasi, yaitu:

1. Memeriksa instalasi listrik konsumen tegangan rendah, baik pada bangunan rumah maupun bangunan untuk kepentingan publik.
2. Instalasi yang telah berumur 15 tahun atau lebih perlu diperiksa kembali.

2.4 Perlengkapan Instalasi Listrik

Setiap jenis perlengkapan listrik yang digunakan dalam instalasi listrik harus memenuhi standar SNI/IEC dan/atau standar lain yang berlaku. Jika tidak ada standar yang dapat diterapkan, maka jenis perlengkapan terkait harus dipilih dengan kesepakatan khusus antara orang yang menentukan spesifikasi instalasi dan instalatur. (PUIL, 2011:11).

Komponen instalasi listrik yang akan dipasang pada instalasi listrik, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Keandalan, menjamin kelangsungan kerja instalasi listrik pada kondisi normal.
2. Keamanan, komponen instalasi yang dipasang dapat menjamin keamanan system instalasi listrik.
3. Kontinuitas, komponen dapat bekerja secara terus menerus pada kondisi normal (Priowirjanto, 2003: 18).

Penggunaan lengkapan listrik yang tidak bersertifikat SNI, Hal ini tidak sesuai dengan PUIL 2011 halaman 7 pasal 131.8.1.1 MOD. Pada setiap perlengkapan listrik harus tercantum dengan jelas :

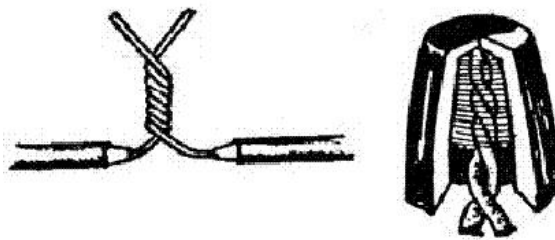
- a. nama pembuat dan atau merek dagang;
- b. daya, voltase, dan/atau arus pengenal;
- c. data teknis lain seperti disyaratkan SNI atau standar yang relevan.

Pemeriksaan perlengkapan instalasi listrik meliputi:

2.4.1 Las dop / isolasi

Mengisolasi merupakan pekerjaan yang harus dilakukan pada pekerjaan instalasi listrik. Isolasi bertujuan untuk mencegah terjadinya hubung singkat dan menghindari kecelakaan (Boentarto, 1996: 55)

Lasdop digunakan untuk mengisolasi sambungan kawat-kawat hantaran dalam kotak sambung dan pencabangan atau tarikan kawat hantaran diatas plafon. Sambungan harus diberi isolasi yang memberikan jaminan yang sama dengan isolasi penghantar yang sama dengan isolasi penghantar yang disambungkan. Ujung-ujung kawat yang akan disambung/ disatukan harus dikupas terlebih dahulu dengan ukuran 2-3 cm kemudian diputar menjadi satu. Setelah kawat diputar jadi satu, kemudian dipotong sepanjang 1 cm dari sekat 9 bungkus. Lasdop biasanya terbuat dari porselen atau bakelit, didalam ruangan-ruangan yang basah selalu menggunakan lasdop dari porselen (PUIL, 2011: 495).





Gambar 2.1 Teknik Menggunakan Lasdop

2.4.2 Sakelar

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

Dalam pemasangan atau pengoprasiannya sakelar harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

1. Selungkup dari sakelar harus tahan dari kerusakan mekanik dan tidak menyalurkan arus listrik.
2. Kotak sakelar pembagi kelompok dan pengaman arus kelompok harus dipasang pada dinding atau tembok $\pm 1,5$ m dari lantai.
3. Kedudukan semua gagang sakelar dan tombol sakelar dalam suatu instalasi listrik harus seragam misalnya akan menghubungkan jika gagangnya didorong ke atas atau tombolnya ditekan.
4. Sakelar untuk penerangan umum selalu didekatkan didekat pintu, agar sakelar dapat langsung dijangkau bila pintu dibuka.

Sakelar terdiri dari 2 macam yaitu sakelar tanam dan sakelar tempel. Sakelar tanam (*inbow*) adalah sakelar yang ditanam dalam tembok, jadi pemasangannya adalah di dalam tembok. Jadi dipasang sebelum finishing suatu rumah, dan titik-titik pemasangan sakelar tersebut sudah disiapkan pada proses pembangunan rumah tersebut. Sedangkan sakelar tempel (*outbow*) adalah sejenis sakelar yang ditempatkan di luar, biasa dipakai untuk instalasi rumah kayu atau instalasi sementara.



Gambar 2.2 Saklar Inbow



Gambar 2.3 Saklar Outbow

2.4.3 Tusuk Kontak dan Kotak Kontak

Tusuk kontak atau orang lebih mengenal sebagai “*steker*” sesuai aturan harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan secara mekanik cukup kuat. Tusuk kontak yang tidak terlindung tidak boleh dibuat dari bahan yang mudah pecah. Tusuk kontak untuk kuat arus 16A ke bawah pada tegangan rumah, boleh terbuat dari bahan isolasi yang tahan terhadap arus rambat (PUIL, 2011: 395).

Stop kontak atau kotak kontak merupakan kotak tempat sumber arus listrik yang siap pakai. Menurut PUIL 2011 kotak kontak di bagi menjadi dua, yaitu: (PUIL, 2011: 30)

1) Kotak Kontak Biasa

Kotak kontak yang dipasang untuk digunakan sewaktu-waktu (tidak secara tetap) bagi peranti listrik jenis apa pun yang memerlukannya, asalkan penggunaannya tidak melebihi batas kemampuannya.

2) Kotak Kontak Khusus

kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peranti listrik tertentu yang diketahui daya mau pun tegangannya.

2.4.4 Fitting

Fiting adalah tempat memasang bola lampu listrik, dan menurut penggunaannya dapat dibagi menjadi tiga jenis : fitting langit-langit, fitting gantung, dan fitting kedap air (Priowirjanto, 2003: 25).

a) Fiting langit-langit

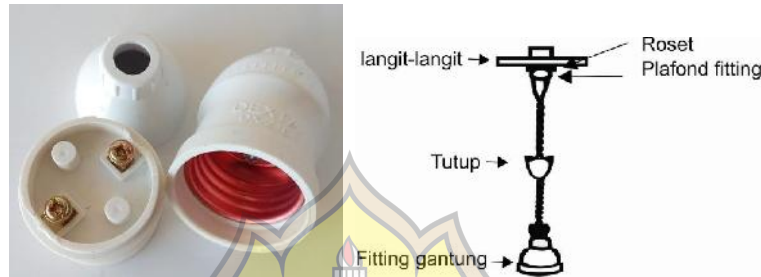
Pemasangan fitting langit-langit ditempelkan pada langit-langit (eternit) dan dilengkapi dengan roset. Roset diperlukan untuk meletakkan/penyekerupan fitting supaya kokoh kedudukannya pada langit-langit. Cara pemasangan fitting ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4 Fiting Langit-langit dan Konstruksinya.

b) Fiting Gantung

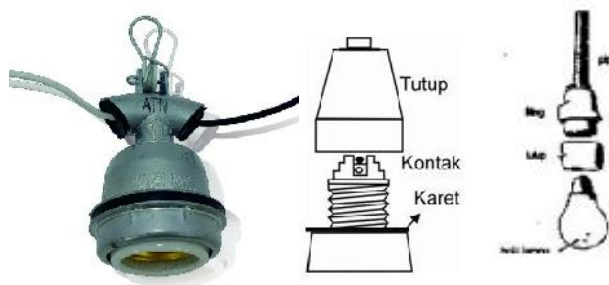
Pada fitting gantung dilengkapi dengan tali snur yang berfungsi sebagai penahan beban bola lampu dan kap lampu, serta untuk menahan konduktor dari tarikan beban tersebut. Konstruksi dari fitting gantung dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Fiting Gantung dan Konstruksinya.

a) Fiting Kedap Air

Fiting kedap air merupakan fitting yang tahan terhadap resapan/rembesan air. Fiting jenis ini dipasang di tempat lembab atau tempat yang mungkin bisa terkena air misalnya fitting untuk di kamar mandi. Konstruksi fitting ini terbuat dari porselin, dimana bagian kontakanya terbuat dari logam kuningan atau tembaga dan bagian ulirnya dilengkapi dengan karet yang berbentuk cincin sebagai penahan air. Konstruksi fitting kedap air dapat dilihat pada gambar di bawah ini,



Gambar 2.6 Fiting Kedap Air dan Konstruksinya.

2.5 Penghantar Instalasi

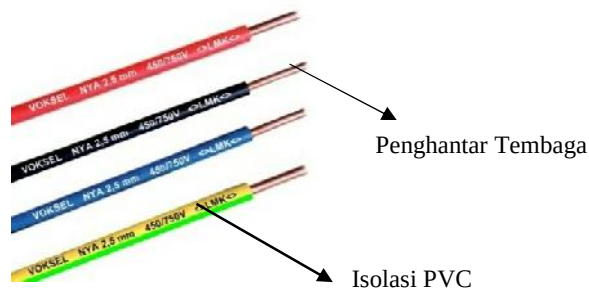
Dalam pemasangan instalasi listrik, penghantar adalah seutas kawat, baik yang telanjang maupun berisolasi yang berfungsi menghantarkan arus listrik. Penghantar terdiri dari 2 jenis yaitu kabel dan kawat. Kabel adalah penghantar yang dilapisi dengan bahan isolasi (penghantar berisolasi) kawat adalah penghantar tanpa dilapisi bahan isolasi (penghantar telanjang).

Menurut PUIL (2011: 484) kabel instalasi inti tunggal berisolasi PVC (*Poly Vinil Chlorid*) tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi Kuat Hantar Arus (KHA) untuk masing-masing luas penampang nominal. Sehingga setiap penghantar yang dipasang dalam instalasi listrik harus terdapat tanda pengenal kabel sehingga memudahkan dalam pemasangan penghantar. Penghantar yang pada umumnya digunakan dalam penerangan adalah jenis kabel terselubung, antara lain:

2.5.1 Kabel NYA

Kabel NYA adalah penghantar dari tembaga yang berinti tunggal berbentuk pejal dan menggunakan isolasi PVC. Kabel ini merupakan kabel rumah yang paling banyak digunakan.

Kabel NYA dimaksudkan untuk dipergunakan didalam ruangan yang kering, untuk instalasi tetap dalam pipa dan sebagai kabel penghubung dalam lemari distribusi. Isolasi kabel NYA diberi warna hijau-kuning, biru muda, hitam, kuning, atau merah.

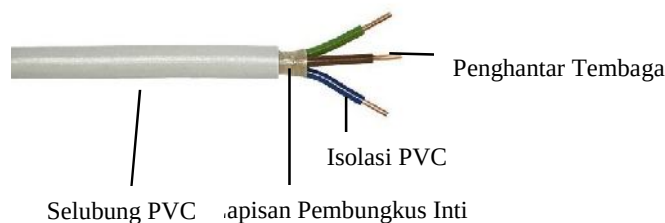


Gambar 2.7 Kabel NYA

2.5.2 Kabel NYM

Kabel NYM memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2,3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA. Kabel ini dapat dipergunakan di lingkungan yang kering dan lembab, serta di udara terbuka, namun tidak boleh ditanam.

Isolasi inti NYM harus diberi warna hijau-kuning, biru muda, merah, hitam, atau kuning. Khusus warna hijau-kuning tersebut pada seluruh panjang inti dan dimaksudkan untuk penghantar tanah. Sedangkan warna selubung luar kabel harus berwarna putih atau putih keabu-abuan. Contoh penandaan kabel NYM dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.8 Kabel NYM

Kawat berisolasi karet baik NYM dan NYA biasanya digunakan pada instalasi rumah. Kawat-kawat tersebut dimasukkan dalam pipa. Diameter

saluran utama untuk suatu golongan paling tidak 2,5 mm². Kawat penghubung yang menghubungkan saklar ke lampu-lampu diperbolehkan mempunyai penampang 1,5 mm² (Boentarto, 1996: 44). Sebagai konduktor digunakan kabel berinsulasi ganda (misalnya NYM) yang terdiri atas dua atau tiga inti tembaga pejal dengan penampang tiap intinya minimum 1,5 mm² (PUIL, 2011: 571).

2.6 Menentukan Luas Penampang Penghantar Instalasi

Dalam merancang sebuah instalasi tenaga listrik, langkah awal setelah kita mengetahui besar tegangan listrik serta daya yang dibutuhkan adalah menentukan diameter kabel penghantar yang akan digunakan. Berikut merupakan langkah untuk menentukan luas penampang kabel penghantar 1 *phase*:

$$I = \frac{P}{(V \times \cos \Phi)} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

I = Besar Arus Nominal (Ampere)

P = Daya rumah yang digunakan (VA)

V = Tegangan yang digunakan (V)

CosPhi = Faktor daya yang ditentukan dari PLN

Setelah mengetahui besar arus nominal yang terhitung, maka setelah itu mnghitung KHA (Kemampuan Hantar Arus) dengan cara mengkalikan *safety factor* 125% dari beban arus nominal.

$$KHA = 125\% \times I \text{ nominal} \dots \dots \dots (2.2)$$

Sebagai catatan, nilai 125% ini diambil dari ketentuan PUIL 2011 mengenai perlengkapan listrik yang dibebani oleh arus beban lebih secara terus menerus.

Berikut Tabel 2.5 tentang KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal konduktor tembaga:

Tabel 2.6 KHA Penghantar Tembaga Untuk Kabel Instalasi Berinsulasi
(Sumber : PUIL, 2011 Amandemen 1:2013 Tabel 52.3.4 halaman 121)

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus A	KHA pengenal gawai proteksi A
1	2	3	4
NYIF	1,5	18	10
NYIFY	2,5	26	20
NYPLYw	4	34	25
NYM/NYM-0	6	44	35
NYRAMZ	10	61	50
NYRUZY	16	82	63
NYRUZYr	25	108	80
NHYRUZY	35	135	100
NHYRUZYr	50	168	125
NYBUY	70	207	160
NYLRZY, dan	95	250	200
Kabel fleksibel	120	292	250
berinsulasi PVC	150	335	250
	185	382	315
	240	453	400
	300	504	400
	400	-	-
	500	-	-

Tabel 2.7 KHA Penghantar Tembaga Untuk Kabel Instalasi Inti Tunggal Berinsulasi
(Sumber : PUIL, 2011 Amandemen 1:2013 Tabel K 52.3.1 halaman 119)

Jenis Konduktor	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam conduit ^(x) sesuai 7.13	Pemasangan di udara ^(xx) sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam conduit	Pemasangan di udara
1	2	3	4	5	6
NYFA NYFAF NYFAZ NYFAD NYA NYAF NYFAw NYFAFw NYFAZw NYFADw dan NYL	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	16	25
	4	25	42	20	35
	6	33	54	25	50
	10	45	73	35	63
	16	61	98	50	80
	25	83	129	63	100
	35	103	158	80	125
	50	132	198	100	160
	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	5285	-	400
	300	-	608	-	500
	400	-	726	-	630
	500	-	830	-	630

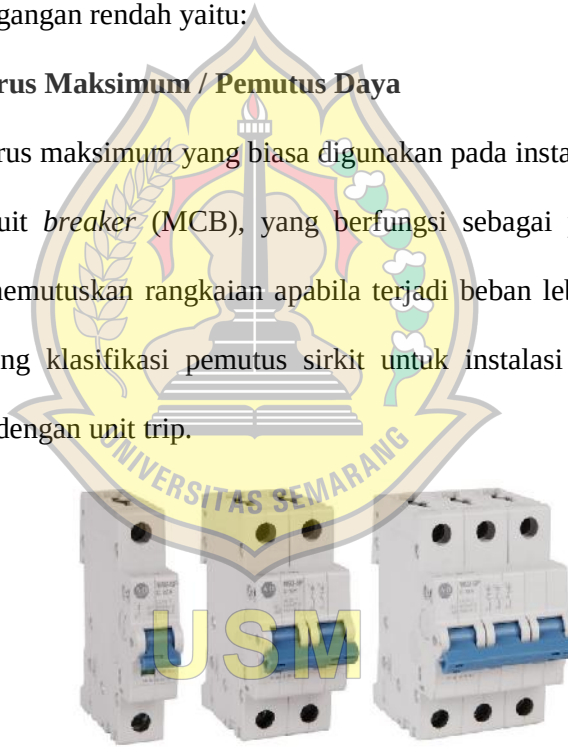
2.7 Pengaman Instalasi

Pengaman adalah suatu alat yang digunakan untuk melindungi sistem instalasi dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Biasanya arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan panas, baik pada saluran penghantar maupun pada alat listriknya sendiri (Priowirjanto, 2003: 30).

Untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan dan bahaya pada instalasi listrik, maka perlu digunakan pengaman instalasi. Pengaman yang digunakan pada instalasi listrik tegangan rendah yaitu:

2.7.1 Saklar Arus Maksimum / Pemutus Daya

Saklar arus maksimum yang biasa digunakan pada instalasi rumah adalah *magnetic circuit breaker* (MCB), yang berfungsi sebagai pengaman ganda. Yaitu dapat memutuskan rangkaian apabila terjadi beban lebih. Menurut IEC 60974-2 tentang klasifikasi pemutus sirkit untuk instalasi tegangan rendah harus disertai dengan unit trip.



Gambar 2.9 *Magnetic Circuit Breaker (MCB)*

Besarnya MCB yang dipasang oleh pihak PLN pada KWh meter tiap instalasi rumah tentunya disesuaikan dengan daya listrik yang terpasang. Untuk menentukan berapa besar amper yang akan dipasang agar daya listrik yang terpasang dapat sesuai dengan pemakaian daya listrik pada instalasi rumah, maka menggunakan rumus perhitungan daya listrik AC 1 *phase*, yaitu:

$$I = \frac{P}{V} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

I = Arus listrik (Amper)

P = Daya listrik (VA)

V = Tegangan listrik (V)

2.7.2 Pengaman Lebur

Pengaman lebur adalah salah satu pengaman yang digunakan pada penerangan instalasi rumah. Pengaman lebur atau sekering berfungsi untuk mengamankan hantaran dan peralatan listrik terhadap beban lebih, hubung singkat antar fasa dan netral yang disebabkan oleh kerusakan isolasi atau hubung singkat dengan beban atau peralatan listrik. Umumnya besar amper yang digunakan pengaman lebur disamakan dengan besar amper MCB atau juga bisa lebih kecil dari MCB. Hal ini dikarenakan supaya menjaga MCB utama tetap pada posisi ON dan menghindari dari kerusakan MCB utama karena sering terjadi trip.



Gambar 2.10 Pengaman Lebur/Sekering

2.7.3 Pembumian (Grounding)

Pembumian (*grounding*) adalah salah satu sistem proteksi, yaitu berupa alat pengaman listrik yang berfungsi untuk menjaga keselamatan jiwa manusia terhadap bahaya tegangan sentuh. Tegangan sentuh adalah tegangan antara bagian konduktif bila tersentuh secara simultan oleh seseorang atau seekor

bintanang (PUIL, 2011: 45). Jika terjadi kerusakan isolasi pada suatu instalasi yang bertegangan, maka bahaya tegangan sentuh dapat dihindari, karena arus terus mengalir menuju tanah melalui sistem pembumian (*grounding*).

Menurut IEEE Std 142™-2007, tujuan sistem pentanahan adalah:

- 1) Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan
- 2) Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor system dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

Dalam sebuah instalasi listrik ada empat bagian yang harus ditanahkan atau sering juga disebut dibumikan empat bagian dari instalasi listrik ini adalah (Marsudi, 2005:76):

- 1) Semua bagian instalasi yang terbuat dari logam (menghantar listrik) dan dengan mudah bisa disentuh manusia. Hal ini perlu agar potensial dari logam yang mudah disentuh manusia selalu sama dengan potensial tanah (bumi) tempat manusia berpijak sehingga tidak berbahaya bagi manusia yang menyentuhnya.
- 2) Bagian pembuangan muatan listrik (bagian bawah) dari *lightning arrester*. Hal ini diperlukan agar *lightning arrester* dapat berfungsi dengan baik, yaitu membuang muatan listrik yang diterimanya dari petir ke tanah (bumi) dengan lancar.
- 3) Kawat petir yang ada pada bagian atas saluran transmisi. Kawat petir ini sesungguhnya juga berfungsi sebagai *lightning arrester*. Bagian ini

letaknya ada di sepanjang saluran transmisi, maka semua kaki tiang transmisi harus ditanahkan agar petir yang menyambar kawat petir dapat disalurkan ke tanah dengan lancar melalui kaki tiang saluran transmisi.

- 4) Titik netral dari transformator atau titik netral dari generator. Hal ini diperlukan dalam kaitan dengan keperluan proteksi khususnya yang menyangkut gangguan hubung tanah.

Pembumian adalah penghubung bagian – bagian peralatan listrik yang pada keadaan normal tidak dialiri arus. Tujuannya adalah untuk membatasi tegangan antara bagian – bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian – bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan. (Pabla 1986, Hutaaruk 1987, Tajjudin 1998).

Pada sistem pembumian terdiri dari komponen komponen sebagai berikut:

a) Elektroda Pembumian

Elektroda pembumian ialah suatu penghantar yang biasanya terbuat dari tembaga dan ditanam dalam bumi/tanah dan membuat kontak secara langsung dengan bumi. Adapun jenis – jenis elektroda pembumian menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, di antaranya elektroda pita, elektroda batang, elektroda pelat.

Tabel 2.8 Tabel Minimum Elektroda Bumi
(Sumber : PUIL, 2011 Tabel 54.1 MOD halaman 356)

Bahan	Permukaan	Bentuk	Ukuran minimum				
			Diameter mm	Luas penampang mm ²	Tebal mm	Tebal lapisan/ selubung	
						Nilai individu µm	Nilai rerata µm
Baja	Galvanis celup panas ^a atau Tahan karat ^{a, b}	Pita ^c		90	3	63	70
		Profil		90	3	63	70
		Batang bulat untuk elektrode Bumi	16			63	70
		Kawat Bulat Untuk elektrode permukaan	10				50 ^e
		Pipa	25		2	47	55
	Disalut tembaga (<i>copper- sheathed</i>)	Pelat		0,5 m ² hingga 1 m ²	3		
		Batang bundar Untuk elektrode Dalam	15			2 000	
		Batang bundar Untuk elektrode Dalam	14			90	100
	Tembaga	Strip		50	2		
		Kawat Bulat Untuk elektrode permukaan G		25 ^f			
		Konduktor Pilin	1,8 untuk serat kawat individual	25			
		Pipa	20		2		
		Pelat		0,5 m ² hingga 1 m ²	1,5		
	Berlapis timah putih	Konduktor Pilin	1,8 untuk pilinan kawat individu	25		1	5
	Berlapis seng	Pita ^d		50	2	20	40

^a Dapat juga digunakan untuk elektrode yang tertanam dalam beton.

^b Tanpa pelapisan.

^c Sebagai strip gulungan atau strip tipis dengan sudut dibulatkan.

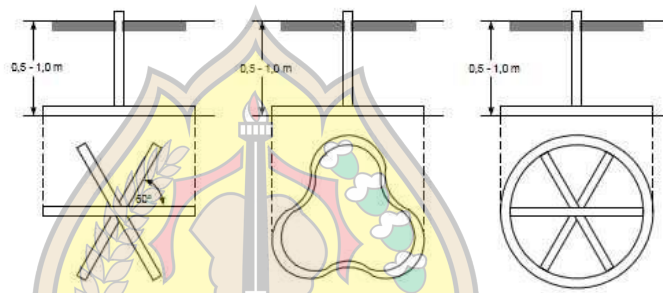
^d Strip dengan sisi dibulatkan.

^e Dalam hal pelapisan celup kontinu, saat ini hanya setebal 50 µm yang secara teknis dapat dilakukan.

^f Jika pengalaman menunjukkan bahwa risiko korosi dan kerusakan mekanis sangat rendah, dapat digunakan 16 mm² ^g Semua elektrode bumi dianggap sebagai elektrode permukaan jika dipasang pada kedalaman tidak melebihi 0,5 m

i. Elektroda Pita

Elektrode pita ialah elektrode yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Elektrode ini dapat ditanam sebagai pita lurus, radial, melingkar, jala-jala atau kombinasi dari bentuk tersebut seperti pada Gambar 54.1, yang ditanam sejajar permukaan tanah dengan dalam antara 0,5 – 1.0 m. (PUIL, 2011 pasal 542.2.7.1 MOD)



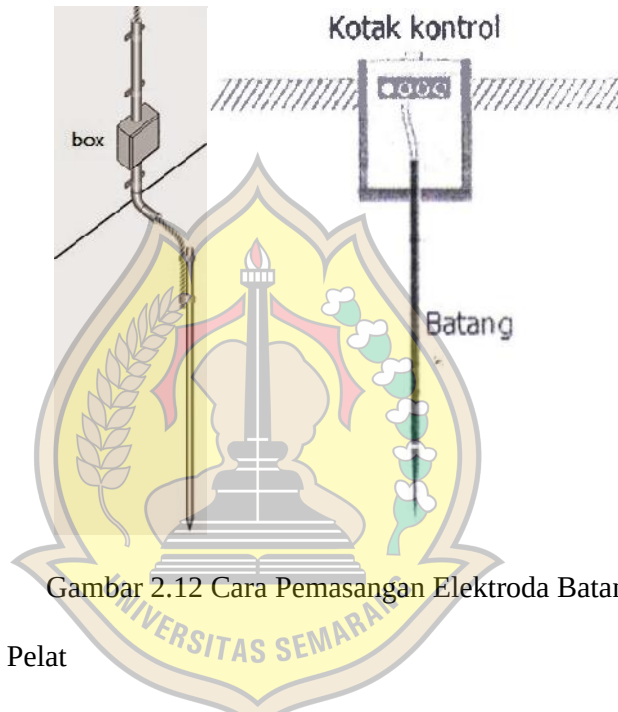
Gambar 2.11 Cara Pemasangan Elektrode Pita

ii. Elektroda Batang

Elektrode batang ialah elektrode dari baja pipa, baja profil, atau batang logam lain yang dipancangkan ke dalam tanah. (PUIL, 2011 pasal 542.2.7.2 MOD)

Elektrode batang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan dengan resistans pembedaan yang diperlukan. Resistans pembedaan sebagian besar tergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya. Jika beberapa elektrode diperlukan untuk memperoleh resistans pembedaan yang rendah, jarak antara elektrode tersebut minimum harus dua kali panjangnya. Jika elektrode tersebut tidak bekerja efektif pada seluruh panjangnya, maka jarak minimum antara elektrode harus dua kali panjang efektifnya. (PUIL, 2011 pasal 542.2.9.4 MOD)

Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda batang banyak digunakan di gardu induk – gardu induk. Secara teknis elektroda batang mudah dalam pemasangannya, yaitu tinggal memancangkannya kedalam tanah. Disamping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas (Sumardjati, 2005:168).



Gambar 2.12 Cara Pemasangan Elektroda Batang

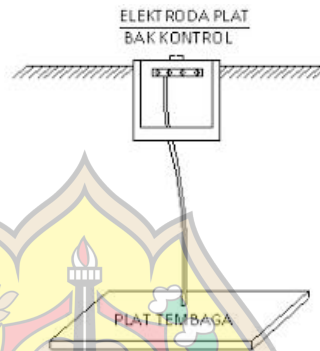
iii. Elektroda Pelat

Elektrode pelat ialah elektrode dari bahan logam utuh atau berlubang. Pada umumnya elektrode pelat ditanam secara dalam. (PUIL, 2011 pasal 542.2.7.3 MOD)

Elektrode pelat ditanam tegak lurus dalam tanah; ukurannya disesuaikan dengan resistans pembumian yang diperlukan (lihat Tabel 54.3) dan pada umumnya cukup menggunakan pelat berukuran 1 m x 0,5 m. Sisi atas pelat harus terletak minimum 1 m di bawah permukaan tanah. Jika diperlukan beberapa pelat logam untuk memperoleh resistans pembumian yang lebih

rendah, maka jarak antara pelat logam, jika dipasang paralel, dianjurkan minimum 3 meter. (PUIL, 2011 pasal 542.2.9.5 MOD)

Untuk memperoleh resistans pbumian yang sama, elektrode pelat memerlukan bahan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan elektrode pita atau batang. (PUIL, 2011: 360)



Gambar 2.13 Cara Pemasangan Elektroda Pelat

b) Penghantar Pbumian

Penghantar pbumian adalah penghantar paman yang digunakan pada sistem pbumian, yaitu untuk menghubungkan sistem pbumian dari elektroda pbumian ke terminal utama pbumian dan dari terminal utama pbumian samapi ke peralatan listrik yang dibumikan. Penghantar tanah harus dibuat dari bahan tembaga atau aluminium atau baja atau perpaduan dari bahan tersebut.

Berdasarkan PUIL 2011 pasal 543.1.3, luas penampang minimum penghantar bumi harus sebagai berikut :

- a) 2,5 mm² Cu/16 mm² Al jika disediakan proteksi terhadap kerusakan mekanis,
- b) 4 mm² Cu/16 mm² Al jika tidak disediakan proteksi terhadap kerusakan mekanis.

Untuk penampang penghantar pertanahan pada rangkaian cabang instalasi, berbeda dengan penampang penghantar pertanahan pada saluran utama. Untuk ukuran penampang penghantar pertanahan pada saluran utama akan lebih besar dari saluran cabang. Hal ini disesuaikan dengan luas penampang penghantar fasanya.

Untuk keperluan pengujian, dalam penghantar pertanahan harus ada sambungan yang dapat dilepas untuk memisahkan bagian di atas tanah dari bagian yang ditanam. Sambungan ini harus dibuat ditempat yang mudah dicapai dan sedapat mungkin ditempat yang memang harus ada sambungan. Pada persyaratan PUIL 2000 pasal 3.13.2.10 halaman 68 menjelaskan tentang resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5Ω .

Tabel 2.9 Resistans pembumian pada resistans jenis p1= 100 Ω -meter.
(Sumber : PUIL, 2011 Tabel 54.3 halaman 359)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Jenis elektrode	Pita atau konduktor pilin				Batang atau pipa				Pelat vertikal dengan sisi atas ± 1 m di bawah permukaan tanah	
	Panjang (m)				Panjang (m)				Ukuran (m ²)	
	10	25	50	100	1	2	3	5	0,5x1	1x1
Resistans pembumian (Ω)	20	10	5	3	70	40	30	20	35	25

2.8 Pengujian Instalasi

2.8.1 Mengukur Tahanan/Resistansi Isolasi

Pengukuran tahanan isolasi untuk perlengkapan listrik menggunakan pengujian tahanan isolasi, yang mana pengoperasiannya pada waktu perlengkapan rangkaian listrik tidak bekerja atau tidak dialiri arus listrik (Waluyanti, 2008:217).

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur resistansi isolasi kabel penghantar dan mendeteksi terjadinya kebocoran isolasi. Pengukuran ini dilakukan agar dapat mengetahui potensi hubung pendek (*short circuit*) yang timbul pada instalasi dengan praktis dan cepat.

Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *insulation tester*. Alat ini biasanya disebut dengan *megger (mega ohm meter)*. Pada instalasi listrik rumah umumnya digunakan tegangan 500 V dan resistansi 1000 ohm/Volt. Standart resistansi isolasi kabel adalah $> 1,0 \text{ M}\Omega$. Jika hasil pengukuran hasilnya $0 \text{ M}\Omega$ atau $< 1,0 \text{ M}\Omega$ pada instalasi, maka instalasi tersebut mempunyai isolasi yang jelek.

Untuk mengetahui nilai resistans isolasi minimum dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.10 Nilai Resistans Isolasi Minimum
(Sumber : PUIL, 2011 Tabel 6A halaman 452)

Voltase sirkit nominal V	Voltase uji a.s. V	Resistans insulasi $\text{M}\Omega$
SELV dan PELV	250	$\geq 0,5$
Sampai dengan 500 V, termasuk FELV	500	$\geq 1,0$
Di atas 500 V	1 000	$\geq 1,0$

2.8.2 Mengukur Tahanan/Resistansi Pembumian

Tahanan elektroda pembumian ke tanah tidak hanya tergantung pada kedalaman dan luas permukaan elektroda, tetapi juga pada tahanan tanah. Tahanan tanah merupakan faktor kunci yang menentukan tahanan elektroda dan pada kedalaman berapa pasak harus ditanam agar diperoleh tahanan yang rendah (Hadi A, 1994; 159).

Nilai resistans jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanah seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.11 Resistans Jenis Tanah
(Sumber : PUIL, 2011 Tabel 54.2 halaman 358)

1	2	3	4	5	6	7
Jenis tanah	Tanah rawa	Tanah liat & tanah ladang	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Resistans jenis (Ω -m)	30	100	200	500	1000	3000

2.9 Jatuh Tegangan

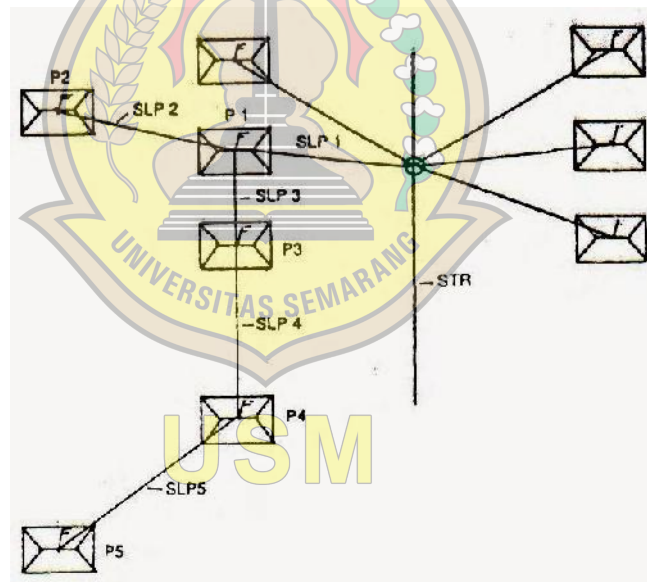
Jatuh tngangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. *Drop voltase* atau jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam volt. Menurut SPLN buku 1 tahun 2010, penyebab terjadinya jatuh tegangan adalah:

1. Panjang penghantar
2. Diameter penghantar
3. Banyaknya beban listrik

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang dibolehkan dibeberapa titik pada jaringan distribusi adalah (SPLN 72: 1987):

- a. SUTM = 5% dari tegangan kerja bagi sistem radial
- b. SKTM = 2% dari tegangan kerja pada sistem spindel dan gugus
- c. Trafo distribusi = 3% dari tegangan kerja
- d. Saluran Tegangan Rendah = 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban
- e. Saluran rumah = 1% dari tegangan nominal

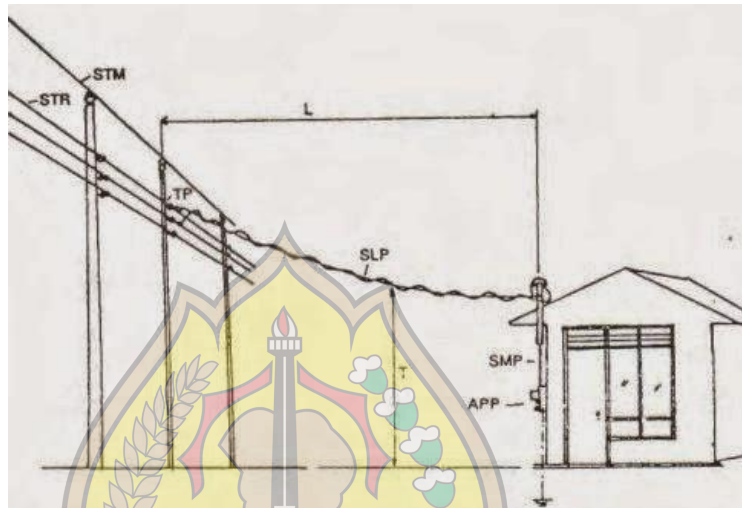
Salah satu kriteria yang dipertimbangkan dalam mendesain tarikan Sambungan Rumah (SR) terdapat pada gambar berikut:



Gambar 2.14 Ketentuan Umum Sambungan Luar Pelayanan
(Sumber: SPLN Buku 2: 2010)

1. Dari satu tiang boleh dipasang maksimal 5 Sambungan Luar Pelayanan.
2. Dari Sambungan Luar Pelayanan (SLP) 1 boleh disambung berturut-turut (seri) maksimal 5 pelanggan

3. Jatuh tegangan sepanjang Sambungan Rumah (SR) yang diijinkan maksimal 2%
4. Jarak sambungan dari tiang ke rumah atau dari rumah ke rumah maksimal 30 meter.



Gambar 2.15 Ketentuan Umum Sambungan Pelayanan
(Sumber: SPLN Buku 2: 2010)

Keterangan gambar:

JTR = STR sampai dengan APP (STR + SLP + SMP + APP)

SP = SLP sampai dengan APP (SLP + SMP + APP)

SR = SLP sampai dengan SMP (SLP + SMP)

Keterangan:

JTR = Jaringan Tegangan Rendah

STR = Saluran Tegangan Rendah

APP = Alat Pengukur Peralatan

SLP = Sambungan Luar Pelayanan

SR = Saluran Rumah

SMP = Sambungan Masuk Pelayanan

Pada umumnya saluran pelanggan yang digunakan yaitu kawat penghantar LVTC/AAAC. Berikut pada Gambar 2.16 dapat dilihat tabel SNI mengenai tahanan kawat penghantar AAAC yaitu:

DIMENSIONAL & MECHANICAL DATA					ELECTRICAL DATA					
Cross Sectional Area		No. of Wire / Diameter	Approx. Overall Diameter	Approx. Net Weight of Conductor	Cross Sectional Area		Max. DC Conductor Resistance at 20°C	Calculated Breaking Force	Current Carrying Capacity	Standard Quantity Per Reel
Nominal Size	Actual Size				Nominal Size	Actual Size				
mm ²	mm ²	pcs/mm	mm	kg/km	mm ²	mm ²	Ohm/km	N	A	m
16	16.84	7/1.75	5.25	46	16	16.84	1.955	4,710	105	500
25	27.83	7/2.25	6.75	76	25	27.83	1.183	7,750	135	500
35	34.36	7/2.50	7.50	94	35	34.36	0.958	9,615	170	500
50	49.48	7/3.00	9.00	135	50	49.48	0.665	13,830	210	500
50	45.70	19/1.75	8.75	125	50	45.70	0.724	12,750	210	500
55	58.07	7/3.25	9.75	160	55	58.07	0.567	16,235	220	500
70	75.55	19/2.25	11.25	208	70	75.55	0.438	21,090	255	1,000
95	93.27	19/2.50	12.50	256	95	93.27	0.355	26,095	320	1,000
100	99.30	7/4.25	12.75	272	100	99.30	0.332	27,760	325	1,000
120	112.85	19/2.75	13.75	319	120	112.85	0.293	31,590	365	1,000
150	157.60	19/3.25	16.25	434	150	157.60	0.210	44,045	425	1,000
150	147.10	37/2.25	15.75	405	150	147.10	0.225	41,105	425	1,000
185	181.60	37/2.50	17.50	501	185	181.60	0.183	50,765	490	1,000
240	242.50	61/2.25	20.20	657	240	242.50	0.139	66,755	585	1,000
240	238.80	19/4.00	20.00	670	240	238.80	0.137	67,785	585	1,000
300	299.40	61/2.50	22.50	827	300	299.40	0.111	83,680	670	1,000
400	431.10	61/3.00	27.00	1,191	400	431.10	0.077	120,565	810	1,000
500	506.00	61/3.25	29.25	1,398	500	506.00	0.066	141,460	930	1,000
630	643.20	91/3.00	33.00	1,782	630	643.20	0.052	179,820	1,085	1,000
800	754.90	91/3.25	35.75	2,091	800	754.90	0.044	211,060	1,255	1,000
1000	1005.10	91/3.75	41.25	2,784	1000	1005.10	0.033	280,960	1,450	1,000

Gambar 2.16 Tabel SNI Tahanan Kawat Penghantar AAAC
(Sumber : SPLN 41-8: 1981)

Besarnya jatuh tegangan yang terjadi pada saluran tersebut didapatkan pada persamaan berikut:

$$\Delta V = I_s (R_s + jX_s)$$

$$\Delta V = I \times Z \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$Z = \text{Impedansi } (\Omega)$$

Atau

$$\Delta V = V_s - V_R \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan :

ΔV = Tegangan jatuh (V)

V_s = Tegangan kirim (V)

V_R = Tegangan terima (V)

Sedangkan untuk menghitung persentase nilai jatuh tegangan pada persamaan berikut:

$$\Delta V (\%) = (\Delta V / V) \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan : (Sumber: Hutaaruk M: 1990)

ΔV = Tegangan jatuh (Volt)

V = Tegangan standart nominal (Volt)

Pada kelayakan instalasi penerangan rumah tinggal, jatuh tegangan tidak dapat dijadikan untuk acuan salah satu faktor kelayakan. Dalam penelitian ini jatuh tegangan hanya di asumsikan untuk pengaruh kualitas instalasi terhadap pemakaian energi listrik saja.

2.10 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah suatu cara yang digunakan untuk mengolah data hasil penelitian untuk memperoleh suatu kesimpulan. Dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif prosentase. Untuk mengetahui kelayakan instalasi listrik ditentukan kriteria penilaian dengan sandart PUIL 2011. Kemudian dipresentasikan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kelayakan pemakaian instalasi listrik dengan umur kurang lebih 15 tahun untuk daya 1300VA di Perumahan Sulanji RW.05 Ngaliyan Semarang.

Pada perhitungan analisis data untuk penentuan persentase digunakan rumus secara umum sebagai berikut:

$$\% = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

% = Tingkat persentase kelayakan instalasi listrik tegangan rendah

n = Jumlah instalasi listrik tegangan rendah yang layak pakai

N = Jumlah seluruh instalasi listrik tegangan rendah

Dari persentase yang telah diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam tabel supaya pembacaan hasil penelitian menjadi mudah.

2.11 Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting (Sugiyono, 2009: 60). Berdasarkan teori yang telah dikemukakan diatas, maka kerangka berfikir dalam penelitian ini yaitu kelayakan instalasi listrik dipengaruhi oleh faktor usia instalasi listrik dimana akan mengalami penurunan kualitas pada peralatan dan perlengkapan instalasi listrik. Dalam pemasangan instalasi listrik, semua peralatan dan perlengkapan yang digunakan harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam PUIL dan standar yang berlaku. Hal ini yang mendasari layak atau tidaknya sebuah instalasi listrik. Dari berbagai faktor yang berpengaruh terhadap kelayakan pemakaian instalasi listrik meliputi perlengkapan peralatan instalasi listrik, pengaman instalasi listrik ditinjau dari segi kondisi fisiknya, penampang penghantar instalasi

pada penambahan beban titik nyala, tahanan isolasi ($R_{isolasi}$), dan tahanan pembumian (*grounding*) ($R_{pertanahan}$).

Pengujian kelayakan instalasi listrik dilakukan pemeriksaan mulai dari perelengkapan instalasi yang meliputi Lasdop / isolasi, sakelar, fitting, Tusuk kontak dan kotak kontak. Kemudian pengaman, sesuai persyaratan atau tidak dan bagaimana kondisi fisiknya. Daintaranya *magnetic circuit breaker* (MCB), Pengaman lebur atau *sekring*, dan Pembumian (*grounding*). Selanjutnya pemeriksaan penghantar instalasi dalam hal ini kabel apakah sesuai persyaratan atau belum. Menurut PUIL 2011 pasal 7.3.1.1 halaman 484 kabel instalasi inti tunggal berisolasi PVC (*Poly Vinil Chlorid*) tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi Kuat Hantar Arus (KHA) untuk masing-masing luas penampang nominal serta jenis konduktor tembaga. Sehingga setiap penghantar yang dipasang dalam instalasi listrik harus terdapat tanda pengenal kabel sehingga memudahkan dalam pemasangan penghantar. Untuk penghantar Kawat penghubung yang menghubungkan saklar ke lampu-lampu diperbolehkan mempunyai penampang 1,5 mm². Selanjutnya mengukur besar tahanan/resistans isolasi dan tahanan/resistans pembumian.

Dalam pemeriksaan instalasi, untuk pengujian tahanan isolasi ($R_{isolasi}$) dan tahanan pembumian (*grounding*) ($R_{pertanahan}$) menggunakan alat ukur. Untuk menguji tahanan isolasi ($R_{isolasi}$) alat ukur yang digunakan adalah *insulation tester*. Alat ini biasanya disebut dengan *megger* (*mega ohm meter*). Pada instalasi listrik rumah umumnya digunakan tegangan 500 V dan resistansi 1000 ohm/ Volt. Standart resistansi isolasi kabel adalah $> 1 \text{ M}\Omega$. Jika hasil pengukuran hasilnya 0 $\text{M}\Omega$ atau $< 1 \text{ M}\Omega$ pada instalasi, maka instalasi tersebut mempunyai isolasi yang

jelek sesuai PUIL 2011. Kemudian Untuk menguji tahanan pbumian/ Grounding ($R_{\text{pantanahan}}$) alat ukur yang digunakan adalah meter pbumian (*Earth Tester*). Meter pbumian (*Earth Tester*) memiliki 3 (tiga) buah terminal, 1 (satu) dihubungkan dengan elektroda yang akan diukur nilai tahanan pentanahannya dan 2 (dua) dihubungkan dengan elektroda bantu yang merupakan bagian dari alat ukurnya. Untuk nilai resistansi pentanahan tidak boleh lebih dari 5Ω sesuai peraturan PUIL 2000.

