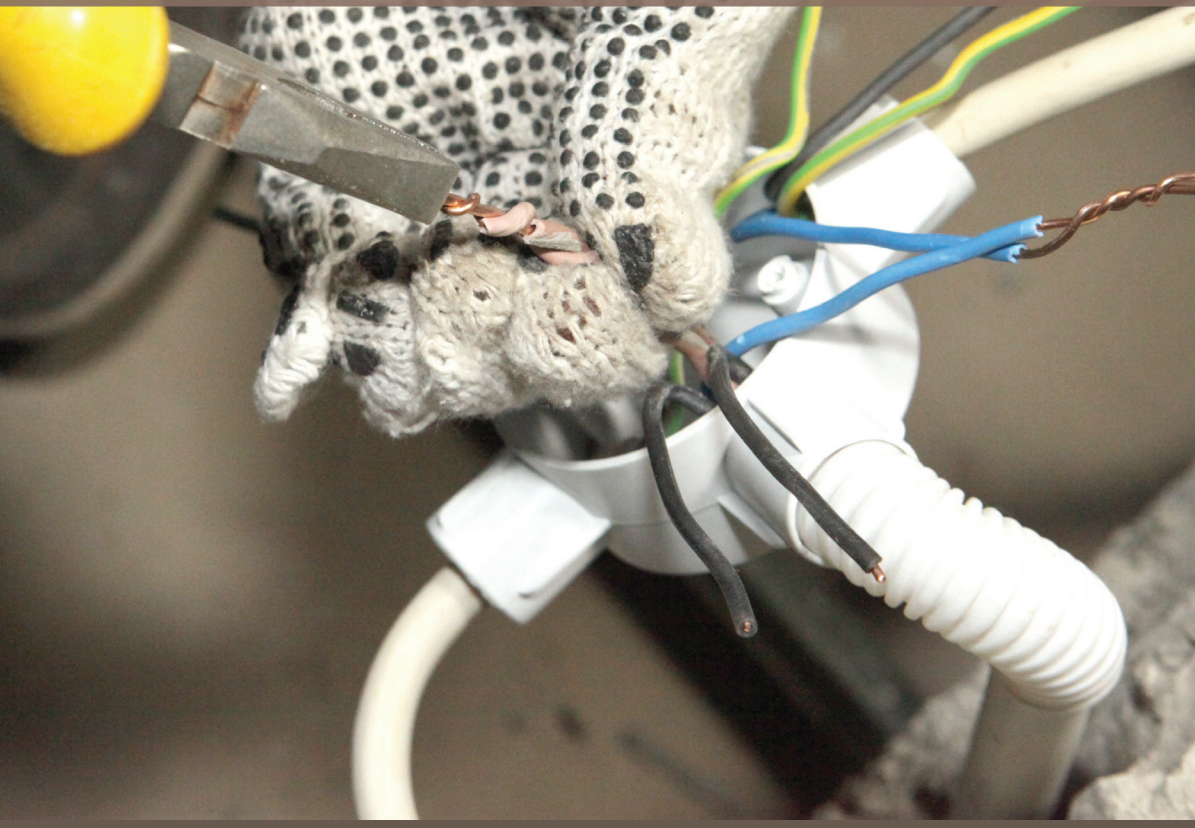
Edisi 2016

Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga

PUIL 2011 + Amandemen 1 (2011)



Director's Copper Message

The International Copper Association Southeast Asia Limited (ICASEA) is the leading organization for promoting the use of copper in Southeast Asia. ICASEA increases awareness and usage of copper by communicating the unique attributes that make this sustainable element on substantial contributor to the formation of life, to advances of science and technology, and to a higher standard of living.

One of the major applications of copper is in the building construction sector and ICASEA has been involved in raising the awareness of advantages and versatility of copper with various stakeholders. They include government regulations, housing development bodies, developers, contractors, consultants, designers, engineers, and architects.

One key and strategic partners is the Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan (DGE). Our joint objective is to improve standards of electrical contractors, enhance the knowledge and installation skills of electricians and promote the correct and safe usage of copper products in electrical applications.

This Residential Wiring Handbook explain the PUIL 2011 standard and serves as a guide for contractors and electrical practitioners on how to select and install the electrical wiring for residential buildings. We are confident that the handbook will be useful for all electrical practitioners and installers in their professional course of work.

Mr. Colin May
Director, East and Southeast Asia,
International Copper

Sambutan Direktur Jendral Ketenagalistrikan

Bismillahirrahmanirrahim,
Assalamulaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Pertumbuhan ekonomi, pertambahan jumlah penduduk serta peningkatan konsumsi perkapita energi telah menyebabkan kebutuhan energi nasional terus meningkat, sehingga untuk memenuhinya pemerintah secara berkesinambungan mengembangkan infrastruktur ketenagalistrikan nasional. Akan tetapi, selain tercukupi haruslah dipastikan bahwa tenaga listrik dapat dimanfaatkan secara aman dan nyaman oleh konsumen, agar keselamatan ketenagalistrikan sebagaimana yang diamanatkan dalam Pasal 44 ayat (1) Undang-Undang Nomor 30 tahun 2009, dapat diwujudkan.

Terwujudnya keselamatan ketenagalistrikan adalah tanggung jawab bersama antara pemerintah, penyedia listrik, konsumen dan para pemangku kepentingan (*stakeholders*) lainnya. Untuk itu, di sisi regulasi pemerintah terus berupaya melengkapi aturan di bidang keselamatan ketenagalistrikan antara lain dengan diterbitkannya SNI PUIL 2011, yang telah ditetapkan melalui Permen ESDM Nomor 36 Tahun 2014 menjadi standar wajib untuk instalasi listrik voltase rendah. Sebagai standar wajib, SNI PUIL 2011 harus menjadi acuan dalam perencanaan, pemasangan dan pemeriksaan instalasi listrik voltase rendah. Dengan demikian, menjadi suatu keharusan bagi tenaga teknik yang bekerja di bidang instalasi tenaga listrik voltase rendah, untuk memiliki pemahaman dan pengetahuan yang memadai atas ketentuan-ketentuan dan persyaratan yang diatur dalam SNI PUIL 2011.

Guna mempermudah pemahaman terhadap SNI PUIL 2011, tersedianya buku-buku pelengkap yang lebih praktis tentu akan sangat membantu. Oleh karena itu, saya sangat menghargai dan menyambut baik disusunnya buku "Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga" ini, sebagai buku referensi tambahan SNI PUIL 2011. Dengan adanya buku ini, diharapkan keraguan dalam menerapkan ketentuan PUIL atau perbedaan penafsiran yang mungkin timbul, dapat dikurangi.

Kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada tim penyusun atas jerih payahnya menyusun buku ini, serta kepada *International Copper Assosiation Southeast Asia* (ICASEA) atas partisipasinya yang sangat berharga sehingga buku ini bisa tersusun. Semoga buku ini bermanfaat dalam mewujudkan Keselamatan Ketenagalistrikan di Indonesia.

Direktur Jendral Ketenagalistrikan

JARMAN

Kata Pengantar

Sejak ditetapkan menjadi SNI wajib pada Tahun 2014, PUIL 2011 (SNI 0225:2011) telah digunakan sebagai acuan dalam pemasangan instalasi listrik voltase rendah menggantikan PUIL 2000. Meskipun secara umum PUIL 2011 disusun dengan merevisi bagian tertentu PUIL 2000, akan tetapi terdapat beberapa hal yang mengalami perubahan mendasar antara lain yang terkait aturan pemasangan serta penggunaan peralatan atau perlengkapan instalasi. Perubahan tersebut kadang kala dapat menimbulkan keraguan atau perbedaan persepsi bagi pengguna PUIL dalam menerapkannya. Oleh karena itu, untuk membantu pengguna PUIL dalam penerapan PUIL, perlu tersedia buku-buku penunjang yang dapat memberikan penjelasan lebih rinci atau buku panduan lain yang lebih praktis.

Dalam rangka menyediakan buku pelengkap PUIL 2011, pada Tahun 2014 Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan telah menerbitkan buku "Penjelasan PUIL 2011". Buku tersebut berisi penjelasan lanjutan untuk bagian tertentu dari PUIL 2011 yang mengalami perubahan mendasar dan dipandang memerlukan pemahaman lebih mendalam. Karena sifatnya buku penjelasan, maka penyusunan buku tersebut dilakukan melalui pendekatan teoretis seperti perhitungan atau alasan pemilihan peralatan/perlengkapan listrik dan sebagainya, akan tetapi penerapannya secara rinci pada pemasangan instalasi listrik belum sepenuhnya terakomodasi. Oleh karena itu, guna melengkapi buku tersebut, disusunlah buku "Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga" ini.

Berbeda dengan buku sebelumnya yang berisi penjelasan teoretis, buku "Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga" ini berisi penjelasan praktis dan rinci tentang penerapan ketentuan PUIL pada pemasangan instalasi listrik. Oleh karena itu, buku ini memuat secara rinci tata cara pemasangan instalasi listrik yang sesuai PUIL mulai dari pemilihan perkakas kerja, pemilihan peralatan, aturan pemasangan, teknik pemasangan dan sebagainya. Dengan demikian buku ini dapat digunakan sebagai buku panduan, yang utamanya ditujukan bagi para instalatur listrik voltase rendah dan tenaga teknik lembaga inspeksi teknik voltase rendah.

Buku ini merupakan rintisan yang dapat diperbaharui di kemudian hari, sehingga kami mengharapkan agar pembaca dapat memberikan saran, usulan dan masukan untuk penyempurnaan buku ini.
Untuk berhasilnya penerbitan buku ini kami ucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral beserta jajarannya.
2. *Director, East and Southeast Asia International Copper.* Beserta jajarannya.

Semoga buku ini bermanfaat bagi para pengguna dan pada akhirnya dapat berkontribusi dalam mewujudkan keselamatan ketenagalistrikan di Indonesia.

Jakarta, 21 September 2016

Tim penyusun

Keterangan warna

Tulisan dengan latar belakang biru muda merupakan bagian utuh yang diambil dari SNI wajib 0225:2011 Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011).

Tulisan dengan latar belakang coklat muda dengan garis luar biru tua merupakan penjelasan dan tulisan dengan latar belakang warna putih merupakan hasil karya dari tim penyusun buku.

Tim Penyusun

Pengarah:

Ir. Jarman, M. Sc (Direktur Jenderal Ketenagalistrikan)

Ir. Munir Ahmad (Direktur Teknik dan Lingkungan Ketenagalistrikan)

Penyusun:

Ir. Agus Sufiyanto (Kasubdit Standardisasi Ketenagalistrikan), Koordinator

Ir. Bartien Sayogo (HIMAPUIL), Tim Leader

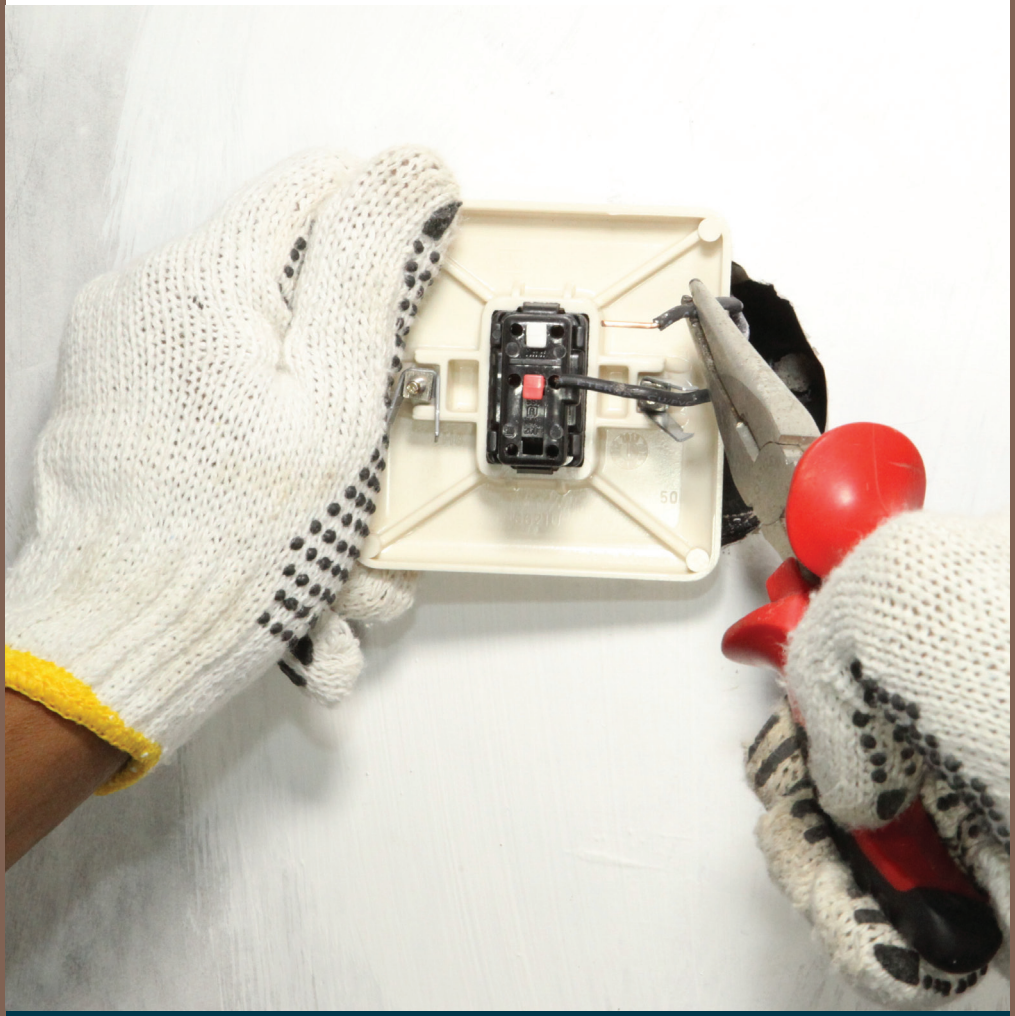
Ir. Aat Rusiadi (APEI), Anggota

Ir. Fadjar Widjaja (HIMAPUIL), Anggota

Sahat Simangunsong, ST, MT (Ditjen Ketenagalistrikan), Anggota

Sugeng Prahoro, ST (Ditjen Ketenagalistrikan), Anggota

Daftar Isi



Bab 1

Pendahuluan

1.1 Umum

Sebagaimana diketahui, kehidupan modern seperti saat ini memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap ketersediaan energi listrik. Energi listrik, selain sebagai infrastruktur yang dibutuhkan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional maupun regional, juga sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk menunjang keberlangsungan kegiatan sehari-hari serta faktor penting dalam upaya peningkatan kesejahteraan dan kenyamanan hidup. Perkembangan teknologi peralatan yang digunakan untuk berbagai kebutuhan, secara terus menerus mengarah kepada digitalisasi di mana peralatan-peralatan dahulu dioperasikan secara manual telah digantikan oleh peralatan-peralatan yang digerakkan energi listrik. Oleh karena itulah, permintaan terhadap energi listrik semakin hari akan semakin meningkat.

Namun demikian, perlu disadari bahwa selain bermanfaat bagi kehidupan, tenaga listrik juga memiliki potensi bahaya terhadap keselamatan apabila salah dalam penanganan dan pemanfaatannya. Masih sering terjadi kebakaran yang diduga diakibatkan oleh arus bocor atau arus hubung pendek listrik atau kecelakaan akibat terkena/tersentuh arus listrik yang menyebabkan luka bahkan korban jiwa. Oleh karena itu, guna menghindari kejadian yang tidak diinginkan tersebut, penyelenggaraan ketenagalistrikan wajib memenuhi ketentuan keselamatan ketenagalistrikan, yang bertujuan untuk mewujudkan kondisi andal dan aman bagi instalasi, aman dari bahaya terhadap manusia dan makhluk hidup lain, serta ramah bagi lingkungan sesuai amanah Undang-Undang no 30 tahun 2009, Pasal 44 Ayat 1.

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi terpenuhinya keselamatan ketenagalistrikan khususnya keselamatan instalasi tenaga listrik, adalah pemasangan instalasi secara baik dan benar yang memenuhi kaidah-kaidah pemasangan instalasi sesuai ketentuan. Khusus untuk instalasi listrik voltase rendah sampai dengan 230 V, telah diterbitkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 beserta amendemennya (selanjutnya disebut PUIL 2011), dan telah ditetapkan sebagai Standar Nasional Indonesia (SNI) wajib di bidang ketenagalistrikan. Dengan diberlakukan sebagai SNI wajib, PUIL 2011 menjadi standar yang harus diikuti dalam perancangan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasan instalasi voltase rendah.

PUIL 2011 memuat berbagai aspek pengaturan yang berkaitan dengan instalasi tenaga listrik antara lain jenis dan persyaratan peralatan, tata cara dan kondisi pemasangan, spesifikasi teknis, besaran listrik, dan sebagainya. Banyaknya parameter pengaturan dan kemungkinan tersedianya beberapa opsi terutama dalam pemilihan peralatan, ada kalanya menimbulkan keraguan bagi pengguna PUIL 2011 dalam penerapannya. Selain itu, buku PUIL 2011 yang disajikan dalam bentuk bahasa standar, kadangkala juga menimbulkan kesulitan tersendiri dalam menafsirkan. Oleh karena itu, untuk memudahkan penerapan

ketentuan dalam PUIL 2011, maka perlu tersedia buku yang lebih praktis sebagai buku penunjang, terutama menyangkut tata cara pemasangan instalasi listrik. Dengan demikian, diharapkan dengan adanya buku ini akan mempermudah para perancang, pemasang dan pemeriksa instalasi dalam melaksanakan tugas, dalam rangka mewujudkan instalasi listrik yang memenuhi ketentuan pemasangan, aman dan handal.

1.2 Tujuan

Tujuan penyusunan buku pedoman ini adalah untuk menyediakan bahan referensi tambahan bagi perencana/perancang, pemasang dan pemeriksa instalasi listrik guna mempermudah pemahaman terhadap ketentuan pemasangan yang di atur dalam PUIL 2011. Dengan adanya buku ini diharapkan dapat mengurangi perbedaan-perbedaan penafsiran atau keraguan dalam mengimplementasikan kaidah-kaidah pemasangan instalasi listrik dalam PUIL 2011 tersebut.

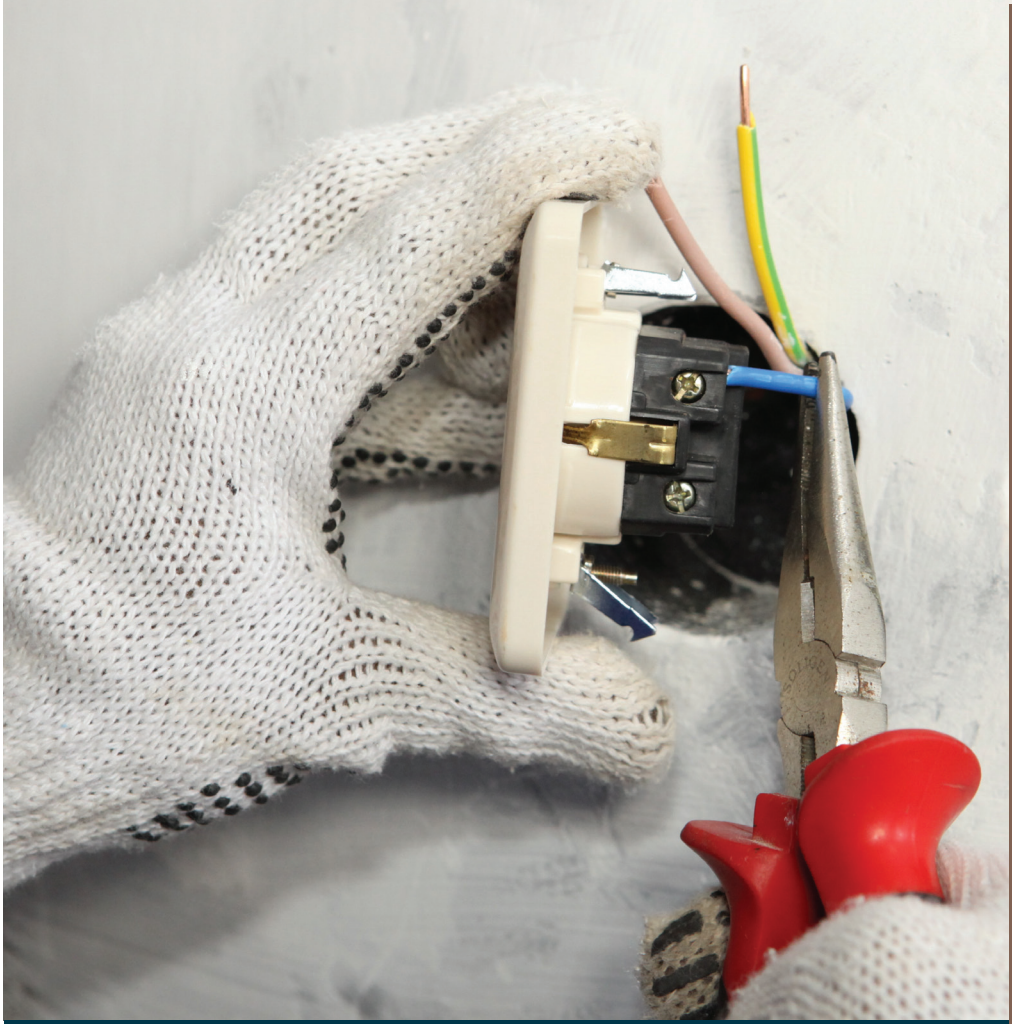
1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penggunaan buku ini adalah instalasi listrik voltase rendah sampai dengan 230 V untuk pemasangan instalasi listrik rumah tangga, residensial, serta instalasi-instalasi listrik sejenis sesuai lingkup yang diatur dalam PUIL 2011. Karena buku ini diintisarikan hanya dari beberapa bagian PUIL 2011, maka buku ini tidak dapat digunakan secara mandiri, akan tetapi harus digunakan bersama-sama dengan PUIL 2011. Oleh karena itu, apabila pengguna membutuhkan informasi mengenai hal yang tidak terdapat dalam buku ini, maka dapat dilihat dalam PUIL 2011.

Agar lebih komunikatif bagi pembaca, buku ini menyajikan secara praktis aturan/ketentuan pemasangan, pemilihan peralatan disertai dengan keterangan dan gambar-gambar. Beberapa gambar seperti gambar desain diagram garis tunggal instalasi listrik berbagai golongan pelanggan adalah contoh tipikal desain semata, sehingga dalam penerapannya desain instalasi tentu disesuaikan dengan kebutuhan gedung. Demikian halnya dengan gambar-gambar yang menunjukkan alat kerja, perkakas kerja dan sebagainya dalam penerapannya dapat ditambah dengan alat lain sesuai dengan keperluannya.

1.4 Lain-Lain

Bilamana ditemukan perbedaan antara yang tertulis dalam buku ini dengan yang terdapat dalam buku PUIL 2011, maka pembaca harus menggunakan buku PUIL 2011 sebagai rujukan resmi.



Bab 2

Persyaratan umum desain instalasi listrik

2.1 Prinsip Fundamental

Prinsip fundamental dijelaskan dalam Bagian 1 dan Bagian 2 PUIL 2011 sbb :

Bagian 1 PUIL 2011

13 MOD Prinsip fundamental

131 (2.1) Proteksi untuk keselamatan

131.1 (2.1.1) Umum

(2.1.1.1) Persyaratan yang dinyatakan dalam 131.2 hingga 131.7 dimaksudkan untuk memastikan keselamatan manusia dan ternak serta keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang dapat timbul oleh penggunaan instalasi listrik secara wajar. Persyaratan untuk memastikan keselamatan ternak dapat diterapkan pada lokasi yang dimaksudkan untuk kandang ternak.

CATATAN

Pada instalasi listrik bahaya berikut dapat timbul, yaitu:

a) arus kejut listrik;

b) suhu berlebihan yang mungkin mengakibatkan kebakaran, luka bakar atau efek cedera lain;

c) penyulutan atmosfer ledak yang potensial;

d) voltase kurang, voltase lebih dan pengaruh elektromagnetik yang mungkin menyebabkan cedera atau kerusakan;

e) pemutusan suplai daya dan/atau pemutusan pelayanan keselamatan;

f) busur api listrik, yang mungkin menyebabkan efek menyilaukan, tekanan yang berlebihan atau gas racun;

g) gerakan mekanis perlengkapan yang digerakkan listrik.

131.2 (2.1.2) Proteksi terhadap kejut listrik

131.2.1 (2.1.2.1) Proteksi dasar (proteksi terhadap sentuh langsung)

CATATAN

Untuk instalasi voltase rendah, sistem dan perlengkapan, proteksi dasar umumnya berkaitan dengan proteksi terhadap sentuh langsung.

Proteksi harus disediakan terhadap bahaya yang dapat timbul karena sentuh dengan bagian aktif instalasi oleh manusia atau ternak.

Proteksi dapat dicapai dengan salah satu metode berikut:
- mencegah mengalirnya arus melalui badan manusia atau ternak;
- membatasi arus yang dapat mengalir melalui badan ke nilai yang tidak berbahaya.

131.2.2 (2.1.2.2) Proteksi gangguan (proteksi terhadap sentuh tak langsung)

CATATAN

Untuk instalasi voltase rendah, sistem dan perlengkapan, proteksi gangguan umumnya berkaitan dengan proteksi terhadap sentuh tak langsung, terutama berkaitan dengan kegagalan insulasi dasar.

Proteksi harus disediakan terhadap bahaya yang dapat timbul karena sentuh dengan bagian konduktif terbuka (BKT) instalasi oleh manusia atau ternak.

Proteksi dapat dicapai dengan salah satu metode berikut:
- mencegah mengalirnya arus gangguan melalui badan manusia atau ternak;
- membatasi besarnya arus gangguan yang dapat mengalir melalui badan ke nilai yang tidak membahayakan;
- membatasi durasi arus gangguan yang dapat mengalir melalui badan hingga periode waktu yang tidak membahayakan.

131.3 (2.1.3) Proteksi terhadap efek termal

(2.1.3.1) Instalasi listrik harus disusun sedemikian untuk meminimalkan risiko kerusakan atau tersulutnya bahan yang mudah terbakar karena tingginya suhu atau busur api listrik. Demikian pula tidak boleh ada risiko luka bakar pada manusia maupun ternak selama perlengkapan listrik beroperasi secara normal.

131.4 (2.1.4) Proteksi terhadap arus lebih

(2.1.4.1) Manusia atau ternak harus diproteksi dari cedera, dan harta benda harus diproteksi dari kerusakan karena suhu yang berlebihan atau stres elektromekanis karena arus lebih yang mungkin timbul pada konduktor.

Proteksi ini dapat dicapai dengan membatasi arus lebih ke nilai atau durasi yang aman.

131.5 (2.1.5) Proteksi terhadap arus gangguan

(2.1.5.1) Konduktor, selain konduktor aktif, dan bagian lain yang dimaksudkan untuk menghantarkan arus gangguan harus mampu menghantarkan arus tersebut tanpa menimbulkan suhu yang berlebihan. Perlengkapan listrik, termasuk konduktor harus dilengkapi dengan proteksi mekanis terhadap stres elektromekanis arus gangguan jika perlu, untuk mencegah cedera atau kerusakan pada manusia, ternak dan harta benda.

Konduktor aktif harus diproteksi terhadap arus lebih yang timbul dari gangguan dengan metode dalam 131.4.

CATATAN

Perhatian khusus sebaiknya diberikan pada arus konduktor PE dan konduktor pembumian.

131.6 (2.1.6) Proteksi terhadap gangguan voltase dan tindakan terhadap pengaruh elektromagnetik

131.6.1 (2.1.6.1) Manusia dan ternak harus diproteksi dari cedera dan harta benda harus diproteksi dari setiap efek yang berbahaya akibat adanya gangguan antara bagian aktif sirkit yang disuplai pada voltase yang berbeda.

131.6.2 (2.1.6.2) Manusia dan ternak harus diproteksi dari cedera dan harta benda harus diproteksi dari kerusakan akibat adanya voltase lebih sedemikian seperti yang berasal dari peristiwa atmosfer atau dari penyakelaran.

CATATAN

Untuk proteksi terhadap sambaran petir langsung, lihat seri IEC 62305.

131.6.3 (2.1.6.3) Manusia dan ternak harus diproteksi dari cedera dan harta benda harus diproteksi dari kerusakan akibat adanya voltase kurang dan setiap pemulihan voltase sesudah itu.

131.6.4 (2.1.6.4) Instalasi harus mempunyai tingkat imunitas yang memadai terhadap gangguan elektromagnetik sedemikian sehingga berfungsi secara benar pada lingkungan yang ditentukan. Desain instalasi harus mempertimbangkan emisi elektromagnetik terantisipasi, yang ditimbulkan oleh instalasi atau perlengkapan terpasang, yang harus sesuai untuk pemanfaat listrik yang digunakan pada, atau dihubungkan dengan instalasi.

131.7 (2.1.7) Proteksi terhadap pemutusan suplai daya

Jika bahaya atau kerusakan diperkirakan timbul karena pemutusan suplai, tindakan pencegahan yang sesuai harus dilakukan pada instalasi atau perlengkapan terpasang.

131.8 MOD (2.2) Proteksi perlengkapan dan instalasi listrik

131.8. 1 MOD (2.2.1) Perlengkapan listrik

131.8.1. 1 MOD (2.2.1.1) 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.

131.8.1.2 MOD (2.2.1.2) Perlengkapan listrik hanya boleh dipasang pada instalasi jika memenuhi persyaratan dalam PUIL dan/atau standar yang berlaku.

131.8.1.3 MOD (2.2.1.3) Setiap perlengkapan listrik tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya.

131.8.2 MOD (2.2.2) Instalasi listrik

131.8.2.1 MOD (2.2.2.1) Instalasi yang baru dipasang atau mengalami perubahan harus diperiksa dan diuji dulu sesuai dengan ketentuan mengenai :
a) resistans insulasi (61.3.3);
b) pengujian sistem proteksi dengan diskoneksi otomatis suplai (61.3.6);
c) pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik (Bagian 6 dan 9.5.6).

131.8.2. 2 MOD (2.2.2.2) Instalasi listrik yang sudah memenuhi semua ketentuan tersebut dalam 131.8.2.1 dapat dioperasikan setelah mendapat izin atau pengesahan dari instansi/lembaga yang berwenang yang menyatakan laik operasi dengan syarat tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya.

132 (2.3) Desain

132.1 (2.3.1) Umum

(2.3.1.1) Dalam desain instalasi listrik, faktor berikut harus diperhitungkan untuk memberikan:
- proteksi manusia, ternak dan harta benda sesuai dengan 131;
- fungsi yang tepat dari instalasi listrik sesuai dengan maksud penggunaannya.

Informasi yang disyaratkan sebagai dasar desain disebutkan dalam 132.2 hingga 132.5. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh desain dinyatakan dalam 132.6 hingga 132.12.

132.2 (2.3.2) Karakteristik suplai yang tersedia

Ketika mendesain instalasi listrik sesuai dengan PUIL, perlu untuk mengetahui karakteristik suplai. Informasi relevan dari operator jaringan diperlukan untuk mendesain instalasi yang aman sesuai PUIL. Karakteristik suplai daya sebaiknya dicantumkan dalam dokumentasi untuk memperlihatkan kesesuaian dengan PUIL. Jika operator jaringan merubah karakteristik suplai daya, hal ini akan mempengaruhi keselamatan instalasi.

132.2.1 (2.3.2.1) Sifat arus: arus bolak-balik (a.b.) dan/atau arus searah (a.s.).

132.2.2 (2.3.2.2) Fungsi konduktor:
- untuk a.b.: konduktor lin; konduktor netral; konduktor proteksi.
- untuk a.s.: konduktor lin; konduktor titik tengah; konduktor proteksi.

CATATAN

Fungsi beberapa konduktor dapat digabungkan dalam konduktor tunggal.

132.2.3 MOD (2.3.2.3) Nilai dan toleransi:
- voltase dan toleransi voltase;
- pemutusan voltase, fluktuasi voltase dan kedip voltase;
- frekuensi dan toleransi frekuensi;
- arus maksimum yang diizinkan;
- impedans lingkar gangguan bumi di hulu awal instalasi;
- arus hubung pendek prospektif.

Untuk voltase dan frekuensi standar, lihat IEC 60038 (SNI 04-0227-2003) dan IEC 60196 (SNI 04-1922-2002).

132.2.4 (2.3.2.4) Ketentuan proteksi yang inheren pada suplai, misalnya pembumian sistem atau pembumian titik tengah.

132.2.5 (2.3.2.5) Persyaratan khusus dari perusahaan suplai listrik.

132.3 (2.3.3) Sifat kebutuhan listrik

(2.3.3.1) Jumlah dan jenis sirkit yang diperlukan untuk pencahayaan, pemanasan, daya, kendali, sinyal, teknologi informasi dan telekomunikasi dan lain-lain harus ditentukan oleh:

- lokasi titik kebutuhan listrik;
- beban yang diperkirakan pada berbagai sirkit;
- variasi harian dan tahunan kebutuhan listrik;
- setiap kondisi khusus seperti harmonik;
- persyaratan untuk kendali, sinyal, teknologi informasi dan telekomunikasi dan lain-lain;
- kebutuhan listrik akan datang yang diantisipasi, jika ditentukan.

132.4 (2.3.4) Sistem suplai listrik untuk pelayanan keselamatan atau sistem suplai listrik siaga (*standby*)

- Sumber suplai (sifat, karakteristik);
- Sirkit yang disuplai oleh sumber listrik untuk pelayanan keselamatan atau sumber listrik siaga.

132.5 MOD (2.3.5) Kondisi lingkungan

(2.3.5.1) Dalam menetapkan kondisi lingkungan penggunaan perlengkapan instalasi, perlu diperhitungkan beberapa faktor dan parameter lingkungan terkait, dan dipilih tingkat keparahan akibat parameter lingkungan tersebut. Faktor dan parameter lingkungan tersebut, antara lain:

a) kondisi iklim : dingin/panas, kelembaban, tekanan, gerakan media sekeliling, penguapan, radiasi dan air selain dari hujan;

b) kondisi biologis : flora dan fauna seperti jamur dan rayap;

c) bahan kimia aktif : garam, sulfur dioksida, hidrogen sulfit, nitrogen oksida, ozon, amonia, klor, hidrogen klorida, hidrogen flor dan hidrokarbon organik;

d) bahan mekanis aktif : pasir, debu, debu melayang, sedimen debu, lumpur dan jelaga;

e) cairan pengotor : berbagai minyak, cairan pendingin, gemuk, bahan bakar dan air baterai;

f) kondisi mekanis : getaran, jatuh bebas, benturan, gerakan berputar, deviasi sudut, percepatan, beban statis dan roboh;

g) gangguan listrik dan elektromagnet : medan magnet, medan listrik, harmonik, voltase sinyal, variasi voltase dan frekuensi, dan voltase induksi dan transien.

CATATAN

Desain instalasi listrik harus memperhitungkan kondisi lingkungan yang akan mengenainya, lihat Bagian 5-51 dan IEC 60721.

132.6 (2.3.6) Luas penampang konduktor

(2.3.6.4) Luas penampang konduktor harus ditentukan untuk kondisi operasi normal dan untuk kondisi gangguan sesuai dengan:

a) suhu maksimum yang diizinkan;
b) drop voltase yang diizinkan;
c) stres elektromagnetik yang mungkin terjadi karena arus gangguan bumi dan hubung pendek;
d) stres mekanis lain yang mungkin mengenai konduktor;
e) impedans maksimum berkaitan dengan berfungsinya proteksi hubung pendek;
f) metode instalasi.

CATATAN

Butir-butir di atas terutama memperhatikan keselamatan instalasi listrik. Luas penampang yang lebih besar dari yang diperlukan untuk keselamatan mungkin dikehendaki untuk operasi yang ekonomis.

132.6.1 MOD (2.3.6.1) Ukuran konduktor dinyatakan dalam satuan metrik.

132.6.2 MOD (2.3.6.2) Jika bahan konduktor tidak dijelaskan dalam PUIL, yang dimaksudkan adalah konduktor tembaga.

132.6.3 MOD (2.3.6.3) Jika digunakan konduktor nontembaga, ukurannya harus disesuaikan dengan kapasitas hantar arus (KHA) nya.

132.7 (2.3.7) Jenis perkawatan dan cara pemasangan

(2.3.7.1) Pada pemilihan jenis perkawatan dan metode instalasi, hal berikut harus diperhitungkan:
- sifat lokasi;
- sifat dinding atau bagian lain bangunan yang menyangga perkawatan;
- dapat teraksesnya perkawatan oleh manusia atau ternak;
- voltase;
- stres elektromekanik yang mungkin terjadi karena arus gangguan bumi dan hubung pendek;
- interferens elektromagnetik;
- stres lain yang mungkin mengenai perkawatan itu selama pemasangan instalasi listrik atau waktu pelayanan.

132.8 (2.3.8) Perlengkapan proteksi

Karakteristik perlengkapan proteksi harus ditentukan berdasarkan fungsinya, misalnya dapat merupakan proteksi terhadap efek:
- arus lebih (beban lebih, hubung pendek);
- arus gangguan bumi;
- voltase lebih;
- voltase kurang atau tak bervoltase.

Gawai proteksi harus beroperasi pada nilai arus, voltase dan waktu yang sesuai berkaitan dengan karakteristik sirkit dan kemungkinan terjadinya bahaya.

132.9 (2.3.9) Kendali darurat

(2.3.9.1) Bila dalam keadaan bahaya diperlukan pemutusan suplai dengan segera, gawai pemutus harus dipasang sedemikian sehingga dengan mudah dapat dikenali dan dioperasikan dengan efektif dan cepat.

132.10 (2.3.10) Gawai diskoneksi

(2.3.10.1) Gawai diskoneksi harus disediakan untuk memungkinkan penyakelaran dan/atau isolasi instalasi listrik, sirkit atau bagian individu aparatus, yang diperlukan untuk operasi, inspeksi dan deteksi gangguan, pengujian, pemeliharaan dan perbaikan.

132.11 (2.3.11) Pencegahan pengaruh timbal-balik yang merugikan

Instalasi listrik harus disusun sedemikian sehingga tidak akan terjadi pengaruh timbal-balik yang merugikan antara instalasi listrik dan instalasi nonlistrik.

132.12 (2.3.12) Akses ke perlengkapan listrik

132.12.1 MOD (2.3.12.1) Perlengkapan listrik harus disusun sedemikian sehingga terpenuhi keperluan:

- ruangan yang memadai untuk pemasangan awal dan penggantian setiap jenis individu perlengkapan listrik;
- akses untuk operasi, inspeksi dan deteksi gangguan, pengujian, pemeliharaan, dan perbaikan.

132.12.2 MOD (2.3.13) Ruang kerja di sekitar perlengkapan listrik

132.12.2.1 MOD (2.3.13.1) Ruang kerja di sekitar perlengkapan listrik dan akses ke ruang tersebut harus cukup luas dan terpelihara agar pelayanan kepada dan pemeliharaan perlengkapan listrik dapat dilakukan dengan mudah dan aman. Dalam hubungan ini, bagian yang perlu diperhatikan adalah:

a) ruang pelayanan depan;
b) jalan dan pintu masuk ke ruang pelayanan;
c) ruang kerja ;
d) ruang bebas;
e) pencahayaan;
f) ruang di atas kepala.

CATATAN

Uraian lengkap butir a) hingga f) tersebut di atas terdapat pada Bagian 5-510, 5-511, 8, dan 9.

132.12.2.2 MOD (2.3.13.2) Pada bagian yang berpotensi akan timbulnya bahaya atau kemungkinan kesalahan kerja harus dipasang petunjuk operasi atau petunjuk pelaksanaan atau papan peringatan baik berupa simbol, gambar, huruf, angka atau sarana lain yang dapat mencegah timbulnya bahaya atau terjadinya kesalahan kerja.

132.13 Dokumentasi untuk instalasi listrik

Setiap instalasi listrik harus dilengkapi dengan dokumentasi yang memadai.

133 (2.4) Pemilihan perlengkapan listrik

133.1 MOD (2.4.1) Umum

(2.4.1.1) 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.

133.2 (2.4.2) Karakteristik

(2.4.2.1) Setiap jenis perlengkapan listrik yang dipilih harus mempunyai karakteristik yang sesuai dengan nilai dan kondisi yang mendasari desain instalasi listrik (lihat 132), dan khususnya harus memenuhi persyaratan berikut.

133.2.1 (2.4.2.2) Voltase

Perlengkapan listrik harus mampu terhadap voltase kondisi tunak (*steady-state*) maksimum (nilai efektif a.b.) yang mungkin diterapkan, dan voltase lebih yang mungkin terjadi.

CATATAN

Untuk perlengkapan tertentu, perlu diperhitungkan voltase terendah yang mungkin terjadi.

133.2.2 (2.4.2.3) Arus

Semua perlengkapan listrik harus dipilih dengan memperhatikan arus kondisi tunak maksimum (nilai efektif a.b.) yang terjadi pada pelayanan normal, dan dengan mengingat pula arus yang mungkin terjadi pada kondisi abnormal dan periode arus tersebut diperkirakan mengalir (misalnya waktu operasi gawai proteksi, bila ada).

133.2.3 (2.4.2.4) Frekuensi

Jika frekuensi berpengaruh pada karakteristik perlengkapan listrik, frekuensi pengenal dari perlengkapan itu harus sesuai dengan frekuensi yang mungkin terjadi dalam sirkit itu.

133.2.4 MOD (2.4.2.5) Faktor beban

Semua perlengkapan listrik yang dipilih berdasarkan karakteristik dayanya, harus sesuai dengan tugas yang dibebankan kepada perlengkapan tersebut, dengan memperhitungkan kondisi pelayanan desain, lihat IEV 691-10-02 (lihat 14 Istilah dan definisi).

133.3 (2.4.3) Kondisi instalasi

133.3.1 MOD Semua perlengkapan listrik harus dipilih sedemikian sehingga mampu dengan aman menahan stres dan karakteristik kondisi lingkungan lokasinya (lihat 132.5) dan yang mungkin mengenainya. Namun, apabila suatu jenis perlengkapan yang menurut desainnya tidak memiliki sifat yang sesuai dengan lokasinya, perlengkapan itu mungkin masih bisa digunakan dengan syarat dilengkapi proteksi tambahan yang memadai sebagai bagian dari instalasi listrik yang lengkap.

133.3.2 MOD Dalam memilih perlengkapan instalasi listrik harus diperhatikan hal berikut:

a) kesesuaian dengan maksud pemasangan dan penggunaannya;
b) kekuatan dan keawetannya, termasuk bagian yang dimaksudkan untuk melindungi perlengkapan lain;
c) keadaan dan resistans insulasinya;
d) pengaruh suhu, baik pada keadaan normal maupun tidak normal;
e) pengaruh api;
f) pengaruh kelembaban.

133.4 (2.4.4) Pencegahan efek berbahaya

Semua perlengkapan listrik harus dipilih sedemikian sehingga tidak akan menyebabkan efek berbahaya pada perlengkapan lain atau mengganggu suplai selama pelayanan normal, termasuk operasi penyakelaran.

Dalam konteks ini, faktor-faktor yang dapat berpengaruh, termasuk antara lain :

- faktor daya;
- arus bandang (*inrush current)*;
- beban asimetris;
- harmonik;
- voltase lebih transien yang ditimbulkan oleh perlengkapan dalam instalasi.

Ayat 2.1 dan 2.2 merupakan kutipan dari Bagian 2 PUIL 2011 disertai penjelasan.

2.1 Persyaratan umum

2.1.1 Ketentuan umum

2.1.1.1 Desain instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL dan peraturan lain yang tersebut dalam 10.1.

PENJELASAN

Di samping PUIL, harus pula diperhatikan ketentuan terkait dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku, antara lain:

a) Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, beserta Peraturan Pelaksanaannya;
b) Undang-undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, beserta Peraturan Pelaksanaannya;
c) Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup beserta Peraturan Pelaksanaannya;
d) Undang-undang Nomor 20 Tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian beserta Peraturan Pelaksanaannya;
e) Undang-undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah beserta Peraturan Pelaksanaannya.

2.1.1.2 Desain instalasi listrik harus berdasarkan persyaratan dasar yang ditentukan dalam 132 dan memperhitungkan serta memenuhi proteksi untuk keselamatan yang ditentukan dalam Bagian 4-41 s/d 4-44.

PENJELASAN

Bagian 4-41, Proteksi terhadap kejut listrik.
Bagian 4-42, Proteksi terhadap efek termal,
Bagian 4-43, Proteksi terhadap arus lebih,
Bagian 4-44, Proteksi terhadap gangguan voltase dan gangguan elektromagnetik.

Proteksi terhadap kejut listrik

Gawai proteksi yang digunakan adalah gawai proteksi arus sisa (GPAS) dengan arus sisa pengenal maksimum 30 mA untuk kondisi kering dan 10 mA untuk kondisi basah.

Yang biasa digunakan adalah RCCB, yaitu GPAS tanpa dilengkapi GPAL (gawai proteksi arus lebih).

Karakteristiknya adalah sebagai berikut (sesuai SNI 04-6956.1-2003, Pemutus Sirkit Arus Sisa Tanpa Proteksi Arus Lebih Terpadu untuk Pemakaian Rumah Tangga dan Sejenisnya (RCCB) – Bagian 1: Umum):

Nilai yang lebih disukai dari arus pengenal (I_n) adalah:

10 – 13 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 63 – 80 – 100 – 125 A

Nilai standar arus operasi sisa pengenal ($I_{\Delta n}$)

Nilai standar arus operasi sisa pengenal adalah:

0,006 – 0,01 – 0,03 – 0,1 -0,3 – 0,5 A atau
6 – 10 – 30 – 100 – 300 – 500 mA

Tabel 1 Nilai standar waktu dan waktu tak aktif

Jenis	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	Nilai standar waktu putus (detik) dan waktu tak aktif (detik) pada arus sisa sama dengan:				
			$I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$	500 A	
Umum	Setiap Nilai	Setiap Nilai	0,3	0,15	0,04	0,04	Waktu Putus Maksimum
S	≥ 25	> 0,030	0,5	0,2	0,15	0,15	Waktu Putus Maksimum
			0,13	0,06	0,05	0,04	Waktu Tak Aktif Maksimum

* Untuk RCCB jenis umum yang tergabung pada atau dimaksudkan hanya untuk digunakan dengan kotak kontak dan tusuk kontak dan RCCB jenis umum dengan $I_{\Delta n}$ ≤ 30 mA, 0,25 A dapat digunakan sebagai alternatif untuk 5 $I_{\Delta n}$.

Selain RCCB ada jenis lain yaitu RCBO yang merupakan GPAS dilengkapi dengan GPAL terpadu. Nilai standar waktu pemutusan dan waktu tak aktif RCBO (sesuai SNI IEC 61009-1:2014, Pemutus sirkit dioperasikan arus sisa dengan proteksi arus lebih terpadu untuk pemakaian rumah tangga dan sejenis (RCBO) – Bagian 1: Aturan Umum):

Tabel 2 Nilai batas dari waktu pemutusan dan waktu non-menggerakkan untuk arus sisa a.b (nilai efektif) untuk RCBO tipe AC dan A

			Nilai batas dari waktu pemutusan dan waktu non-menggerakkan untuk RCBO tipe AC dan A dalam hal arus sisa (nilai efektif) sebesar						
Jenis	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	$I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$ atau 0,25 A[a]	5 A - 200 A , 500 A[b]	$I_{\Delta t}$ [c]	
Umum	Sembarang	< 0,03	0,3	0,15		0,04	0,04	0,04	Waktu Pemutusan Maksimum
		0,03	0,3	0,15		0,04	0,04	0,04	
		> 0,03	0,3	0,15	0,04		0,04	0,04	
S	≥ 25	> 0,03	0,5	0,2	0,15		0,15	0,15	
		> 0,03	0,13	0,06	0,05		0,04	0,04	Waktu non-menggerakkan minimum

[a] Nilai untuk ditetapkan oleh pabrikan untuk pengujian ini.

[b] Pengujian hanya dilakukan selama verifikasi dari operasi yang benar sebagaimana dimaksud dalam 9.9.12 d) tetapi dalam hal apapun nilai-nilai yang melebihi batas bawah dari julat trip sesaat arus lebih tidak diuji.

[c] Pengujian dilakukan dengan arus $I_{\Delta}t$ sama dengan batas bawah dari julat trip sesaat arus lebih sesuai dengan tipe B, C atau D, jika dapat diterapkan. Untuk pengujian 9.9.1.3 dan 9.9.1.4 b), arus $I_{\Delta}t$ ditetapkan sehingga jumlah vektor $I_{\Delta}t + I_n$ sama dengan batas bawah dari julat trip seketika arus lebih, sesuai dengan tipe B, C atau D, jika dapat diterapkan.

Proteksi terhadap efek termal

Gawai proteksi yang digunakan adalah gawai proteksi arus sisa (GPAS) dengan arus sisa pengenal maksimum 500 mA. Untuk perumahan sebaiknya digunakan 100 mA atau 300 mA.

Karakteristiknya sama dengan GPAS untuk proteksi terhadap kejut listrik (lihat di atas).

Untuk rumah tangga dengan sirkit cabang dan panel cabang/akhir, diperlukan GPAS yang berbeda untuk menghindari trip tak diinginkan, yaitu:

- GPAS 300 mA dipasang pada panel utama; dan
- GPAS 30 mA dipasang pada panel cabang/akhir.

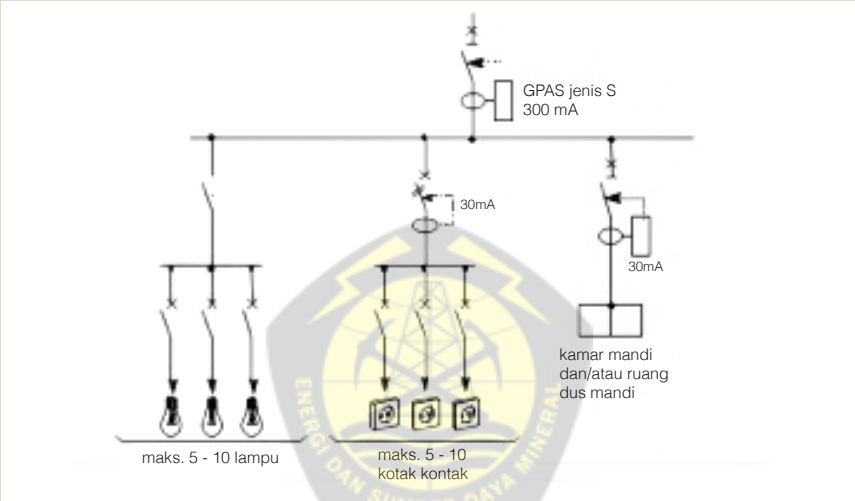
Karena itu diperlukan diskriminasi antara GPAS yang diatur di Subayat 535.3 sebagai berikut:

Untuk memastikan diskriminasi antara dua GPAS dalam seri, gawai tersebut harus memenuhi dua kondisi berikut:

a) karakteristik waktu-arus nongerak dari GPAS yang terletak di sisi suplai (hulu) harus terletak di atas karakteristik waktu-arus operasi total dari GPAS yang terletak di sisi beban (hilir); dan

b) arus operasi sisa pengenal pada gawai yang terletak di sisi suplai harus lebih tinggi dari GPAS yang terletak di sisi beban.

Dalam hal GPAS memenuhi persyaratan SNI 04-6956.1-2003 (IEC 61008-1) dan SNI IEC 61009-1, arus operasi sisa pengenal dari gawai yang terletak di sisi suplai harus sekurang-kurangnya 3 (tiga) kali dari GPAS yang terletak di sisi beban.



Contoh koordinasi antar GPAS

Proteksi terhadap arus lebih

Pemutus sirkit mini (MCB) atau sekering. Lihat 3.1.5 dan 3.1.6 Buku Pedoman ini.

Proteksi terhadap gangguan voltase dan gangguan elektromagnetik

Proteksi voltase lebih, khususnya terhadap surja petir yang merambat melalui jaringan distribusi: Gawai proteksi surja (GPS). Untuk perumahan belum diwajibkan. Lihat Bagian 4-44 dan Bagian 5-53 PUIL 2011.

2.1.1.3 Sebelum mendesain suatu instalasi listrik harus dilakukan asesmen dan survai lokasi.

CATATAN

Metode asesmen dan hal-hal yang disurvai dijelaskan dalam Bagian 3 PUIL 2011.

PENJELASAN

Bagian 3 PUIL 2011 adalah sebagai berikut (sebagian tidak dikutip):

312.2 Jenis pembumian sistem

Jenis pembumian sistem berikut diperhitungkan dalam standar ini.

CATATAN 1

Gambar 31A1 hingga 31G2 memperlihatkan contoh sistem trifase yang umum digunakan. Gambar 31H hingga 31M memperlihatkan contoh sistem a.s. yang umum digunakan.

CATATAN 2

Garis titik-titik menunjukkan bagian sistem yang tidak dicakup dalam ruang lingkup standar, sedang garis menunjukkan bagian yang dicakup standar.

CATATAN 3

Untuk sistem privat, sumber dan/atau sistem distribusi dapat dianggap sebagai bagian instalasi dalam cakupan pengertian standar ini. Untuk hal ini, gambar tersebut dapat lengkap digambarkan dengan garis.

CATATAN 4

Kode yang digunakan mempunyai arti berikut:

Huruf pertama – Berkaitan dengan sistem daya ke bumi:

T = hubungan langsung sebuah titik ke bumi;

I = semua bagian aktif diisolasi dari bumi; atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui impedans tinggi.

Huruf kedua – Berkaitan dengan bagian konduktif terbuka (BKT) instalasi ke bumi.

T = hubungan listrik langsung dari BKT ke bumi, tidak tergantung pada pembumian sembarang titik sistem daya.

N = hubungan listrik langsung BKT ke titik sistem daya yang dibumikan (dalam sistem a.b., titik yang dibumikan dari sistem daya secara normal adalah titik netral atau, jika titik netral tidak ada, konduktor lin).

Huruf berikutnya (jika ada) – Susunan konduktor netral dan konduktor proteksi.

S = fungsi proteksi diberikan oleh konduktor yang terpisah dari konduktor netral atau dari konduktor lin yang dibumikan (atau dalam sistem a.b. fase yang dibumikan).

C = fungsi netral dan proteksi digabung dalam konduktor tunggal (konduktor PEN).

Penjelasan simbol pada Gambar 31A1 hingga 31M menurut IEC 60617-11	
Penjelasan simbol pada Gambar 31A1 hingga 31M menurut IEC 60617-11	
	Konduktor netral (N), konduktor titik tengah (M)
	Konduktor proteksi (PE)
	Gabungan konduktor proteksi dan konduktor netral (PEN)

312.2.1 Sistem TN

312.2.1.1 Sistem sumber tunggal

Sistem daya TN mempunyai satu titik yang dibumikan langsung pada sumber, BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut melalui konduktor proteksi. Tiga jenis sistem TN dipertimbangkan sesuai susunan konduktor netral dan proteksi, sebagai berikut:

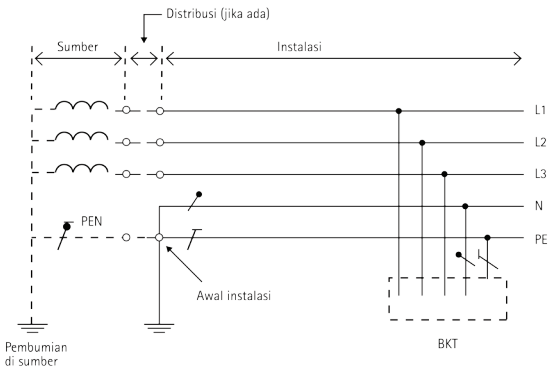
- sistem TN-S, digunakan konduktor proteksi yang terpisah pada seluruh sistem (lihat Gambar 31A1, 31A2 dan 31A3).

Tidak dikutip.

- Pada sistem TN–C-S, fungsi konduktor netral dan konduktor proteksi digabungkan dalam konduktor tunggal pada sebagian sistem (lihat 31B2).

CATATAN

Untuk simbol lihat penjelasan yang diberikan pada 312.2.



CATATAN

Pembumian tambahan dari PEN pada distribusi dan PE pada instalasi dapat diberikan.

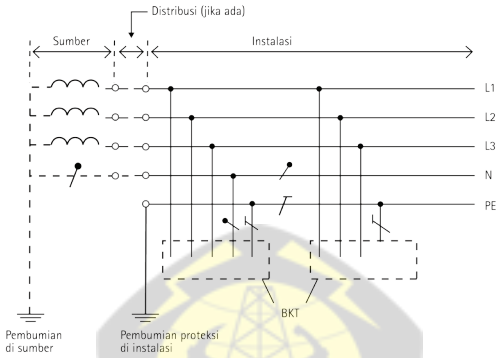
Gambar 31B2 Sistem TN-C-S trifase, 4-kawat dengan PEN terpisah menjadi PE dan N di awal instalasi (lazim di Indonesia)

312.2.1.2 Sistem multisumber

Tidak dikutip.

312.2.2 Sistem TT

Sistem TT hanya mempunyai satu titik yang dibumikan langsung dan BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang independen secara listrik dari elektrode bumi sistem suplai (lihat Gambar 31F1).



CATATAN
Pembumian tambahan dari PE pada instalasi dapat diberikan.

Gambar 31F1 Sistem TT dengan konduktor netral dan konduktor proteksi terpisah di seluruh instalasi

312.2.3 Sistem IT

Tidak dikutip.

312.2.4 Sistem a.s.

Tidak dikutip.

313 Suplai

313.1 Umum

313.1.1 Karakteristik berikut dari suplai, dari sumber mana saja, dan julat normal dari karakteristik tersebut jika sesuai, harus ditentukan dengan perhitungan, pengukuran, investigasi atau inspeksi:

- voltase nominal;
- sifat arus dan frekuensi;
- arus hubung pendek prospektif di awal instalasi;

- impedans lingkar gangguan bumi dari bagian sistem yang eksternal terhadap instalasi;
- kesesuaian untuk persyaratan instalasi, termasuk kebutuhan maksimum; dan
- jenis dan peringkat gawai proteksi arus lebih yang beroperasi di awal instalasi.

Karakteristik ini harus dipastikan untuk suplai eksternal dan harus ditentukan untuk sumber privat. Persyaratan ini dapat diterapkan sama terhadap suplai utama dan terhadap pelayanan keselamatan dan suplai siaga.

313.2 Suplai untuk pelayanan keselamatan dan sistem siaga

Jika ketentuan pelayanan keselamatan disyaratkan, misalnya oleh yang berwenang terkait dengan tindakan pencegahan kebakaran dan kondisi lain untuk evakuasi darurat bangunan, dan/atau jika ketentuan suplai siaga disyaratkan oleh personel yang menspesifikasikan instalasi, karakteristik sumber suplai untuk pelayanan keselamatan dan/atau sistem siaga harus diakses secara terpisah. Suplai tersebut harus mempunyai kapasitas, keandalan dan peringkat yang memadai dan waktu tukar alih yang sesuai untuk operasi yang ditentukan.

Untuk persyaratan lebih lanjut bagi suplai pelayanan keselamatan, lihat Ayat 35 setelah ini dan Ayat 556 Bagian 5-55. Untuk sistem siaga, tidak ada persyaratan tertentu dalam standar ini.

314 Pembagian instalasi

314.1 Setiap instalasi harus dibagi dalam sirkit, jika diperlukan, untuk:
- mencegah bahaya dan meminimalkan kesulitan jika terjadi gangguan;
- memfasilitasi inspeksi, pengujian dan pemeliharan yang aman (lihat juga Bagian 5-53);
- memperhitungkan bahaya yang mungkin timbul dari kegagalan sirkit tunggal seperti sirkit pencahayaan;
- mengurangi kemungkinan trip yang tak diinginkan dari GPAS karena arus konduktor PE yang berlebihan yang tidak disebabkan gangguan;
- mengurangi efek EMI;
- mencegah energisasi tak langsung pada sirkit yang dimaksudkan akan diisolasi.

314.2 Sirkit distribusi terpisah harus disediakan untuk bagian instalasi yang perlu dikendalikan secara terpisah, sedemikian sehingga sirkit tersebut tidak dipengaruhi oleh kegagalan sirkit lain.

32 Klasifikasi pengaruh luar

CATATAN
Ayat ini telah dipindahkan ke Bagian 5-51.

33 Kompabilitas

33.1 Kompabilitas karakteristik

Asesmen harus dilakukan pada setiap karakteristik perlengkapan yang mungkin mempunyai efek merusak terhadap perlengkapan listrik lain atau pelayanan lain atau mungkin mengganggu suplai, misalnya untuk koordinasi dengan pihak terkait. Karakteristik tersebut mencakup, misalnya:

- voltase lebih transien;
- voltase kurang;
- beban tak seimbang;
- beban berfluktuasi cepat;
- arus asut;
- arus harmonik;
- umpan balik a.s.;
- osilasi frekuensi tinggi;
- arus bocor bumi;
- keperluan hubungan tambahan ke bumi;
- arus konduktor PE berlebihan yang tidak disebabkan gangguan.

33.2 Kompatibilitas elektromagnetik

Semua perlengkapan listrik harus memenuhi persyaratan EMC yang sesuai, dan harus sesuai dengan standar EMC yang relevan.

Harus dipertimbangkan oleh perencana dan desainer instalasi listrik untuk tindakan mengurangi efek gangguan voltase yang diinduksikan dan interferens elektromagnetik (*electromagnetic interference* - EMI).

Tindakan diberikan dalam Bagian 4-44.

34 Kemampupeliharaan

35.1 Umum

CATATAN 1

Keperluan pelayanan keselamatan dan sifatnya sering diatur oleh otoritas pemerintah yang persyaratannya harus diobservasi.

CATATAN 2

Contoh pelayanan keselamatan adalah: lampu keluar darurat, sistem alarm kebakaran, instalasi untuk pompa kebakaran, lift pemadam kebakaran, perlengkapan pengeluaran asap dan bahang.

Sumber untuk pelayanan keselamatan dikenal sebagai berikut:

- baterai;
- sel primer;
- set generator yang independen dari suplai normal;
- penyulang terpisah jaringan suplai yang independen dari suplai normal (lihat 556.4.4 Bagian 5-55).

35.2 Klasifikasi

Pelayanan keselamatan adalah:

- suplai nonotomatis; pengasutannya dilakukan oleh operator; atau
- suplai otomatis, pengasutannya independen dari operator.

Suplai otomatis diklasifikasikan seperti berikut sesuai dengan waktu tukar alih:

- tanpa putus: suplai otomatis yang dapat memastikan suplai kontinu dalam kondisi yang ditentukan selama periode transisi, misalnya berkaitan dengan variasi voltase dan frekuensi;
- putus sangat singkat: suplai otomatis tersedia dalam 0,15 detik;
- putus singkat: suplai otomatis tersedia dalam 0,5 detik;
- putus medium: suplai otomatis tersedia dalam 15 detik;
- putus lama: suplai otomatis tersedia lebih dari 15 detik.

36 Kontinuitas pelayanan

Asesmen harus dilakukan pada setiap sirkit untuk setiap keperluan kontinuitas pelayanan yang dianggap perlu selama umur instalasi yang dimaksudkan. Karakteristik berikut sebaiknya dipertimbangkan:

- pemilihan pembumian sistem;
- pemilihan gawai proteksi untuk mencapai selektifitas;
- jumlah sirkit;
- multisuplai daya;
- penggunaan gawai monitor.

2.1.2 Ketentuan desain instalasi listrik

2.1.2.1 Desain instalasi listrik ialah berkas gambar desain dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

2.1.2.2 Desain instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik. Untuk itu harus diikuti ketentuan dan standar yang berlaku.

2.1.2.3 Desain instalasi listrik terdiri dari:

a) Gambar situasi, yang menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi tersebut akan dipasang dan desain hubungannya dengan sumber tenaga listrik.

b) Gambar instalasi yang meliputi:

1) Desain tata letak yang menunjukkan dengan jelas letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), seperti titik lampu, kotak kontak, sakelar, motor listrik, PHBK dan lain-lain;
2) Desain hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendalinya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan pengasutnya, dan dengan gawai pengatur kecepatannya, yang merupakan bagian dari sirkit akhir;
3) Gambar hubungan antara bagian sirkit akhir tersebut dalam butir b) dan PHBK yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda dan keterangan yang jelas mengenai hubungan tersebut;
4) Tanda ataupun keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.

c) Diagram garis tunggal, yang meliputi:

1) Diagram PHBK lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran pengenal komponennya;
2) Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya;
3) Pembumian sistem dengan mengacu kepada 312.2;
4) Ukuran dan jenis konduktor yang dipakai.

d) Gambar rinci yang meliputi:

1) Perkiraan ukuran fisik PHBK;
2) Cara pemasangan perlengkapan listrik;
3) Cara pemasangan kabel;
4) Cara kerja instalasi kendali.

CATATAN

Gambar rinci dapat juga diganti dan atau dilengkapi dengan keterangan atau uraian.

e) Perhitungan teknis bila dianggap perlu, yang meliputi antara lain:

1) Drop voltase;
2) Perbaikan faktor daya;
3) Beban terpasang dan kebutuhan maksimum;
4) Arus hubung pendek dan daya hubung pendek;
5) Tingkat pencahayaan;
6) Keseimbangan beban.

f) Tabel bahan instalasi, yang meliputi:

1) Jumlah dan jenis kabel, konduktor dan perlengkapan;
2) Jumlah dan jenis perlengkapan bantu;
3) Jumlah dan jenis PHBK;
4) Jumlah dan jenis luminer lampu.

g) Uraian teknis, yang meliputi:

1) Ketentuan tentang sistem proteksi dengan mengacu kepada Lampiran F Bagian 4-41;
2) Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemasangannya;
3) Cara pengujian;
4) Jadwal waktu pelaksanaan.

h) Perkiraan biaya.

2.2 Susunan umum, kendali dan proteksi

2.2.1 Umum

2.2.1.1 Susunan umum bagi perlengkapan dan proteksi sirkit harus sedemikian sehingga instalasi beroperasi dengan memuaskan sehubungan dengan hal-hal berikut:

a) Pemilihan kabel dan konduktor;
b) Susunan sirkit;
c) Pengendalian sirkit dengan penyakelaran yang memadai;
d) Proteksi sirkit terhadap keadaan beban lebih dan hubung pendek;
e) Pemilihan, desain dan penempatan PHB dan panel kendali;
f) Pemilihan gawai proteksi arus sisa;
g) Pembumian sistem dan proteksi (Lampiran F Bagian 4-41);
h) Bahaya kebakaran dan ledakan;
i) Kondisi lingkungan.

2.2.2 Ukuran dan jenis kabel dan konduktor

2.2.2.1 Umum

Kabel dan konduktor harus dipilih dengan mempertimbangkan kriteria berikut:

a) KHA ditentukan dengan melihat pada jenis insulasi dan cara pemasangannya dan persyaratan dalam 2.2.2.2;

b) Drop voltase yang ditentukan dari impedans kabel, karakteristik beban dan persyaratan dalam 2.2.3;

c) Kinerja pada hubung pendek yang ditentukan dari arus gangguan yang mungkin terjadi dan karakteristik gawai proteksi;

d) Kuat mekanis dan pertimbangan fisik lainnya.

2.2.2.2 Kapasitas hantar arus (KHA)

Setiap konduktor harus mempunyai KHA seperti yang ditentukan dalam Bagian 5-52 dan 7, dan tidak kurang dari arus yang mengalir di dalamnya. Untuk maksud ayat ini, KHA harus dianggap tidak kurang dari kebutuhan maksimum yang ditentukan dalam 2.3.2 untuk sirkit utama dan sirkit cabang, atau dalam 2.3.4 untuk sirkit utama atau sirkit cabang dengan cara pengukuran atau pembatasan, atau dalam 2.3.5 untuk sirkit akhir.

Untuk menentukan penampang konduktor netral lihat 524.2 dan 524.3.

2.2.3 Drop voltase

2.2.3.1 Umum

Drop voltase antara terminal pelanggan dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 4% dari voltase pengenal pada terminal pelanggan bila semua konduktor dari instalasi dialiri arus seperti ditentukan di bawah:

a) Untuk sirkit utama dan sirkit cabang kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 2.3.1.;

b) Untuk sirkit akhir, kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 2.3.5, akan tetapi nilai arus yang digunakan untuk menghitung drop voltase tidak perlu melebihi nilai berikut:

   1) Untuk setiap sirkit, beban tersambung total yang disuplai melalui bagian tersebut dari sirkit;

   2) Untuk sirkit akhir, nilai pengenal arus dari gawai proteksi sirkit yang sesuai dengan Tabel 2.4-1 sampai Tabel 2.4-4.

Persyaratan dalam ayat ini berlaku bagi kondisi arus kontinu dan tidak dapat digunakan pada pengasutan motor, penutupan solenoid dan operasi sejenis yang dapat menimbulkan arus transien yang tinggi sehingga dapat menaikkan drop voltase secara signifikan.

Untuk instalasi rumah, variasi berikut dapat digunakan untuk menentukan voltase:

a) Untuk sirkit dengan panjang jalur tidak melebihi 25 m drop voltase di sirkit akhir dapat diabaikan;

b) Untuk sirkit dengan panjang jalur melebihi 25 m drop voltase di sirkit akhir harus ditentukan dengan menggunakan arus 50% dari nilai pengenal arus gawai proteksi yang dipasang sesuai 2.2.8 atau 2.3.5.5.

PENJELASAN

Lihat 3.3 Penentuan drop voltase.

2.2.3.2 Konduktor paralel

Drop voltase suatu sirkit dengan konduktor paralel harus diambil sebagai drop voltase dalam salah satu konduktor jika konduktor itu dialiri arus sama dengan arus yang ditentukan sesuai 2.2.3.1 dibagi oleh jumlah konduktor paralel.

2.2.4 Batas suhu

Suhu maksimum bagi kabel berinsulasi yang diperbolehkan ditentukan dalam Bagian 5-52 dan 7.

PENJELASAN

Batas suhu kabel berinsulasi sebagai berikut (dikutip dari Amandemen 1 PUIL 2011):

Tabel 52.1 Suhu operasi maksimum untuk jenis insulasi

Jenis insulasi	Batas suhu [a,d] °C
Termoplastik (PVC)	70 pada konduktor
Thermoset (XLPE atau karet EPR)	90 pada konduktor [b]
Mineral (ditutup termoplastik (PVC) atau telanjang dapat disentuh)	70 pada selubung
Mineral (telanjang tidak dapat disentuh dan tidak kontak dengan bahan mudah terbakar)	105 pada selubung [b, c]

[a] Suhu konduktor maksimum yang diizinkan tercantum dalam Tabel 52.1 yang mendasari tabel KHA dalam Lampiran A, diambil dari SNI IEC 60502 dan IEC 60702 dan diperlihatkan pada tabel ini.
[b] Jika konduktor beroperasi pada suhu yang melebihi 70 °C, maka harus ditegaskan bahwa perlengkapan yang dihubungkan ke konduktor sesuai untuk suhu yang dihasilkan pada hubungan tersebut.
[c] Untuk kabel berinsulasi mineral, suhu operasi yang lebih tinggi dapat diizinkan tergantung pada peringkat suhu kabel, terminasinya, kondisi lingkungan dan pengaruh eksternal lain.
[d] Bila disertifikasi, konduktor atau kabel dapat mempunyai batas suhu operasi maksimum sesuai dengan spesifikasi pabrikan.

CATATAN 1
Tabel ini tidak mencakup semua jenis kabel.

CATATAN 2
Ini tidak berlaku untuk sistem berumbung busbar atau sistem *powertrack* atau sistem *lighting track* dimana KHA sebaiknya disediakan oleh pabrikan menurut IEC 60439-2 dan sistem *powertrack* menurut IEC 61534-1.

CATATAN 3
Untuk batas suhu untuk jenis insulasi lain, silahkan mengacu ke spesifikasi kabel atau pabrikan

2.2.5 Sambungan konduktor paralel

Jika konduktor disambung paralel, persyaratan berikut harus dipenuhi:

a) Konduktor harus dari bahan yang sama dan luas penampang yang sama;

b) Konduktor harus kira-kira sama panjangnya dan sedapat mungkin harus mengikuti lintasan yang sama;

c) Ujung-ujung konduktor harus disambung secara efektif oleh klem, solder atau cara lain yang diizinkan;

d) KHA konduktor adalah jumlah dari KHA konduktor masing-masing dengan memperhitungkan cara pemasangannya dan faktor pengurangan yang berlaku;

e) Luas penampang konduktor masing-masing harus cukup tahan terhadap besar arus gangguan prospektif pada titik gangguan instalasi.

CATATAN

Bila suatu konduktor yang merupakan bagian dari kelompok konduktor paralel, terhubung pendek ke bumi, konduktor tersebut akan dialiri bagian terbesar dari arus hubung pendek.

2.2.6 Arus pengenal gawai pengendali

2.2.6.1 Umum

Setiap sakelar utama dan setiap sakelar atau pemutus sirkit yang digunakan sebagai sakelar pengendali sirkit utama, sirkit cabang atau sirkit akhir harus mempunyai arus pengenal tidak kurang dari kebutuhan maksimum dari bagian instalasi yang disuplai melalui sirkit utama, cabang dan sirkit akhir tersebut. Untuk maksud dari persyaratan ini kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 2.3.1 untuk sirkit utama dan sirkit cabang dan 2.3.5 untuk sirkit akhir.

2.2.6.2 Persyaratan tambahan untuk sakelar utama

Sebagai tambahan persyaratan pada 2.3.6.1 arus pengenal sakelar utama, atau pemutus sirkit yang digunakan sebagai sakelar utama, tidak boleh kurang dari 10 A.

2.2.7 Arus pengenal dan jenis gawai proteksi

2.2.7.1 Umum

Gawai proteksi harus dipilih dengan memperhitungkan:
a) Jenis sistem, seperti dijelaskan dalam 2.9 dan 2.10;
b) Jenis gawai seperti dijelaskan dalam 2.2.7.2; dan
c) Arus pengenal gawai seperti dijelaskan dalam 2.2.8.

2.2.7.2 Jenis gawai proteksi

2.2.7.2.1 Umum

Gawai proteksi harus disediakan agar secara otomatis memisahkan konduktor aktif dari sirkit dalam peristiwa:
a) Arus beban lebih;
b) Arus hubung pendek atau;
c) Arus bocor ke bumi.

Gawai-gawai ini harus disusun untuk memutuskan sirkit sebelum suatu kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh termal atau elektromagnetik yang disebabkan karena arus lebih atau arus bocor ke bumi mencapai nilai yang ditentukan.
Proteksi ini dapat dicapai dengan pemilihan suatu gawai tunggal atau suatu gabungan dari gawai-gawai terpisah yang memberikan proteksi terhadap beban lebih, hubung pendek dan arus bocor ke bumi.

2.2.7.2.2 Gawai untuk proteksi terhadap arus beban lebih dan arus hubung pendek harus sanggup memutuskan setiap arus lebih sampai dengan arus hubung pendek prospektif pada titik tempat gawai proteksi dipasang.

Gawai harus dari jenis berikut:

a) Sekering tertutup yang memenuhi standar;

c) Pemutus sirkit mini (MCB) yang memenuhi standar;

d) Pemutus sirkit dalam kotak tercetak yang memenuhi standar;

e) Pemutus sirkit yang memenuhi standar;

f) Gawai lain yang diizinkan yang mempunyai karakteristik yang sama dengan gawai di atas, asalkan tidak dari jenis yang dapat menutup kembali secara otomatis.

2.2.7.2.3 Gawai proteksi khusus terhadap arus lebih harus mampu memutus setiap arus beban lebih, tetapi dapat mempunyai kemampuan memutus lebih rendah dari pada arus hubung pendek prospektif. Gawai ini harus dari jenis sebagai berikut:

a) gawai proteksi waktu invers;

b) gawai lain yang diizinkan yang mempunyai karakteristik proteksi arus beban lebih yang sesuai.

2.2.7.2.4 Gawai proteksi khusus terhadap arus hubung pendek harus mampu memutus setiap arus hubung pendek sampai dengan arus hubung pendek prospektif, tetapi tidak perlu mampu memutus arus beban lebih.

Gawai tersebut harus dari jenis berikut:

a) sekering HRC untuk proteksi cadangan motor;

b) pemutus sirkit yang membuka seketika;

c) gawai yang diizinkan lainnya, yang mempunyai karakteristik proteksi hubung pendek yang sesuai.

Gawai tersebut harus dipasang hanya jika proteksi beban lebih disediakan dengan gawai yang memenuhi 2.2.7.2.2 atau 2.2.7.2.4 atau jika proteksi beban lebih tidak disyaratkan.

2.2.7.2.5 Gawai proteksi terhadap arus bocor bumi harus mampu memutus bagian sirkit yang tepat yang dialiri arus bocor bumi di atas nilai yang ditentukan.

2.2.8 Arus pengenal gawai proteksi

2.2.8.1 Umum

Arus pengenal gawai proteksi tidak boleh kurang dari arus kebutuhan maksimum sirkit yang diproteksi.

Arus pengenal gawai arus sisa tidak boleh kurang dari nilai terbesar di antara dua hal berikut:

a) Kebutuhan maksimum, yang ditentukan dalam 2.3.1 atau 2.3.5. untuk bagian instalasi yang diproteksi oleh gawai;

b) Arus pengenal tertinggi gawai proteksi beban lebih pada bagian instalasi yang diproteksi.

Untuk memenuhi ayat ini, penyetelan pemutus sirkit yang dapat disetel dapat dianggap sebagai arus pengenal.

Arus pengenal maksimum setiap gawai proteksi beban lebih harus ditentukan menurut 2.2.8.2 dan 2.2.8.3 untuk memungkinkan arus beban lebih yang mengalir dalam sirkit diputus sebelum arus tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang merusak insulasi, sambungan, terminasi atau sekeliling konduktor yang diproteksi.

Arus pengenal maksimum gawai proteksi hubung pendek dapat lebih besar dari KHA konduktor yang diproteksi, tetapi harus dipastikan bahwa setiap arus hubung pendek yang mengalir dalam sirkit diputus sebelum arus tersebut dapat mengakibatkan bahaya akibat termal dan mekanisal yang timbul pada sambungan dan terminasi konduktor yang diproteksi.

2.2.8.2 Gawai proteksi beban lebih lain

Arus pengenal proteksi beban lebih tidak boleh melebihi KHA konduktor yang diproteksi.
Persyaratan ini tidak perlu jika perlengkapan yang disuplai dibebani beban lebih dalam waktu singkat dan ketentuan 2.2.8.4 berlaku.

Jika digunakan sekering jenis tertutup, arus pengenal alas gawai proteksi dan rumah sekering yang bersangkutan tidak boleh kurang dari arus pengenal elemen sekering.

2.2.8.3 Perlengkapan yang dibebani arus beban lebih

Jika perlengkapan dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat, arus pengenal gawai proteksi dapat lebih besar dari KHA konduktor sirkit yang diproteksi, asal proteksi konduktor terhadap hubung pendek tersedia pada gawai proteksi.

Gawai proteksi arus lebih motor terdiri atas GPAL dan GPHP.

Arus pengenal GPAL motor sekurang-kurangnya 110% - 115% arus pengenal motor.

Arus pengenal GPHP harus dikoordinasikan dengan KHA kabel.

KHA kabel (I_z) sesuai 510.5.3.1 adalah 125 % arus pengenal beban penuh motor (I_B). Menurut persamaan pada Ayat 433.1 maka arus pengenal GPHP harus $\leq I_z$,biasanya nilainya di antara I_B dan I_z.

2.2.9 Pembatas arus gangguan

2.2.9.1 Umum

Pembatas arus gangguan harus dipilih untuk membatasi arus gangguan sesaat hingga nilai dalam batas kemampuan perlengkapan yang diproteksi.

Dalam memilih pembatas arus gangguan yang sesuai, harus diperhatikan faktor berikut:

a) Arus hubung pendek prospektif dari sistem suplai;
b) Nilai pengenal dan karakteristik perlengkapan yang tersambung;
c) Nilai pengenal dan karakteristik perlengkapan proteksi yang bersangkutan dikaitkan dengan perlengkapan yang tersambung.

Gawai proteksi yang digunakan semata-mata sebagai pembatas arus gangguan tidak boleh beroperasi pada beban lebih.

CATATAN:

a) Pemilihan dan penggunaan pembatas arus gangguan harus dilakukan dengan hati-hati, karena beberapa jenis pembatas arus gangguan dapat mengalami salah fungsi jika dibebani beban lebih dalam waktu lama dan karenanya tidak cocok untuk digunakan sebagai sekering pemakaian umum;

b) Pembatas arus gangguan tidak dimaksudkan untuk diganti pada waktu instalasi dalam keadaan bervoltase;

c) Periksa 2.11.4.4 untuk persyaratan spesifik bagi pembatas arus gangguan dipasang dalam sirkit yang menyuplai perlengkapan pengendali kebakaran dan asap, perlengkapan evakuasi dan *lift*.

2.2.9.2 Sekering

Jika sekering digunakan sebagai pembatas arus gangguan, kata-kata "pembatas arus gangguan" dan nilai pengenal elemen sekering maksimum yang diperlukan untuk mengamankan sirkit, harus dicantumkan pada atau bersebelahan dengan gawai semacam itu dengan tulisan yang jelas dan tidak mudah terhapus.

2.2.9.3 Lokasi

Pembatas arus gangguan dapat dipasang pada sisi suplai atau pada sisi beban perlengkapan proteksi yang bersangkutan. Dalam hal pada sisi beban pembatas arus gangguan harus dipasang sedekat mungkin pada perlengkapan proteksi yang bersangkutan.

2.2.9.4 Pengendalian

Pembatas arus gangguan tidak perlu dikendalikan oleh sakelar, asal terdapat tanda peringatan yang sesuai yang ditempatkan pada posisi yang tepat.

2.2.9.5 Pemasangan

Pembatas arus gangguan tidak perlu dipasang di depan perlengkapan hubung bagi, asal:

a) Tersedia pencapaian yang aman dan mudah

b) Adanya dan posisi pembatas semacam itu ditandai dengan jelas dan tidak mudah terhapus pada bagian depan perlengkapan hubung bagi.

2.2 Peraturan dan standar

Instalasi listrik perumahan harus mengikuti dan mengacu pada peraturan perundang-undangan, seperti yang dinyatakan dalam Bagian 1 PUIL:

10.1 MOD (1.3) Ketentuan terkait

PENJELASAN

Di samping PUIL, harus pula diperhatikan ketentuan terkait dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku, antara lain:

a) Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, beserta Peraturan Pelaksanaannya;
b) Undang-undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, beserta Peraturan Pelaksanaannya;
c) Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup beserta Peraturan Pelaksanaannya;
d) Undang-undang Nomor 20 Tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian beserta Peraturan Pelaksanaannya;
e) Undang-undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah beserta Peraturan Pelaksanaannya.

• Undang-undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, isinya antara lain sebagai berikut:

Pasal 28

Pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik wajib:

a. Menyediakan tenaga listrik yang memenuhi standar mutu dan keandalan yang berlaku;
b. Memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada konsumen dan masyarakat;
c. Memenuhi ketentuan keselamatan ketenagalistrikan; dan
d. Mengutamakan produk dan potensi dalam negeri.

Bagian Kelima

Hak dan Kewajiban Konsumen

Pasal 29

(1) Konsumen berhak untuk:

a. Mendapat pelayanan yang baik;
b. Mendapat tenaga listrik secara terus-menerus dengan mutu dan keandalan yang baik;

c. Memperoleh tenaga listrik yang menjadi haknya dengan harga yang wajar;
d. Mendapat pelayanan untuk perbaikan apabila ada gangguan tenaga listrik; dan
e. Mendapat ganti rugi apabila terjadi pemadaman yang diakibatkan kesalahan dan/atau kelalaian pengoperasian oleh pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik sesuai syarat yang diatur dalam perjanjian jual beli tenaga listrik.

(2) Konsumen wajib:
a. Melaksanakan pengamanan terhadap bahaya yang mungkin timbul akibat pemanfaatan tenaga listrik;
b. Menjaga keamanan instalasi tenaga listrik milik konsumen;
c. Memanfaatkan tenaga listrik sesuai dengan peruntukannya;
d. Membayar tagihan pemakaian tenaga listrik; dan
e. Menaati persyaratan teknis di bidang ketenagalistrikan.

(3) Konsumen bertanggung jawab apabila karena kelalaiannya mengakibatkan kerugian pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik;

(4) Ketentuan lebih lanjut mengenai tanggung jawab konsumen sebagaimana dimaksud pada ayat (3) diatur dengan Peraturan Menteri.

Pasal 44

(1) Setiap kegiatan usaha ketenagalistrikan wajib memenuhi ketentuan keselamatan ketenagalistrikan;

(2) Ketentuan keselamatan ketenagalistrikan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bertujuan untuk mewujudkan kondisi:
a. Andal dan aman bagi instalasi;
b. Aman dari bahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya; dan
c. Ramah lingkungan.

(3) Ketentuan keselamatan ketenagalistrikan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
a. Pemenuhan standardisasi peralatan dan pemanfaat tenaga listrik;
b. Pengamanan instalasi tenaga listrik; dan
c. Pengamanan pemanfaat tenaga listrik.

(4) Setiap instalasi tenaga listrik yang beroperasi wajib memiliki sertifikat laik operasi;
(5) Setiap peralatan dan pemanfaat tenaga listrik wajib memenuhi ketentuan standar nasional Indonesia;
(6) Setiap tenaga teknik dalam usaha ketenagalistrikan wajib memiliki sertifikat kompetensi;
(7) Ketentuan mengenai keselamatan ketenagalistrikan, sertifikat laik operasi, standar nasional Indonesia, dan sertifikat kompetensi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sampai dengan ayat (6) diatur dengan Peraturan Pemerintah.

Peraturan pelaksanaannya antara lain:
– Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik;

BAB V

KETEKNIKAN

Bagian Kesatu

Keteknikan

Paragraf 1

Keselamatan Ketenagalistrikan

Pasal 42

(1) Setiap kegiatan usaha ketenagalistrikan wajib memenuhi ketentuan keselamatan ketenagalistrikan;
(2) Ketentuan keselamatan ketenagalistrikan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bertujuan untuk mewujudkan kondisi:
a. Andal dan aman bagi instalasi;
b. Aman bagi manusia dan makhluk hidup lainnya dari bahaya; dan
c. Ramah lingkungan.

(3) Ketentuan keselamatan ketenagalistrikan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
a. Pemenuhan standardisasi peralatan dan pemanfaat tenaga listrik;
b. Pengamanan instalasi tenaga listrik; dan
c. Pengamanan pemanfaat tenaga listrik.

Paragraf 2

Standardisasi

Pasal 43

(1) Menteri memberlakukan standar wajib di bidang ketenagalistrikan;
(2) Dalam memberlakukan standar wajib sebagaimana dimaksud pada ayat (1) Menteri memperhatikan kesiapan sarana dan prasarana;
(3) Ketentuan lebih lanjut mengenai standardisasi di bidang ketenagalistrikan diatur dengan Peraturan Menteri.

Paragraf 3

Peralatan dan Pemanfaat Tenaga Listrik

Pasal 44

(1) Menteri menetapkan peralatan tenaga listrik yang wajib dibubuhi tanda Standar Nasional Indonesia;
(2) Menteri menetapkan pemanfaat tenaga listrik yang wajib dibubuhi tanda keselamatan;
(3) Dalam menetapkan peralatan tenaga listrik dan pemanfaat tenaga listrik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) Menteri memperhatikan kesiapan sarana dan prasarana;
(4) Ketentuan dan tata cara pembubuhan tanda Standar Nasional Indonesia dan tanda keselamatan diatur dengan Peraturan Menteri.

Paragraf 4

Instalasi Tenaga Listrik

Pasal 45

(1) Instalasi tenaga listrik terdiri atas instalasi penyediaan tenaga listrik dan instalasi pemanfaatan tenaga listrik;
(2) Instalasi penyediaan tenaga listrik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
    a. Instalasi pembangkit tenaga listrik;
    b. Instalasi transmisi tenaga listrik; dan
    c. Instalasi distribusi tenaga listrik.

(3) Instalasi pemanfaatan tenaga listrik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
a. instalasi pemanfaatan tenaga listrik voltase tinggi;
b. instalasi pemanfaatan tenaga listrik voltase menengah; dan
c. instalasi pemanfaatan tenaga listrik voltase rendah.

Pasal 46

(1) Instalasi tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 45 ayat (1) yang beroperasi wajib memiliki sertifikat laik operasi;
(2) Untuk memperoleh sertifikat laik operasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dilakukan pemeriksaan dan pengujian oleh lembaga inspeksi teknik yang terakreditasi;
(3) Akreditasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diberikan oleh Menteri;
(4) Dalam hal suatu daerah belum terdapat lembaga inspeksi teknik yang terakreditasi, Menteri, gubernur atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya dapat menunjuk lembaga inspeksi teknik;
(5) Dalam hal suatu daerah belum terdapat lembaga inspeksi teknik yang dapat ditunjuk oleh Menteri, gubernur atau bupati/Walikota sebagaimana dimaksud pada ayat (4), Menteri, gubernur atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya dapat menunjuk pejabat yang bertanggung jawab mengenai kelaikan operasi;
(6) Pemeriksaan dan pengujian instalasi tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 45 ayat (2) dan Pasal 45 ayat (3) huruf a dan huruf b dilaksanakan oleh lembaga inspeksi teknik terakreditasi;
(7) Pemeriksaan dan pengujian instalasi tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 45 ayat (3) huruf c dilaksanakan oleh lembaga inspeksi teknik dan ditetapkan oleh Menteri;
(8) Sertifikat laik operasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diterbitkan oleh Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya;
(9) Ketentuan lebih lanjut mengenai instalasi tenaga listrik diatur dengan Peraturan Menteri.

Paragraf 5
Tenaga Teknik

Pasal 47

(1) Tenaga teknik dalam usaha penyediaan tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) wajib memenuhi standar kompetensi yang dibuktikan dengan sertifikat kompetensi;

(2) Sertifikat kompetensi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diberikan oleh lembaga sertifikasi kompetensi yang terakreditasi;

(3) Akreditasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diberikan oleh Menteri;

(4) Dalam hal suatu daerah belum terdapat lembaga sertifikasi kompetensi yang terakreditasi, Menteri, gubernur atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya dapat menunjuk lembaga sertifikasi kompetensi;

(5) Dalam hal suatu daerah belum terdapat lembaga sertifikasi kompetensi yang dapat ditunjuk oleh Menteri, gubernur atau bupati/walikota sebagaimana dimaksud pada ayat (4), Menteri, gubernur atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya dapat menunjuk pejabat yang bertanggung jawab mengenai sertifikasi kompetensi;

(6) Menteri menetapkan standar kompetensi tenaga teknik sebagaimana dimaksud pada ayat (1);

(7) Ketentuan lebih lanjut mengenai standardisasi kompetensi tenaga teknik diatur dengan Peraturan Menteri;

Pasal 48

Dalam pelaksanaan akreditasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 46 ayat (3) dan Pasal 47 ayat (3), Menteri dapat dibantu oleh panitia akreditasi ketenagalistrikan.

Pasal 49

Ketentuan lebih lanjut mengenai instalasi tenaga listrik, sertifikasi kompetensi, tata cara pemberian sertifikat dan akreditasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 46, Pasal 47, dan Pasal 48 diatur dengan Peraturan Menteri.

– Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 62 Tahun 2012 tentang Usaha Jasa Penunjang Tenaga Listrik.

Pasal 20

Pemegang izin usaha jasa penunjang tenaga listrik wajib:

a. Memberikan jasa dengan mutu dan pelayanan yang baik sesuai dengan sistem manajemen mutu;

b. Memenuhi standar teknis dan ketentuan keselamatan ketenagalistrikan;

c. Mengutamakan produk dan potensi dalam negeri sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan; dan
d. Memberikan laporan secara berkala 1 (satu) tahun sekali kepada Menteri atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 05 Tahun 2014 tentang Tata Cara Akreditasi dan Sertifikasi Ketenagalistrikan.

Pasal 22

(5) Lembaga Inspeksi Teknik Voltase Rendah menerbitkan Sertifikat Laik Operasi paling lama 2 (dua) hari kerja sejak dipenuhinya kesesuaian dengan persyaratan pemeriksaan dan pengujian;
(6) Lembaga Inspeksi Teknik Voltase Rendah menerbitkan Sertifikat Laik Operasi dengan mengunakan format sertifikat sebagaimana tercantum dalam Lampiran VIII yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini;
(7) Sertifikat Laik Operasi instalasi pemanfaatan tenaga listrik voltase rendah berlaku untuk jangka waktu 15 (lima belas) tahun dan dapat diperpanjang;
(8) Sertifikat Laik Operasi instalasi pemanfaatan tenaga listrik voltase rendah sebagaimana dimaksud pada ayat (5) tidak berlaku apabila terdapat perubahan kapasitas, perubahan instalasi, atau direkondisi;

- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tentang SNI wajib, yaitu:

- Peraturan Menteri ESDM No. 0034 Tahun 2005 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-1922-2002 Mengenai Standar Khusus untuk Frekuensi Sistem Arus Bolak-balik Fase Tunggal dan Fase Tiga 50 Hertz, Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 0038 Tahun 2005 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-6292.1-2003 Mengenai Peranti Listrik Rumah Tangga dan Sejenisnya Keselamatan – Bagian 1: Persyaratan Umum, Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 009 Tahun 2007 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-6507.1-2002 dan Standar Nasional Indonesia 04-6507.1-2002/Amd1-2006 Mengenai Pemutus Sirkit untuk Proteksi Arus Lebih pada Instalasi Rumah Tangga dan Sejenisnya – Bagian 1: Pemutus Sirkit untuk Operasi Arus Bolak-balik, Sebagai Standar Wajib.

- Peraturan Menteri ESDM No. 010 Tahun 2007 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-6203.1-2006 Mengenai Saklar untuk Instalasi Listrik Tetap Rumah Tangga dan Sejenisnya – Bagian 1: Persyaratan Umum, Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 011 Tahun 2007 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-6292.2.80-2006 Mengenai Peranti Listrik Rumah Tangga dan Sejenisnya – Keselamatan – Bagian 2-80: Persyaratan Khusus untuk Kipas Angin, Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 012 Tahun 2007 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-3892.1.1-2006 Mengenai Tusuk-kontak dan Kotak-kontak untuk Keperluan Rumah Tangga dan Sejenisnya – Keselamatan – Bagian 1: Persyaratan Umum, Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 15 Tahun 2009 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Mengenai Perlengkapan Kendali Lampu Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 16 Tahun 2009 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Mengenai Pemutus Sirkit Arus Sisa Tanpa Proteksi Arus Lebih Terpadu untuk Pemakaian Rumah Tangga dan Sejenisnya (RCCB) Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 17 Tahun 2009 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Mengenai Luminer Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri ESDM Nomor 15 Tahun 2009 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Mengenai Perlengkapan Kendali Lampu Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 20 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 Tahun 2009 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Mengenai Pemutus Sirkit Arus Sisa Tanpa Proteksi Arus Lebih Terpadu untuk Pemakaian Rumah Tangga dan Sejenisnya (RCCB) Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No. 21 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri ESDM Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Mengenai Luminer Sebagai Standar Wajib.
- Peraturan Menteri ESDM No.36 Tahun 2014 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 0225:2011 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) Dan Standar Nasional Indonesia 0225:2011/Amd 1:2013 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) Amandemen 1 Sebagai Standar Wajib.

Instalasi listrik perumahan harus memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI), khususnya SNI wajib. Walaupun demikian, SNI terkait lain juga perlu dipenuhi agar instalasi menjadi andal dan aman.

PENJELASAN

Daftar SNI tersebut adalah antara lain:

- SNI 04-1922-2002, Frekuensi Sistem Arus Bolak-balik Fase Tunggal dan Fase Tiga 50 Hertz
- SNI 04-6507.1-2002 dan Standar Nasional Indonesia 04-6507.1-2002/Amd1-2006, Pemutus Sirkit untuk Proteksi Arus Lebih pada Instalasi Rumah Tangga dan Sejenisnya – Bagian 1: Pemutus Sirkit untuk Operasi Arus Bolak-balik
- SNI 04-6203.1-2006, Saklar untuk Instalasi Listrik Tetap Rumah Tangga dan Sejenisnya – Bagian 1: Persyaratan Umum
- SNI 04-3892.1-2006, Tusuk-kontak dan Kotak-kontak untuk Keperluan Rumah Tangga dan Sejenisnya – Keselamatan – Bagian 1: Persyaratan Umum
- SNI 04-3892.1.1-2003, Tusuk-kontak dan kotak-kontak untuk keperluan rumah-tangga dan sejenisnya. Bagian 1-1: Persyaratan umum - Bentuk dan ukuran
- SNI 04-6956.1-2003, Pemutus Sirkit Arus Sisa Tanpa Proteksi Arus Lebih Terpadu untuk Pemakaian Rumah Tangga dan Sejenisnya (RCCB)
- SNI 04-6956.2.1-2005, Pemutus sirkit arus sisa tanpa proteksi arus lebih terpadu untuk pemakaian rumah tangga dan sejenisnya (RCCB) - Bagian 2-1: Penerapan persyaratan umum RCCB yang berfungsi tak tergantung dari voltase saluran
- SNI IEC 61008-2-2:2014, Pemutus sirkit arus sisa tanpa proteksi arus lebih terpadu untuk pemakaian rumah tangga dan sejenis (RCCB) – Bagian 2-2: Penerapan aturan umum RCCB yang berfungsi tergantung dari voltase lin
- SNI IEC 61009-1:2014, Pemutus sirkit dioperasikan arus sisa dengan proteksi arus lebih terpadu untuk pemakaian rumah tangga dan sejenis (RCBO) – Bagian 1: Aturan Umum
- SNI IEC 61009-2-1:2014, Pemutus sirkit dioperasikan arus sisa dengan proteksi arus lebih terpadu untuk pemakaian rumah tangga dan sejenis (RCBO) – Bagian 2-1: Penerapan aturan umum untuk RCBO yang secara fungsi tak tergantung pada voltase lin
- SNI IEC 61009-2-2:2014, Pemutus sirkit dioperasikan arus sisa dengan proteksi arus lebih terpadu untuk pemakaian rumah tangga dan sejenis (RCBO) – Bagian 2-2: Penerapan aturan umum untuk RCBO yang secara fungsi tergantung pada voltase lin
- SNI IEC 61386-1:2012, Sistem konduit untuk manajemen kabel - Bagian 1: Persyaratan Umum
- SNI IEC 61386-21:2012, Sistem konduit untuk manajemen kabel - Bagian 21: Persyaratan khusus - Sistem konduit kaku
- SNI IEC 61386-22:2012, Sistem konduit untuk manajemen kabel - Bagian 22: Persyaratan khusus - Sistem konduit lentur

- SNI IEC 61386-23:2012, Sistem konduit untuk manajemen kabel - Bagian 23: Persyaratan khusus - Sistem konduit fleksibel
- SNI IEC 61386-24:2012, Sistem konduit untuk manajemen kabel - Bagian 24: Persyaratan khusus - Sistem konduit dalam tanah
- SNI IEC 60598-1:2011, Luminer - Bagian 1: Persyaratan dan pengujian
- SNI 0225-2011, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 beserta Amendemennya
- SNI 6629.1:2011, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V – Bagian 1: Persyaratan umum
- SNI 04-6629.2-2006, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V - Bagian 2: Metode uji
- SNI 04-6629.3-2006, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V - Bagian 3: Kabel nirselubung untuk perkawatan magun
- SNI 04-6629.4-2006, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V - Bagian 4: Kabel berselubung untuk perkawatan magun
- SNI 04-6629.5-2006, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V - Bagian 5: Kabel fleksibel
- SNI 04-6629.6-2006, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V - Bagian 6: Kabel lift dan kabel untuk hubungan fleksibel
- SNI 04-6629.7-2006, Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V - Bagian 7: Kabel fleksibel berskrin dan niskrin dengan dua konduktor atau lebih.

2.3 Karakteristik beban terpasang

Tabel 52.2 Bagian 5-52 PUIL 2011/Amd. 1 menyatakan sebagai berikut:

Tabel 52.2 MOD – Luas penampang minimum konduktor

Jenis sistem perkawatan		Penggunaan sirkit	Konduktor	
			Bahan	Luas penampang mm^2
Instalasi magun	Kabel dan konduktor berinsulasi	Sirkit daya dan pencahayaan	Tembaga	1,5
			Aluminium	Selaras dengan standar kabel SNI IEC 60228 (10 mm^2) (lihat Catatan1)
		Sirkit sinyal dan kendali	Tembaga	0,5 (lihat Catatan 2)
	Konduktor telanjang	Sirkit daya	Tembaga	10
			Aluminium	16
		Sirkit sinyal dan kendali	Tembaga	4
Hubungan fleksibel dengan konduktor berinsulasi dan kabel		Untuk peranti spesifik	Tembaga	Seperti ditentukan dalam standar IEC relevan
		Untuk setiap penerapan lain		0,75 [a]
		Sirkit voltase ekstra rendah untuk penerapan khusus		0,75

CATATAN 1 Konektor yang digunakan untuk terminasi konduktor aluminium harus diuji dan disahkan untuk penggunaan spesifik ini.

CATATAN 2 Pada sirkit sinyal dan kendali yang dimaksudkan untuk perlengkapan elektronik, diizinkan menggunakan luas penampang minimum 0,1 mm^2.

CATATAN 3 Untuk persyaratan khusus untuk pencahayaan ELV lihat IEC 60364-7-715.

CATATAN 4 Tidak diadopsi.

CATATAN 5 Tidak diadopsi.

[a] Pada kabel fleksibel multi inti yang berisikan tujuh inti atau lebih, berlaku Catatan 2.

Maka untuk instalasi magun karakteristik beban terpasang dibagi menjadi:
- Sirkit pencahayaan;
- Sirkit daya;
- Sirkit sinyal dan kendali.

Sesuai 511.2.5 Bagian 5-511 PUIL 2011, pengelompokan adalah sebagai berikut:

511.2.5 Pengelompokan perlengkapan sirkit

Pada PHBK yang mempunyai banyak sirkit keluar fase tunggal, dan fase tiga, baik untuk instalasi daya maupun instalasi pencahayaan, gawai proteksi, sakelar, dan terminal yang serupa harus dikelompokkan sehingga:

a) Kelompok perlengkapan instalasi daya sebaiknya terpisah dari kelompok perlengkapan instalasi pencahayaan;
b) Kelompok perlengkapan fase tunggal, fase dua, dan fase tiga merupakan kelompok sendiri-sendiri yang terpisah.

PENJELASAN

Berdasarkan pengelompokan tersebut, maka karakteristik beban terpasang dapat dibagi menjadi:

a) Berdasarkan jumlah fase: fase tunggal, dwifase (fase dua) dan trifase (fase tiga).
b) Berdasarkan fungsi:
   - Kelompok pencahayaan;
   - Kelompok daya (selain kelompok pencahayaan serta kelompok sinyal dan kendali);
   - Kelompok sinyal dan kendali.

Dalam praktik, kelompok pencahayaan biasanya masih digabung dengan kelompok daya. Untuk hal ini kelompok tersebut termasuk dalam kelompok daya.

Kelompok sinyal dan kendali sangat jarang digunakan untuk perumahan biasa, kecuali untuk rumah pintar (*smart house* atau *smart building*) yang masih dianggap eksklusif di Indonesia, karena mahal.

2.4 Pembebanan instalasi

Sesuai 314.1 PUIL 2011:

314.1 Setiap instalasi harus dibagi dalam sirkit, jika diperlukan, untuk:

- Mencegah bahaya dan meminimalkan kesulitan jika terjadi gangguan;
- Memfasilitasi inspeksi, pengujian dan pemeliharan yang aman (lihat juga Bagian 5-53);
- Memperhitungkan bahaya yang mungkin timbul dari kegagalan sirkit tunggal seperti sirkit pencahayaan;
- Mengurangi kemungkinan trip yang tak diinginkan dari GPAS karena arus konduktor PE yang berlebihan yang tidak disebabkan gangguan;
- Mengurangi efek EMI;
- Mencegah energisasi tak langsung pada sirkit yang dimaksudkan akan diisolasi.

PENJELASAN

Berdasarkan persyaratan tersebut maka pembagian pembebanan instalasi dilakukan sebagai berikut:

- Sirkit pencahayaan (bila didesain terpisah dari sirkit daya);
- Sirkit daya yang mempunyai satu kotak kontak atau lebih, dapat digabung dengan sirkit pencahayaan.

Pembagian biasanya berdasarkan fungsi ruangan/kamar yang ada, misalnya kamar tamu, teras dan lampu taman, kamar tidur, dapur, gudang, kamar mandi dsb., atau gabungan dari beberapa fungsi ruangan, terutama tanpa pembatas dinding;

- Sirkit daya yang khusus melayani pengondisi udara (*air conditioner*);
- Sirkit daya yang melayani beban motor yang cukup besar, jika ada;
- Sirkit sinyal dan kendali, jika ada.

Lihat 3.2 dan 3.7 Buku Pedoman ini untuk pemilihan penampang konduktor terkecilnya.

Bab 3

Penentuan ukuran dan proteksi konduktor

3.1 Umum

3.1.1 Metodologi

Ukuran konduktor harus dipilih dan ditentukan sedemikian sehingga harus:

– Mampu menghantarkan arus beban penuh permanen dan arus lebih waktu pendek normal;

– Tidak menyebabkan drop voltase yang mungkin menyebabkan kinerja buruk pada beban tertentu, misalnya lampu sukar menyala, dsb.

Ukuran gawai proteksi khususnya untuk arus lebih, yaitu MCB dan sekering harus:

– Mampu memproteksi kabel dan busbar untuk semua level arus lebih, termasuk arus hubung pendek.

3.1.2 Definisi

Definisi berikut diambil dari Bagian 1 PUIL 2011.

Bagian 1 PUIL 2011

Arus beban lebih (suatu sirkit listrik)

Arus lebih yang terjadi dalam suatu sirkit listrik yang tidak disebabkan oleh hubung pendek atau gangguan bumi.

Overload current (of a circuit)

IEV 826-11-15

Arus bocor

Arus listrik di suatu lintasan konduktif yang tak diinginkan pada kondisi operasi normal.

Leakage current

IEV 826-11-20

Arus desain (suatu sirkit listrik)

Arus listrik yang dimaksudkan untuk dihantarkan oleh sirkit listrik dalam operasi normal.

Design current (of an electric circuit)

IEV 826-11-10

Arus gangguan

Arus yang mengalir melalui suatu titik tertentu gangguan akibat gangguan insulasi.

Fault current

IEV 826-11-11

Arus hubung pendek

Arus listrik dalam suatu hubung pendek tertentu.

Short-circuit current

IEV 826-11-16

Arus konduktor proteksi

Arus listrik yang timbul dalam suatu konduktor proteksi, seperti arus bocor atau arus listrik akibat gangguan insulasi.

Protective conductor current

IEV 826-11-21

Arus lebih

Arus listrik yang melebihi nilai pengenalnya.

CATATAN

Untuk konduktor, arus pengenal dianggap sama dengan KHA.

Overcurrent

IEV 826-11-14

Arus operasi

Nilai arus yang pada atau di atas nilai tersebut pelepas (*release*) dapat beroperasi.

Operating current (of an overcurrent release)

IEV 441-16-45

Arus pengenal (untuk perlengkapan)

Arus yang ditentukan oleh pabrikan untuk kondisi operasi yang ditentukan dari suatu perlengkapan.

Rated current

IEV 442-01-02

Arus sentuh

Arus listrik yang melewati tubuh manusia atau binatang ketika menyentuh satu atau lebih bagian instalasi listrik atau perlengkapan listrik yang dapat diakses.

Touch current

IEV 826-11-12

Arus sisa

Jumlah aljabar nilai arus listrik di semua konduktor aktif, pada waktu yang sama, di titik yang ditentukan suatu sirkit listrik pada instalasi listrik.

Residual current

IEV 826-11-19

Arus sisa operasi

Nilai arus sisa yang menyebabkan gawai proteksi arus sisa (GPAS) beroperasi pada kondisi yang ditentukan.

Operating residual current

IEV 442-05-20

Awal instalasi listrik

Titik tempat energi listrik disalurkan ke instalasi listrik.

Origin of the electrical installation

IEV 826-10-02

Bagian aktif

Konduktor atau bagian konduktif yang dimaksudkan untuk dienergisasi pada operasi normal, termasuk konduktor netral, tetapi dengan konvensi bukan konduktor PEN, konduktor PEM atau konduktor PEL.

CATATAN

Konsep ini tidak perlu menyatakan risiko kejut listrik.

Live part

IEV 826-12-08

Bagian aktif berbahaya

Bagian aktif yang pada kondisi tertentu dapat memberikan suatu kejut listrik yang berbahaya.

Hazardous-live-part

IEV 826-12-13

Bagian konduktif

Bagian yang dapat menghantarkan arus listrik.

Conductive part

IEV 826-12-09

Bagian konduktif ekstra (BKE)

Bagian konduktif yang bukan merupakan bagian instalasi listrik dan dapat menimbulkan suatu potensial listrik, biasanya potensial listrik dari bumi lokal (lihat 826-13-02).

Extraneous-conductive-part

IEV 826-12-11

Bagian konduktif terbuka (BKT)

Bagian konduktif perlengkapan yang dapat disentuh dan yang secara normal tidak bervoltase, tetapi dapat menjadi bervoltase bila insulasi dasar gagal.

Exposed-conductive-part

IEV 826-12-10

Beban lebih

Keadaan operasi dalam sirkit yang secara listrik tidak rusak, yang menimbulkan arus lebih.

Overload

IEV 441-11-08

Beban penuh

Nilai beban tertinggi yang ditentukan untuk kondisi pengenal operasi.

Full load

IEV 151-15-24

Bumi acuan

Bagian bumi yang dianggap konduktif, yang potensial listriknya secara konvensi dianggap nol, berada di luar zona pengaruh sembarang susunan pembumian.

CATATAN

Konsep "bumi" adalah planet dan seluruh materi fisiknya.

Reference earth

IEV 826-13-01

Desain instalasi listrik

Berkas gambar desain dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

PUIL 2000

Diskoneksi otomatis suplai

Pemutusan satu konduktor atau lebih yang diakibatkan oleh operasi otomatis suatu gawai proteksi pada saat terjadi gangguan.

Automatic disconection of supply

IEV 826-12-18

Elektrode bumi

Bagian konduktif yang dapat ditanam dalam tanah atau suatu media konduktif spesifik, misalnya beton atau kokas, dalam kontak listrik dengan bumi.

Earth electrode; [195-02-20 MOD]

IEV 826-13-05

Elemen sekering

bagian tautan (*link*) sekering yang didesain untuk melebur bila arus melebihi beberapa nilai tertentu untuk periode waktu tertentu.

Fuse-element

IEV 441-18-08

Gangguan

Keadaan barang (*item*) yang dicirikan dengan ketakmampuan untuk melakukan fungsi yang dibutuhkan, tidak termasuk ketakmampuan selama pemeliharaan preventif atau tindakan terencana lain, atau karena ketiadaan sumber daya eksternal.

CATATAN

Gangguan seringkali akibat kegagalan barang itu sendiri, tapi dapat terjadi tanpa kegagalan sebelumnya.

Fault

IEV 191-05-01 MOD

Gangguan (pada sistem daya listrik)

Kejadian yang tidak direncanakan atau kerusakan pada barang, yang dapat mengakibatkan satu

kegagalan atau lebih, baik pada barang itu sendiri, ataupun pada perlengkapan terkait lain.

Fault (in electric power system)

IEV 604-02-01 MOD

Gangguan bumi

Terjadinya lintasan konduktif yang tak sengaja antara konduktor aktif dengan bumi.

CATATAN

1. Lintasan konduktif dapat menembus insulasi yang terganggu, melewati struktur (misalnya tiang, perancah, mesin derek, tangga) atau melewati tetumbuhan (misalnya pohon, semak-semak) dan mempunyai impedans yang signifikan;
2. Bagian konduktif antara konduktor (yang mungkin karena alasan operasional tidak dibumikan) dengan bumi juga dianggap sebagai gangguan bumi.

Earth fault

IEV 826-14-13

Gangguan insulasi

Cacat pada insulasi perlengkapan yang dapat mengakibatkan arus abnormal mengalir lewat insulasi ini atau mengakibatkan luapan yang mengganggu.

Insulation fault

IEV-604-02-02

A fault which affects a device and prevents its restoration into service until action has been taken at the point of the fault.

Gangguan permanen

Gangguan yang mempengaruhi gawai dan menghalangi kepulihan pelayanannya selama belum ada tindak perbaikan atas titik gangguan.

Permanent fault

IEV 604-02-10

Gawai

Elemen bahan atau rakitan elemen tersebut yang dimaksudkan untuk melakukan fungsi yang disyaratkan.

Device

IEV 151-11-20

Gawai impedans proteksi

Komponen atau rakitan dari komponen-komponen yang impedans dan konstruksinya dimaksudkan untuk membatasi arus sentuh keadaan ajek dan muatan listrik hingga tingkat tak berbahaya.

Protective impedance device

IEV 826-12-35

Gawai proteksi arus sisa (GPAS)

Gawai sakelar mekanis yang didesain untuk menghubungkan, menghantarkan dan memutuskan arus pada kondisi pelayanan normal dan untuk menyebabkan terbukanya kontak ketika arus sisa mencapai nilai tertentu pada kondisi yang ditentukan.

CATATAN

GPAS dapat merupakan kombinasi berbagai elemen terpisah yang didesain untuk mendeteksi dan mengevaluasi arus sisa dan untuk menghubungkan dan memutuskan arus.

Residual current device

IEV 442-05-02

Gawai proteksi arus lebih (GPAL)

Gawai yang disediakan untuk memutuskan suatu sirkit listrik jika arus konduktor di sirkit tersebut melebihi nilai yang dipratentukan untuk durasi yang ditentukan

Overcurrent protective device

IEV 826-14-14

Gawai sakelar

Gawai yang didesain untuk menghubungkan dan memutuskan arus dalam satu sirkit listrik atau lebih.

Switching device

IEV 441-14-01

Hubung pendek

Lintasan konduktif tidak sengaja atau sengaja antara dua atau lebih bagian konduktif yang memaksa beda potensial listrik antara bagian-bagian konduktif tersebut menjadi sama atau mendekati nol.

Short-circuit

IEV 826-14-10

Hubung pendek lin ke bumi

Hubung pendek antara suatu konduktor lin dan bumi dalam suatu sistem netral dibumikan langsung atau sistem netral dibumikan impedans.

CATATAN

Hubung pendek lin ke bumi dapat dibuat misalnya melalui konduktor pembumian dan elektrode bumi.

Line-to-earth short-circuit

IEV 826-14-11

Hubung pendek lin ke lin

Hubung pendek antara dua atau lebih konduktor lin, tergabung atau tidak tergabung dengan hubung pendek lin ke bumi di tempat yang sama.

Line-to-line short-circuit

IEV 826-14-12

Ikatan ekuipotensial

Ketentuan hubungan listrik antara bagian konduktif yang dimaksudkan untuk mencapai keekuipotensialan.

Equipotential bonding

IEV 826-13-19

Ikatan ekuipotensial fungsional

Ikatan ekuipotensial untuk alasan operasional selain keselamatan.

Functional-equipotential-bonding

IEV 826-13-21

Ikatan ekuipotensial proteksi

Ikatan ekuipotensial untuk keperluan keselamatan.

Protective-equipotential-bonding

IEV 826-13-20

Impedans ke bumi

Impedans pada suatu frekuensi tertentu antara titik yang ditentukan dalam suatu sistem atau dalam suatu instalasi atau dalam perlengkapan dengan bumi acuan.

Impedance to earth

IEV 826-13-16

Instalasi listrik

Rakitan perlengkapan listrik terkait yang memiliki karakteristik terkoordinasi untuk memenuhi keperluan spesifik.

Electrical installation

IEV 826-10-01

Instalasi listrik pelanggan

Instalasi listrik yang terpasang sesudah meter di rumah atau pada bangunan.

PUIL 2000

Instansi yang berwenang

Instansi yang bertanggung jawab atas pelaksanaan perundang-undangan yang berkaitan dengan bidang ketenagalistrikan.

PUIL 2000 MOD

Insulasi

a) Semua bahan dan bagian yang digunakan untuk menginsulasi elemen konduktif suatu gawai;

b) Kumpulan sifat yang mencirikan kemampuan insulasi untuk memberikan fungsinya.

CATATAN

Contoh sifat relevan adalah: resistans, voltase tembus.

Insulation

IEV 151-15-41 dan 151-15-42

Insulasi dasar

Insulasi dari bagian aktif berbahaya yang memberikan proteksi dasar.

CATATAN

Konsep ini tidak berlaku untuk insulasi yang digunakan secara eksklusif untuk keperluan fungsional.

Basic insulation

IEV 826-12-14

Insulasi diperkuat

Insulasi bagian aktif berbahaya yang memberikan tingkat proteksi terhadap kejut listrik yang setara dengan insulasi dobel.

CATATAN

Insulasi diperkuat dapat terdiri atas beberapa lapisan yang tidak dapat diuji satu per satu seperti insulasi dasar atau insulasi suplemen.

Reinforced insulation

IEV 826-12-17

Insulasi dobel

Insulasi yang terdiri atas insulasi dasar dan insulasi suplemen.

Double insulation

IEV 826-12-16

Insulasi suplemen

Insulasi independen yang diterapkan sebagai tambahan pada insulasi dasar untuk proteksi gangguan.

Supplementary insulation

IEV 826-12-15

Inti kabel

Rakitan yang terdiri atas konduktor beserta insulasinya (dan skrin jika ada).

Core (of a cable)

IEV 461-04-04

Isolasi

Fungsi yang dimaksudkan untuk mematikan karena alasan keselamatan dari semua atau bagian instalasi tersendiri dengan memisahkan instalasi atau bagian instalasi itu dari setiap sumber energi listrik.

Isolation

IEV 826-17-01

Jarak bebas

Jarak antara dua bagian konduktif yang sama dengan rentangan tali terpendek antara bagian konduktif tersebut.

Clearance

IEV 441-17-31

Jarak udara

Jarak terpendek antara dua bagian aktif diukur melintasi udara.

PUIL 2000

Jaringan elektrode bumi

Bagian suatu susunan pembumian yang hanya terdiri atas elektrode bumi dan interkoneksinya.

Earth-electrode network

IEV 826-13-06

Jaringan listrik

Sirkit yang hanya terdiri atas elemen sirkit listrik.

Electric network, electric circuit

IEV 131-11-07 MOD

Kabel berinsulasi

Rakitan yang terdiri atas:

- Satu inti atau lebih;
- Penutup individualnya (jika ada);
- Proteksi rakitan (jika ada);
- Penutup proteksi (jika ada).

Konduktor tidak berinsulasi tambahan dapat digolongkan sebagai kabel.

Insulated cable

IEV 461-06-01

Kabel fleksibel

Kabel yang disyaratkan untuk mampu melentur pada waktu digunakan, dan yang struktur dan bahannya memenuhi persyaratan.

Flexible cable

IEV 461-06-14

Kabel tanah

Lin listrik dengan konduktor berinsulasi yang ditanam langsung dalam tanah, atau terletak dalam talang, pipa atau palung kabel.

CATATAN

Istilah yang sama digunakan untuk menguraikan barangnya secara fisik.

Underground cable

IEV 601-03-05

Kapasitas hantar arus (KHA) (kontinu)

Arus maksimum yang dapat dihantarkan secara kontinu oleh suatu konduktor, gawai atau aparatus, pada kondisi yang ditentukan tanpa suhu kondisi tunaknya melebihi nilai yang ditentukan.

Current-carrying capacity (*continuous*)

IEV 826-11-13

Kedap

Sifat yang tidak dapat dimasuki sesuatu; misalnya kedap air atau kedap debu.

PUIL 2000

Keekuipontensialan

Keadaan ketika bagian konduktif berpotensial listrik kira-kira sama.

Equipotantiality

IEV 826-13-18

Kejut listrik

Efek fisiologis akibat arus listrik yang melalui tubuh manusia atau binatang.

Electric shock; [195-01-04]

IEV 826-12-01

Kendali

Tindakan dengan maksud tertentu pada atau dalam proses untuk memenuhi tujuan yang ditentukan.

Control

IEV 351-21-29

Klem

Penyangga yang dipasang berjarak dan secara mekanis menahan kabel atau konduit.

Cleats; clamps

IEV 826-15-11

Konduit

Bagian sistem perkawatan tertutup yang umumnya berpenampang bulat untuk konduktor berinsulasi dan/atau kabel dalam instalasi listrik atau instalasi komunikasi, yang memungkinkan konduktor dan/atau kabel itu dapat ditarik masuk dan/atau diganti.

CATATAN

Konduit sebaiknya tersambung tertutup dengan baik sedemikian sehingga konduktor berinsulasi dan/atau kabel hanya dapat ditarik masuk dan tidak dapat disisipkan menyamping.

Conduit

IEV 826-15-03

Konduktor

Bagian konduktif yang dimaksudkan untuk menghantarkan arus listrik yang ditentukan.

Conductor

IEV 826-14-06

Konduktor bumi

Konduktor dengan impedans rendah yang memberikan hubungan listrik antara titik tertentu pada perlengkapan (instalasi atau sistem) dengan suatu elektrode bumi.

Earth conductor

IEV 604-04-06

Konduktor ikatan fungsional

Konduktor yang disediakan untuk Ikatan ekuipotensial fungsional.

Functional bonding conductor

IEV 826-13-29

Konduktor ikatan proteksi

Konduktor proteksi yang disediakan untuk ikatan ekuipotensial proteksi.

Protective bonding conductor

IEV 826-13-24

Konduktor lin

Konduktor yang dienergisasi dalam operasi normal dan mampu berperan dalam transmisi atau distribusi energi listrik, tetapi bukan konduktor netral atau konduktor titik tengah.

Line conductor

IEV 826-14-09

Konduktor netral

Konduktor yang dihubungkan secara listrik ke titik netral dan mampu berperan dalam distribusi energi listrik.

Neutral conductor

IEV 826-14-07

Konduktor pembumian

Konduktor yang memberikan lintasan konduktif atau bagian lintasan konduktif antara titik tertentu dalam suatu sistem atau dalam suatu instalasi atau dalam perlengkapan dengan suatu elektrode bumi dan suatu jaringan elektrode bumi.

CATATAN

Untuk PUIL, konduktor pembumian adalah konduktor yang menghubungkan elektrode bumi ke titik dalam sistem ikatan ekuipotensial, biasanya terminal pembumian utama.

Earthing conductor

IEV 826-13-12 MOD

Konduktor pembumian fungsional

Konduktor pembumian yang disediakan untuk pembumian fungsional.

Functional earthing conductor

IEV 826-13-28

Konduktor pembumian proteksi

Konduktor proteksi yang disediakan untuk pembumian proteksi.

Protective earthing conductor

IEV 826-13-23

Konduktor PEN

Konduktor yang menggabungkan fungsi konduktor pembumian proteksi dan fungsi konduktor netral.

PEN conductor

IEV 826-13-25

Konduktor pilin

Konduktor yang terdiri atas sejumlah kawat individu, semua atau beberapa di antaranya mempunyai bentuk spiral.

Stranded conductor (in superconductivity-related technology)

IEV 815-04-15

Konduktor proteksi (identifikasi: PE)

Konduktor yang disediakan untuk keperluan keselamatan, misalnya proteksi terhadap kejut listrik.

CATATAN

Dalam suatu instalasi listrik, konduktor yang diidentifikasi dengan PE biasanya juga dianggap sebagai konduktor pembumian proteksi.

Protective conductor (identification: PE)

IEV 826-13-22

Kontak tusuk (kotak kontak dan tusuk kontak)

Susunan gawai pemberi dan penerima arus yang dapat dipindah-pindahkan, untuk menghubungkan dan memutuskan saluran ke dan dari bagian instalasi. Kontak tusuk meliputi:

- kotak kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai pemberi arus;
- tusuk kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai penerima arus.

PUIL 2000

Kotak sambung

Kotak pada sambungan kabel yang melindungi insulasi kabel terhadap udara dan air.

PUIL 2000

Lengkapan

Gawai sebagai suplemen gawai atau apparatus utama, tetapi bukan merupakan bagiannya yang diperlukan untuk operasinya atau untuk memberikan keuntungan pada karakteristik spesifiknya.

Accessory

IEV 151-11-24

Lin listrik

Seperangkat konduktor, insulator dan lengkapan untuk mengalirkan energi antara dua titik suatu jaringan.

Electrical line

PUIL 2000

Lin voltase rendah

Bagian jaringan voltase rendah tidak termasuk sambungan pelayanan.

PUIL 2000

Lingkungan nonkonduktif

Ketentuan dengan cara bagaimana orang atau binatang yang menyentuh bagian konduktif terbuka yang telah menjadi aktif berbahaya diproteksi dengan impedans tinggi dari lingkungannya (misal dinding dan lantai insulasi) dan dengan tiadanya bagian konduktif yang dibumikan.

Non-conducting environment

IEV 826-12-36

Lorong operasi

Lorong yang digunakan selama operasi, untuk keperluan seperti penyakelaran, pengendalian, penyetelan atau observasi gawai listrik.

Operating gangway

IEV 826-10-09

Lorong pemeliharaan

Lorong untuk akses pemeliharaan perlengkapan listrik.

Maintenance gangway

IEV 826-10-10

Luminer

Aparatus yang mendistribusikan, memfilter atau mentransformasikan cahaya yang dipancarkan dari satu atau lebih lampu dan yang mencakup, kecuali lampu itu sendiri, semua bagian yang diperlukan untuk memagunkan dan memproteksi lampu dan jika diperlukan, mencakup juga pelengkap sirkit bersama-sama sarana untuk menghubungkannya ke suplai listrik.

Luminaire

IEV 845-10-01

Membumikan (kata kerja)

Membuat suatu hubungan listrik antara titik tertentu dalam suatu sistem atau dalam suatu instalasi atau dalam perlengkapan dan bumi lokal.

CATATAN

Hubungan ke bumi lokal dapat:

- disengaja; atau
- tidak disengaja atau secara kebetulan;
- dan dapat bersifat permanen atau temporer.

Earth (verb)

IEV 826-13-03

Orang awam

Orang yang bukan personel terampil dan juga bukan personel terlatih.

Ordinary person

IEV 826-18-03

Panel distribusi

Rakitan yang berisikan berbagai jenis perlengkapan hubung bagi dan kendali yang terkait dengan satu atau lebih sirkit listrik keluar, yang disuplai dari satu atau lebih sirkit listrik masuk, bersama-sama dengan terminal untuk konduktor netral dan konduktor proteksi.

Distribution board

IEV 826-16-08

Pemanfaat listrik

Perlengkapan listrik yang dimaksudkan untuk mengubah energi listrik menjadi bentuk energi yang lain, misalnya energi cahaya, bahang, mekanis.

Current-using equipment

IEV 826-16-02

Pembebanan intermiten

Pembebanan periodik dengan waktu kerja tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat (beban nol atau berhenti), yang cukup lama untuk mendinginkan penghantar sampai suhu kelilingnya.

PUIL 2000

Pembebanan singkat

Pembebanan dengan waktu kerja singkat, tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat yang cukup lama, sehingga penghantar menjadi dingin kembali sampai suhu keliling.

PUIL 2000

Pembumian fungsional

Pembumian suatu titik atau beberapa titik dalam suatu sistem atau suatu instalasi atau perlengkapan untuk keperluan selain keselamatan listrik.

Functional earthing

IEV 826-13-10

Pembumian proteksi

Pembumian suatu titik atau beberapa titik dalam suatu sistem atau dalam suatu instalasi atau dalam perlengkapan untuk keperluan keselamatan listrik.

Protective earthing

IEV 826-13-09

Pembumian sistem (daya)

Pembumian fungsional dan pembumian proteksi suatu titik atau beberapa titik dalam suatu sistem daya listrik.

System earthing (power)

IEV 826-13-11

Pemutus sirkit

Gawai sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, menghantarkan dan memutuskan arus pada pada kondisi sirkit normal, dan juga mampu menghubungkan, menghantarkan untuk waktu yang ditentukan dan memutuskan arus pada kondisi sirkit abnormal yang ditentukan, seperti pada kondisi hubung pendek.

Circuit-breaker

IEV 441-14-20

Pengedapan

Kemampuan komponen untuk menahan masuknya kontaminan.

Sealing

IEV 581-03-21

Penghalang proteksi (secara listrik)

Bagian yang memberikan proteksi terhadap sentuh langsung dari sembarang arah akses yang biasa.

Protective barrier (electrically)

IEV 826-12-23

Penghentian darurat

Operasi yang dimaksudkan untuk secepat mungkin menghentikan suatu gerakan yang telah menjadi berbahaya.

Emergency stopping

IEV 826-17-04

Penyakelaran fungsional

Operasi yang dimaksudkan untuk menyakelar *on* atau *off* atau mengubah suplai energi listrik ke suatu instalasi listrik atau bagian instalasi listrik dengan keperluan operasi normal.

Functional switching

IEV 826-17-05

Peranti

Apparatus yang dimaksudkan untuk rumah tangga atau penggunaan sejenis.

Appliance

IEV 151-11-23

Peranti listrik

Barang pemanfaat listrik, biasanya merupakan unit yang sudah lengkap, pada umumnya bukan perlengkapan industri, lazim dibuat dengan ukuran atau jenis yang baku, yang mengubah energi listrik menjadi bentuk lain, biasanya bahang atau gerak mekanis, di tempat pemanfaatannya.

Misalnya pemanggang roti, setrika listrik, mesin cuci, pengering rambut, bor genggam, penyaman udara dll.

Electrical appliance

PUIL 2000

Perlengkapan genggam

Perlengkapan listrik yang dimaksudkan untuk digenggam dengan tangan selama penggunaan normal.

Hand-held equipment

IEV 826-16-05

Perlengkapan hubung bagi (PHB)

Istilah umum yang mencakup gawai sakelar dan kombinasinya dengan perlengkapan kendali, ukur, proteksi dan pengatur terkait, juga rakitan gawai dan perlengkapan tersebut dengan interkoneksi, lengkapan, selungkup dan struktur penyangga terkait, yang dimaksudkan secara prinsip untuk penggunaan dalam pembangkitan, transmisi, distribusi dan konversi energi listrik.

Switchgear

IEV 441-11-02

Perlengkapan hubung bagi dan kendali (PHBK)

Perlengkapan listrik yang dimaksudkan untuk dihubungkan ke sirkit listrik untuk keperluan melaksanakan satu fungsi atau lebih berikut: proteksi, kendali, isolasi, dan penyakelaran.

Switchgear and controlgear

IEV 826-16-03

PENJELASAN

Perlengkapan hubung bagi direvisi menjadi perangkat sakelar.

Perlengkapan hubung bagi dan kendali direvisi menjadi perangkat sakelar dan kendali (PSDK).

Perlengkapan listrik

Setiap benda yang digunakan untuk keperluan seperti pembangkitan, konversi, transmisi, distribusi atau pemanfaatan energi listrik, seperti: mesin listrik, transformator, perlengkapan hubung bagi dan kendali, instrumen ukur, gawai proteksi, sistem perkawatan, pemanfaat listrik.

Electrical equipment

IEV 826-16-01

Perlengkapan magun

Perlengkapan listrik yang dikencangkan pada penyangga atau selain itu dipasang kokoh di lokasi spesifik.

Fixed equipment

IEV 826-16-07

Perlengkapan portabel MOD

Perlengkapan listrik yang dipindahkan saat operasi atau dengan mudah dapat dipindahkan dari tempat yang satu ke tempat yang lain saat terhubung ke suplai.

Mobile equipment, portable equipment

IEV 826-16-04

Perlengkapan stasioner MOD

Perlengkapan magun atau perlengkapan listrik yang tidak dilengkapi dengan handel pembawa dan mempunyai massa sedemikian sehingga tidak dapat dengan mudah dipindahkan.

CATATAN

Nilai massa ini 18 kg dalam IEC/SNI untuk peranti rumah tangga.

Stationary equipment

IEV 826-16-06

Personel terampil

Orang berpendidikan dan berpengalaman relevan yang memungkinkannya menyadari risiko dan menghindari bahaya yang dapat terjadi karena listrik.

Skilled person

IEV 826-18-01

Personel terlatih

Orang yang diberi cukup petunjuk atau disupervisi oleh personel terampil hingga memungkinkannya menyadari risiko dan mampu menghindari bahaya yang dapat terjadi karena listrik.

Instructed person

IEV 826-18-02

PHBK cabang

Semua PHBK yang terletak sesudah PHBK utama atau sesudah suatu PHBK lain.

PUIL 2000

PHBK utama

PHBK yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya ke seluruh instalasi konsumen.

PUIL 2000

PENJELASAN

PHBK cabang direvisi menjadi PSDK cabang atau panel distribusi cabang.

PHBK utama direvisi menjadi PSDK utama atau panel distribusi utama.

Proteksi dasar

Proteksi terhadap kejut listrik pada kondisi bebas gangguan.

CATATAN

Untuk instalasi, sistem dan perlengkapan voltase rendah, proteksi dasar biasanya berkaitan dengan proteksi terhadap sentuh langsung.

Basic protection

IEV 826-12-05

Proteksi gangguan

Proteksi terhadap kejut listrik pada kondisi gangguan tunggal.

CATATAN

Untuk instalasi, sistem dan perlengkapan voltase rendah, proteksi gangguan biasanya berkaitan dengan proteksi terhadap sentuh tidak langsung, terutama berkaitan dengan kegagalan insulasi dasar.

Fault protection

IEV 826-12-06

Proteksi tambahan

Tindakan proteksi sebagai tambahan pada proteksi dasar dan/atau proteksi gangguan.

CATATAN

Proteksi tambahan biasanya digunakan dalam hal pengaruh eksternal atau lokasi khusus yang pada keadaan tertentu, misalnya penggunaan energi listrik yang ceroboh, situasi yang fatal dapat dihindari atau dikurangi.

Additional protection

IEV 826-12-07

Proteksi terhadap kejut listrik

ketentuan tindakan untuk mengurangi risiko kejut listrik.

Protection against electric shock

IEV 826-12-02

Rel ikatan ekuipotensial

Rel yang merupakan bagian suatu sistem ikatan ekuipotensial dan memungkinkan hubungan listrik sejumlah konduktor untuk keperluan ikatan ekuipotensial.

Equipotential bonding busbar

IEV 826-13-35

Rel pembumian

Batang penghantar tempat menghubungkan beberapa konduktor bumi.

PUIL 2000

Resistans elektrode bumi

Resistans antara elektrode bumi atau sistem pembumian dan bumi acuan/referensi.

PUIL 2000

Resistans ke bumi

Bagian nyata impedans ke bumi.

Resistance to earth

IEV 826-13-17

Resistans pembumian

Jumlah resistans elektrode bumi dan resistans konduktor bumi.

PUIL 2000

Resistans pembumian total

a) resistans dari seluruh sistem pembumian yang terukur di suatu titik;

b) resistans antara terminal pembumian utama dan bumi.

Total earthing resistance

IEV 826-04-03

Sakelar

Gawai untuk mengubah hubungan listrik di antara terminalnya.

Switch

IEV 151-12-22

Sakelar (*on–off*)

Sakelar untuk menutup dan membuka sirkit satu sirkit listrik atau lebih.

Switch (on-off)

IEV 151-12-23

Sakelar cabang

Sakelar untuk menutup dan membuka masing-masing cabang.

PUIL 2000

Sakelar keluar

Sakelar pada PHBK di sisi tenaga listrik keluar dari PHBK tersebut.

PUIL 2000

Sakelar masuk

Sakelar pada PHBK di sisi tenaga listrik masuk ke PHBK tersebut.

PUIL 2000

Sakelar utama

Sakelar masuk pada PHBK utama instalasi.

PUIL 2000

Sambungan rumah

Saluran listrik yang menghubungkan instalasi pelanggan dan jaringan distribusi.

PUIL 2000

Sekering

Gawai yang dengan peleburan satu atau lebih komponen yang dirancang khusus dan sebanding, yang membuka sirkit tempat sekering disisipkan dan memutus arus bila arus tersebut melebihi nilai yang ditentukan dalam waktu yang sesuai. Sekering terdiri atas semua bagian yang membentuk gawai lengkap.

Fuse

IEV 441-18-01

Selungkup

Rumahan yang memberikan jenis dan tingkat proteksi yang sesuai untuk penerapan yang dimaksudkan.

Enclosure

IEV 826-12-20

Selungkup listrik

Selungkup yang memberikan proteksi terhadap bahaya yang diperkirakan yang ditimbulkan oleh listrik.

Electrical enclosure

IEV 826-12-21

Selungkup proteksi (secara listrik)

Selungkup listrik yang mengelilingi bagian internal perlengkapan untuk mencegah akses ke bagian aktif berbahaya dari sembarang arah.

Protective enclosure (electrically)

IEV 826-12-22

Sentuh langsung

Sentuh listrik manusia atau binatang dengan bagian aktif.

Direct contact

IEV 826-12-03

Sentuh tak langsung

Sentuh listrik manusia atau binatang dengan bagian konduktif terbuka (BKT) yang menjadi bervoltase pada kondisi gangguan.

Indirect contact

IEV 826-12-04

Sirkit (listrik) (suatu instalasi listrik)

Rakitan perlengkapan listrik dari instalasi listrik yang diproteksi terhadap arus lebih dengan gawai proteksi yang sama.

Circuit (electrical) (of an installation)

IEV 826-14-01

Sirkit akhir (bangunan)

Sirkit listrik yang dimaksudkan untuk menyuplai secara langsung arus listrik ke pemanfaat listrik atau ke kotak kontak.

Final circuit (of buildings)

IEV 826-14-03

Sirkit cabang

Sirkit listrik keluar dari PHBK yang menyuplai satu atau lebih panel distribusi atau PHBK lain.

Distribution circuit

IEV 826-14-02 MOD

Sirkit listrik untuk pelayanan keselamatan

Sirkit listrik yang dimaksudkan untuk digunakan sebagai bagian sistem suplai listrik untuk pelayanan keselamatan.

Electric circuit for safety services

IEV 826-10-06

Sirkit masuk

Sirkit yang menghubungkan sumber daya listrik voltase rendah ke sakelar utama.

Sirkit utama

Sirkit yang menghubungkan sakelar utama ke PHBK utama.

PUIL 2000

Sistem berumbung kabel

Sistem selungkup tertutup yang terdiri atas alas dengan tutup yang dapat dilepas, dimaksudkan untuk melingkupi sepenuhnya konduktor berinsulasi, kabel, kabel senur dan/atau untuk akomodasi perlengkapan listrik lain termasuk perlengkapan teknologi informasi.

Cable trunking system

IEV 826-15-04

Sistem ikatan ekuipotensial

Interkoneksi bagian konduktif yang memberikan ikatan ekuipotensial antara bagian-bagian tersebut.

CATATAN

Jika suatu sistem ikatan ekuipotensial dibumikan, maka sistem itu membentuk bagian suatu susunan pembumian.

Equipotential bonding system

IEV 826-13-30

Sistem ikatan ekuipotensial bersama

Sistem ikatan ekuipotensial yang memberikan ikatan ekuipotensial proteksi dan ikatan ekuipotensial fungsional.

Common equipotential bonding system

IEV 826-13-33

Sistem ikatan ekuipotensial fungsional

Sistem ikatan ekuipotensial yang memberikan ikatan ekuipotensial fungsional.

Functional equipotential bonding system

IEV 826-13-32

Sistem ikatan ekuipotensial proteksi

Sistem ikatan ekuipotensial yang memberikan ikatan ekuipotensial proteksi.

Protective equipotential bonding system

IEV 826-13-31

Sistem perkawatan

Rakitan yang terdiri atas satu atau lebih konduktor berinsulasi, kabel atau rel dan bagian yang mengokohkan pemagunannya dan proteksi mekanisnya, jika diperlukan.

Wiring system

IEV 826-15-01

Sistem IT

Sistem yang semua bagian aktifnya tidak dibumikan, atau titik netral dihubungkan ke bumi melalui impedans. BKT instalasi dibumikan secara independen atau kolektif, atau ke pembumian sistem.

Sistem PELV

Sistem listrik dengan voltase tidak dapat melebihi nilai voltase ekstra rendah:

- pada kondisi normal;
- pada kondisi gangguan tunggal, kecuali gangguan bumi pada sirkit listrik lain.

CATATAN

PELV adalah singkatan untuk *protective extra low voltage* (voltase ekstra rendah proteksi).

PELV system

IEV 826-12-32

Sistem SELV

Sistem listrik yang voltasenya tidak dapat melebihi nilai voltase ekstra rendah:

- pada kondisi normal; dan
- pada kondisi gangguan tunggal, termasuk gangguan bumi pada sirkit listrik lain.

CATATAN

SELV adalah singkatan dari *safety extra low voltage* (voltase ekstra rendah keselamatan).

SELV system

IEV 826-12-31

Sistem suplai listrik siaga

Sistem suplai yang dimaksudkan untuk mempertahankan berfungsinya instalasi listrik atau bagian instalasi listrik tersebut, untuk alasan selain keselamatan, dalam hal terputusnya suplai normal.

Standby electric supply system

IEV 826-10-07

Sistem suplai listrik untuk pelayanan keselamatan

Sistem suplai yang dimaksudkan untuk mempertahankan operasi instalasi dan perlengkapan listrik yang esensial:

- untuk kesehatan dan keselamatan manusia dan ternak; dan/atau
- untuk menghindari kerusakan lingkungan dan perlengkapan lain, jika disyaratkan oleh peraturan nasional.

CATATAN

Sistem suplai mencakup sumber dan sirkit listrik hingga terminal perlengkapan listrik. Pada kasus tertentu dapat juga mencakup perlengkapan.

Electric supply system for safety services

IEV 826-10-04

Sistem TN

Sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung, dan BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi.

Sistem TT

Sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang secara listrik terpisah dari elektrode bumi sistem tenaga listrik.

Suhu ambien

Suhu rata-rata udara atau medium lain di sekitar perlengkapan.

CATATAN

Selama pengukuran suhu ambien, instrumen/peraba (*probe*) ukur harus dilindungi dari aliran udara dan pemanasan radiasi.

Ambient temperature

IEV 826-10-03

Sumber listrik siaga

Sumber listrik yang dimaksudkan untuk mempertahankan berfungsinya instalasi listrik atau bagian instalasi listrik, untuk alasan selain keselamatan, dalam hal terputusnya suplai normal.

Standby electric source

IEV 826-10-08

Sumber listrik untuk pelayanan keselamatan

Sumber listrik yang dimaksudkan untuk digunakan sebagai bagian sistem suplai listrik untuk pelayanan keselamatan.

Electric source for safety services

IEV 826-10-05

Susunan pembumian

Semua hubungan listrik dan gawai yang termasuk dalam pembumian suatu sistem, suatu instalasi dan perlengkapan.

Earthing arrangement

IEV 826-13-04

Tautan sekering

Bagian sekering (termasuk elemen sekering) yang dimaksudkan untuk diganti setelah sekering beroperasi.

Fuse-link

IEV 441-18-09

Terminal ikatan ekuipotensial

Terminal yang disediakan pada perlengkapan atau pada suatu gawai dan dimaksudkan untuk hubungan listrik dengan sistem ikatan ekuipotensial.

Equipotential bonding terminal

IEV 826-13-34

Terminal pembumian utama, rel pembumian utama

Terminal atau rel yang merupakan bagian susunan pembumian suatu instalasi dan yang memungkinkan hubungan listrik sejumlah konduktor untuk keperluan pembumian.

Main earthing terminal, main earthing busbar

IEV 826-13-15

Titik beban

Titik pada sirkit akhir instalasi untuk dihubungkan dengan beban.

PUIL 2000

Titik lampu

Titik beban yang dimaksudkan untuk dihubungkan beban pencahayaan seperti lampu, luminer atau kabel lampu gantung.

PUIL 2000

Titik netral

Titik bersama suatu sistem polifase hubung bintang atau titik tengah dibumikan suatu sistem fase tunggal.

Neutral point

IEV 826-14-05

Voltase (klasifikasi)

Klasifikasi sistem voltase adalah sebagai berikut:

a) voltase ekstra rendah (VER) – voltase dengan nilai setinggi-tingginya 50 V a.b. atau 120 V a.s.;

CATATAN Voltase ekstra rendah ialah voltase yang aman bagi manusia.

b) voltase rendah (VR) – voltase dengan nilai setinggi-tingginya 1000 V a.b. atau 1500 V a.s.;

c) voltase di atas 1000 V a.b. yang mencakup:

1) voltase menengah (VM) – voltase lebih dari 1 kV sampai dengan 35 kV a.b., digunakan khususnya dalam sistem distribusi;

Medium voltage

2) voltase tinggi (VT) – voltase lebih dari 35 kV a.b.

PUIL 2000

Voltase ekstra rendah, ELV

Voltase yang tidak melebihi batas voltase yang relevan dari rentang I yang ditetapkan dalam IEC 60449.

Extra-low voltage

IEV 826-12-30

Voltase elektrode

Voltase antara elektrode dan titik acuan yang ditetapkan, biasanya katode.

CATATAN

Kecuali jika dinyatakan lain, voltase elektrode diukur pada terminal yang tersedia.

PUIL 2000

Voltase gangguan

Voltase antara titik tertentu gangguan dan bumi acuan akibat gangguan insulasi.

Fault voltage

IEV 826-11-02

Voltase langkah

Voltase antara dua titik di permukaan bumi, yang berjarak 1 m satu sama lain, yang dianggap panjang langkah manusia.

Step voltage

IEV 195-05-12

Voltase lin ke bumi (sebelumnya: voltase fase ke bumi)

Voltase antara suatu konduktor lin dan bumi acuan pada titik tertentu suatu sirkit listrik.

Line-to-earth voltage

IEV 826-11-08

Voltase lin ke lin (sebelumnya: voltase fase ke fase)

Voltase antara dua konduktor lin pada titik tertentu suatu sirkit listrik.

Line-to-line voltage

IEV 826-11-06

Voltase lin ke netral (sebelumnya: voltase fase ke netral)

Voltase antara suatu konduktor lin dan konduktor netral pada titik tertentu suatu sirkit listrik a.b.

Line-to-neutral voltage

IEV 826-11-07

Voltase nominal (suatu instalasi listrik)

Nilai voltase yang menunjukkan dan mengidentifikasikan instalasi atau bagian instalasi listrik.

Nominal voltage (of an installastion)

IEV 826-11-01

Voltase pengenal (untuk lengkapan)

Voltase yang ditetapkan oleh pabrikan untuk kondisi operasi yang ditentukan dari suatu lengkapan.

Rated voltage

IEV 442-01-03

Voltase pengenal (suatu perlengkapan atau gawai)

Voltase yang disyaratkan oleh suatu instalasi atau oleh bagian daripadanya.

CATATAN

Voltase yang sebenarnya boleh berbeda dari voltase nominal sebesar toleransi yang diizinkan.

PUIL 2000

Voltase permukaan bumi (ke bumi)

Voltase antara suatu titik yang ditentukan pada permukaan bumi dan bumi acuan.

Earth-surface voltage (to earth)

IEV 826-11-09

Voltase sentuh (efektif)

Voltase antara bagian konduktif bila tersentuh secara simultan oleh seseorang atau seekor binatang.

CATATAN

Nilai voltase sentuh efektif tersebut sangat dapat dipengaruhi oleh impedans manusia atau binatang dalam kontak listrik dengan bagian-bagian konduktif tersebut.

Touch voltage (effective)

IEV 826-11-05

Voltase sentuh prospektif

Voltase antara bagian konduktif yang dapat diakses secara simultan bila bagian konduktif tersebut tidak dalam keadaan tersentuh oleh seseorang atau seekor binatang.

Prospective touch voltage

IEV 826-11-03

3.1.3 Prinsip proteksi arus lebih

Mengacu pada Bagian 4-43 PUIL 2011 sebagai berikut:

431 (3.24.2) Persyaratan menurut sifat sirkit

431.1 (3.24.2.1) Proteksi konduktor lin

431.1.1 (3.24.2.1.1) Deteksi arus lebih harus disediakan untuk semua konduktor lin, kecuali dimana berlaku 431.1.2. Hal itu harus menyebabkan diskoneksi konduktor dimana arus lebih terdeteksi tapi tidak perlu terjadi diskoneksi pada konduktor aktif lainnya.

Jika diskoneksi fase tunggal dapat menyebabkan bahaya, misal pada kasus motor trifase, harus diambil tindakan pencegahan yang sesuai.

431.1.2 (3.24.2.1.2) Pada sistem TT atau TN, untuk sirkit yang disuplai antara konduktor lin dengan konduktor netral tidak terdistribusi, deteksi arus lebih tidak perlu disediakan untuk salah satu konduktor lin, asalkan kondisi berikut dipenuhi secara simultan:

a) dalam sirkit yang sama atau pada sisi suplai, terdapat proteksi yang dimaksudkan untuk mendeteksi ketakseimbangan beban dan dimaksudkan untuk menyebabkan diskoneksi semua konduktor lin;
b) konduktor netral tidak terdistribusi dari titik netral buatan sirkit yang terletak di sisi beban dari gawai proteksi yang disebutkan dalam a.

431.2 (3.24.2.2) Proteksi konduktor netral

431.2.1 (3.24.2.2.1) Sistem TT atau TN

Bila luas penampang konduktor netral sekurang-kurangnya setara dengan konduktor lin, dan arus pada netral diperkirakan tidak melebihi nilai pada konduktor lin, tidak perlu untuk memasang deteksi arus lebih pada konduktor netral atau gawai diskoneksi pada konduktor tersebut.

Bila luas penampang konduktor netral lebih kecil daripada konduktor lin, perlu memasang deteksi arus lebih untuk konduktor netral yang sesuai dengan luas penampang konduktor tersebut; deteksi ini harus menyebabkan diskoneksi konduktor lin, tapi tidak perlu pada konduktor netral.

Pada kedua kasus tersebut konduktor netral harus diproteksi terhadap arus hubung pendek.

CATATAN

Proteksi ini dapat diperoleh dari gawai proteksi arus lebih (GPAL) pada konduktor lin. Dalam kasus tersebut tidak harus memasang proteksi arus lebih pada konduktor netral atau gawai diskoneksi pada konduktor tersebut.

Bila arus pada konduktor netral diperkirakan melebihi nilai pada konduktor lin, lihat 431.2.3.

Kecuali untuk diskoneksi, persyaratan untuk konduktor netral berlaku untuk konduktor PEN.

431.2.2 (3.24.2.2.2) Sistem IT

Bila konduktor netral terdistribusi, perlu memasang deteksi arus lebih untuk konduktor netral pada setiap sirkit. Deteksi arus lebih harus dapat menyebabkan diskoneksi semua konduktor aktif pada sirkit terkait, termasuk konduktor netral. Tindakan ini tidak perlu jika:

- konduktor netral tertentu diproteksi secara efektif oleh gawai proteksi yang ditempatkan di sisi suplai, misalnya pada awal instalasi, atau jika
- sirkit tertentu diproteksi oleh GPAS dengan arus sisa pengenal tidak melebihi 0,20 kali KHA konduktor netral terkait. Gawai ini harus mendiskoneksi semua konduktor aktif pada sirkit tersebut, termasuk konduktor netral. Gawai ini harus mempunyai kapasitas pemutusan yang cukup.

CATATAN

Dalam sistem IT, sangat direkomendasikan sebaiknya konduktor netral tidak terdistribusi.

PENJELASAN

Untuk perumahan, sistem pembumiannya adalah sistem TN-C-S atau TT.

GPAL harus dipasang pada semua konduktor lin dan harus dapat mendiskoneksi konduktor lin yang terganggu (karena arus beban lebih atau arus hubung pendek), tanpa mendiskoneksi konduktor lin yang sehat. Selain itu konduktor netral juga tidak perlu didiskoneksi.

Lihat PENJELASAN 3.1.7.

3.1.4 Sifat gawai proteksi arus lebih

Dapat dilihat di 432 Bagian 4-43 PUIL 2011 sebagai berikut:

432 (3.24.3) Sifat gawai proteksi

Gawai proteksi harus merupakan tipe yang sesuai yang ditunjukkan oleh 432.1 hingga 432.3.

432.1 MOD Gawai proteksi terhadap beban lebih dan arus hubung pendek

Kecuali seperti dinyatakan dalam 434.5.1, gawai yang memberikan proteksi terhadap beban lebih dan arus hubung pendek harus mampu memutuskan dan, untuk pemutus sirkit, menghubungkan setiap arus lebih sampai dengan arus hubung pendek prospektif di titik tempat gawai tersebut dipasang. Gawai tersebut dapat merupakan:

- Pemutus sirkit yang dilengkapi pelepas beban lebih dan hubung pendek;
- Pemutus sirkit bersama dengan sekering;
- Pekering yang mempunyai tautan (*link*) sekering dengan karakteristik gG (lihat IEC 60269).

CATATAN 1 Sekering terdiri atas semua bagian yang membentuk gawai proteksi lengkap.

CATATAN 2 Subayat ini tidak melarang penggunaan gawai proteksi lain jika persyaratan dalam 433.1 dan 434.5 terpenuhi.

432.2 (3.24.3.2) Gawai yang memastikan proteksi hanya terhadap arus beban lebih

Gawai proteksi ini harus memenuhi persyaratan Ayat 433 dan dapat mempunyai kapasitas pemutusan di bawah nilai arus hubung pendek prospektif di titik tempat gawai tersebut dipasang. Gawai tersebut dapat merupakan:

CATATAN 1 Pada umumnya gawai ini merupakan gawai proteksi tertinggal waktu invers (*inverse time lag*).

CATATAN 2 Sekering jenis aM tidak memproteksi terhadap beban lebih.

432.3 MOD (3.24.3.3) Gawai yang memastikan proteksi hanya terhadap arus hubung pendek

Gawai yang menyediakan proteksi hanya terhadap arus hubung pendek harus dipasang jika proteksi beban lebihnya diperoleh dari sarana lain atau jika Ayat 433 mengizinkan proteksi beban lebih tidak diperlukan. Gawai tersebut harus mampu memutuskan, dan untuk pemutus sirkit, menghubungkan arus hubung pendek sampai dengan arus hubung pendek prospektif. Gawai tersebut harus memenuhi persyaratan Ayat 434.

Gawai tersebut dapat berupa:
- Pemutus sirkit dengan pelepas hubung pendek saja;
- Sekering dengan tautan sekering jenis gM dan aM (lihat IEC 60269).

3.1.5 Karakteristik gawai proteksi

Mengacu pada 432.4 PUIL 2011 sebagai berikut:

432.4 Karakteristik gawai proteksi

Karakteristik operasi GPAL harus memenuhi yang ditentukan misalnya dalam IEC 60898, IEC 60947-2, IEC 60947-6-2, IEC 61009, IEC 60269-2, IEC 60269-3, IEC 60269-4 atau IEC 60947-3.

CATATAN

Penggunaan gawai lain tidak dilarang asalkan karakteristik waktu/arusnya memberikan tingkat proteksi yang setara dengan yang ditentukan dalam ayat ini.
- Sekering dengan tautan sekering jenis gM dan aM (lihat IEC 60269).

PENJELASAN

Khusus untuk perumahan maka gawai proteksi yang digunakan adalah MCB sesuai dengan seri IEC 60898 dan sekering sesuai dengan seri IEC 60269.

IEC 60898-1 sudah diterjemahkan/diadopsi menjadi SNI 04-6507.1-2002/Amd. 1-2006 dan

sudah ditetapkan sebagai Standar Wajib sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor : 009 tahun 2007 Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 04-6507.1-2002 dan Standar Nasional Indonesia 04-6507.1 -2002/amd.1-2006 Mengenai Pemutus Sirkit untuk Proteksi Arus Leblh pada Instalasi Rumah Tangga dan Sejenisnya - Bagian 1: Pemutus Sirkit untuk Operasi Arus Bolak-balik, sebagai Standar Wajlb.

Karakteristik MCB sesuai SNI 04-6507.1-2002/Amd. 1-2006 adalah sebagai berikut:

Untuk arus hubung pendek:

Tabel 2 Julat trip sesaat

Jenis	Julat
B	Di atas 3 I_n sampai dengan 5 I_n
CL	Di atas 4 I_n sampai dengan 6 I_n
C	Di atas 5 I_n sampai dengan 10 I_n
D	Di atas 10 I_n sampai dengan 20 I_n [a]
[a] Untuk hal khusus, nilai di atas 50 dapat juga digunakan	

Dengan I_n adalah arus pengenal sebagai berikut:

5.2.1 Nilai arus pengenal yang lebih disukai

Nilai arus pengenal yang lebih disukai untuk jenis B, C & D:

6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A dan 125 A.

Nilai arus pengenal yang lebih disukai untuk jenis CL:

2 A, 4 A , 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 , 35 A dan 50 A.

Untuk beban lebih:

MCB akan mulai bekerja jika arus beban mencapai 1,45 I_n, dan akan trip setelah waktu selama:

$t \leq 1$ jam (utk $I_n \leq 63$ A).

$t \leq 2$ jam (utk $I_n > 63$ A).

Jenis B, C dan D adalah jenis MCB yang biasa digunakan oleh pelanggan, sedangkan jenis CL adalah MCB yang digunakan PLN sebagai pembatas arus/beban (*current limiter*) pelanggan.

Tabel 7 Karakteristik operasi waktu–arus

Pengu-jian	Jenis	Arus uji	Kondisi awal	Batas waktu trip atau non-trip	Hasil yang akan didapat	Catatan
a	B, C, D	1,13 I_n	Dingin[a]	t ≤ 1 jam (utk I_n ≤ 63 A) t ≤ 2 jam (utk I_n > 63 A)	Tidak trip	
	C_L	1,05 I_n		t ≥ 1 jam		
b	B, C, D	1,45 I_n	Segera setelah pengujian a	t ≤ 1 jam (utk I_n ≤ 63 A) t ≤ 2 jam (utk I_n > 63 A)	Trip	Arus dinaikkan secara ajek dalam 5 detik
	C_L	1,2 I_n		T < 1 jam		
c	B, C, D	2,55 I_n	Dingin[a]	1 det < t < 60 det (utk I_n ≤ 32A) 1 det < t < 120 det (utk I_n > 32A)	Trip	
	C_L	1,5 I_n	Panas[c]	t ≤ 120 detik		Arus dinaikkan secara ajek dalam 5 detik
d	B C D	3 I_n 5 I_n 10 I_n	Dingin[a]	t ≤ 0,1 detik	Tidak trip	Arus didapat dengan menggunakan sakelar bantu
	C_L	4 I_n		t ≤ 0,2 detik		
e	B C D	5 I_n 10 I_n 20 I_n	Dingin[a]	t < 0,1 detik	Trip	Arus didapat dengan menggunakan sakelar bantu
	C_L	6 I_n		t < 0,2 detik		

CATATAN Pengujian tambahan, diantara c dan d, masih dalam pertimbangan untuk pemutus sirkuit jenis D

[a] Istilah "dingin" berarti tanpa dibebani terlebih dahulu, pada suhu kalibrasi acuan

[b] 50 I_n Untuk kasus khusus

[c] Istilah "panas" berarti dengan dibebani terlebih dahulu seperti pengujian a

3.1.6 Nilai praktis untuk skema proteksi, khususnya untuk beban lebih

Mengacu pada 432.4 PUIL 2011 sebagai berikut:

433.1 (3.24.4.2) **Koordinasi antara konduktor dan gawai proteksi beban lebih (GPBL)**

Karakteristik operasi gawai yang memproteksi terhadap beban lebih harus memenuhi dua kondisi berikut ;

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \times I_Z$$

dengan

I_B adalah arus desain untuk sirkit tersebut;

I_z adalah KHA kontinu kabel (lihat Ayat 523);

I_n adalah arus pengenal gawai proteksi;

CATATAN 1 Untuk gawai proteksi yang dapat disetel, arus pengenal I_n adalah setelan arus yang dipilih. I_2 adalah arus yang memastikan operasi efektif gawai proteksi dalam waktu konvensional.

Arus I_2 yang memastikan operasi efektif gawai proteksi harus disediakan oleh pabrikan atau diberikan dalam standar produk.

Proteksi menurut ayat ini mungkin tidak memastikan proteksi dalam kasus tertentu, misalnya jika arus lebih berkesinambungan kurang dari I_2. Dalam kasus demikian, sebaiknya dipertimbangkan untuk memilih kabel dengan luas penampang yang lebih besar.

CATATAN 2 I_B adalah arus desain yang melalui lin atau arus permanen yang melalui netral dalam kasus tingkat harmonik ke 3 yang tinggi.

CATATAN 3 Arus yang memastikan operasi efektif gawai proteksi dalam waktu konvensional boleh juga disebut I_t atau I_f menurut standar produk. I_t dan I_f merupakan kelipatan I_n dan sebaiknya diperhatikan untuk mengoreksi representasi nilai dan indeks.

CATATAN 4 Lihat Lampiran B untuk ilustrasi kondisi (1) dan (2) dari 433.1

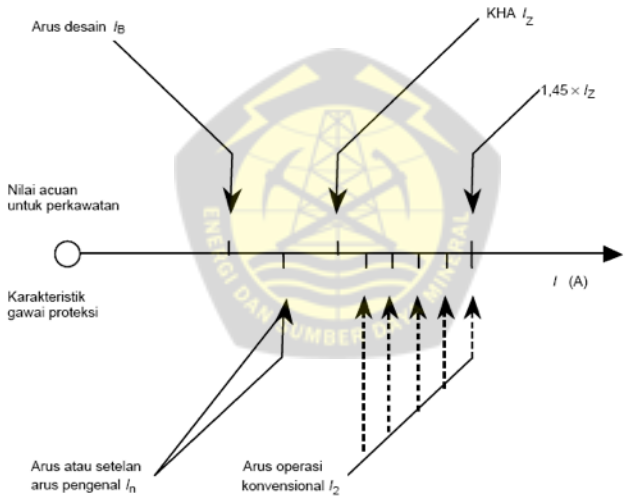
CATATAN 5 Arus desain I_B dapat dianggap sebagai arus aktual I_a sesudah menerapkan faktor koreksi. Lihat Ayat 311.

Lampiran B
(informatif)

Kondisi 1 dan 2 Ayat 433.1

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \text{(B.1)}$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \times I_Z \quad \text{(B.2)}$$



PENJELASAN

Untuk perumahan hal ini dapat disederhanakan. Pilih ukuran kabel sesuai 3.7 Buku Pedoman ini. Kemudian dipilih KHA kabel dan KHA gawai proteksi (MCB atau sekering) yang sesuai, yaitu dengan menggunakan Tabel K.52.3.1 (untuk kabel NYA) dan K.52.3.4 (untuk kabel NYM) pada Lampiran K Bagian 5-52 PUIL 2011/Amd.1 sebagai berikut:

Tabel K.52.3.1 – KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi PVC pada suhu ambien 30 °C dan suhu konduktor maksimum 70 °C

Jenis Konduktor	Luas penampang nominal	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam konduit[x] sesuai 7.13	Pemasangan di udara[xx] sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam konduit	Pemasangan di udara
	mm²	A	A	A	A
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

CATATAN [x] Untuk satu atau lebih kabel tunggal tanpa selubung

[xx] Untuk kabel tunggal dengan jarak sekurang-kurangnya sama dengan diameternya

Tabel K.52.3.2 – Faktor koreksi untuk KHA terus menerus untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi karet/PVC pada suhu ambien 30°C dengan suhu konduktor maksimum 70°C

Suhu ambien °C	% dari nilai KHA menurut Tabel 7.3-1 kolom 4	
	Bahan insulasi karet	Bahan insulasi PVC
1	2	3
t ≤ 30°C	98	100
30°C < t ≤ 35°C	90	94
35°C < t ≤ 40°C	80	87
40°C < t ≤ 45°C	69	80
45°C < t ≤ 50°C	56	71
50°C < t ≤ 55°C	40	62

Tabel K.52.3.3 – Faktor koreksi untuk KHA terus menerus untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi terbuat dari bahan khusus tahan panas pada suhu ambien di atas 55°C

Suhu ambien °C		% dari nilai menurut Tabel 7.3-1 kolom 4
Konduktor dengan batas suhu kerja 100 °C	Konduktor dengan batas suhu kerja 180 °C	
1	2	3
55°C < t ≤ 65°C	55°C < t ≤ 145°C	100
65°C < t ≤ 70°C	145°C < t ≤ 150°C	92
70°C < t ≤ 75°C	150°C < t ≤ 155°C	85
75°C < t ≤ 80°C	155°C < t ≤ 160°C	75
80°C < t ≤ 85°C	160°C < t ≤ 165°C	65
85°C < t ≤ 90°C	165°C < t ≤ 170°C	53
90°C < t ≤ 95°C	170°C < t ≤ 175°C	38

Tabel K.52.3.4 – KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berinsulasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan voltase pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu ambien 30°C, dengan suhu konduktor maksimum 70°C

Jenis kabel	Luas penampang mm²	KHA terus menerus A	KHA pengenal gawai proteksi A
1	2	3	4
NYIF NYIFY NYPLYw NYM/NYM-0 NYRAMZ NYRUZY NYRUZYr NHYRUZY NHYRUZYr NYBUY NYLRZY, dan Kabel fleksibel berinsulasi PVC	1,5	18	10
	2,5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
	10	61	50
	16	82	63
	25	108	80
	35	135	100
	50	168	125
	70	207	160
	95	250	200
	120	292	250
	150	335	250
	185	382	315
	240	453	400
	300	504	400
	400	-	-
	500	-	-

3.1.7 Lokasi gawai proteksi

Lokasi gawai proteksi khususnya gawai proteksi arus lebih (GPAL), yaitu GPBL (gawai proteksi beban lebih) dan GPHP (gawai proteksi hubung pendek) mengacu pada Lampiran C dan D Bagian 4-43 PUIL 2011 sebagai berikut:

Lampiran C
(Informatif)

Penempatan atau peniadaan GPBL

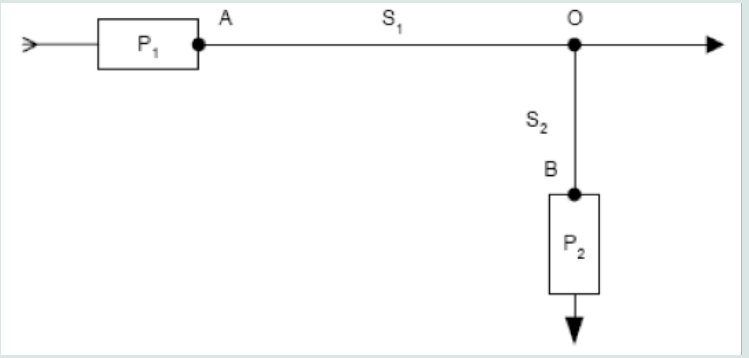
C.1 Umum

GPBL dan GPHP harus dipasang untuk setiap sirkit. Gawai proteksi ini biasanya perlu ditempatkan pada awal setiap sirkit.

Untuk beberapa penerapan, salah satu GPBL atau GPHP boleh tidak mengikuti persyaratan umum ini, asalkan proteksi lain tetap beroperasi.

C.2 Kasus jika proteksi beban lebih tidak perlu ditempatkan di awal sirkit cabang.

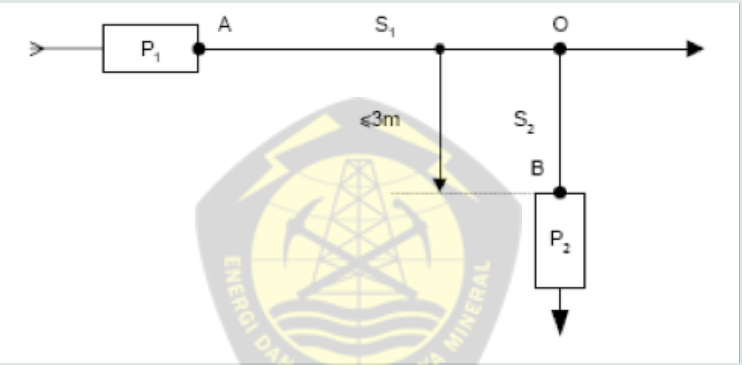
a) Dengan mengacu pada 433.2.2a) dan Gambar C.1, GPBL P_2 boleh dipindahkan dari awal (O) sirkit cabang (B) asalkan tidak ada hubungan lain atau kotak kontak pada sisi suplai dari P_2, gawai proteksi sirkit cabang ini, dan sesuai dengan persyaratan 433.2.2a), dipasang proteksi hubung pendek untuk bagian sirkit cabang ini.



Gambar C.1 – GPBL (P_2) tidak di awal sirkit cabang (B) (mengacu pada 433.2.2a)).

GPBL adalah untuk memproteksi sistem perkawatan. Hanya pemanfaat listrik dapat menimbulkan beban lebih; karena itu GPBL boleh dipindah sepanjang lintasan sirkit cabang ke sembarang tempat asalkan proteksi hubung pendek sirkit cabang tetap beroperasi.

b) Dengan mengacu pada 433.2.2b) dan Gambar C.2, GPBL P_2 boleh dipindah sampai dengan 3 m dari awal (O) sirkit cabang (B) asalkan tidak ada hubungan lain atau kotak kontak sepanjang sirkit cabang, dan sesuai dengan persyaratan 433.2.2 b) panjangnya tidak melebihi 3 m, dan risiko hubung pendek, kebakaran dan bahaya pada manusia dikurangi ke tingkat minimum untuk panjang tersebut.



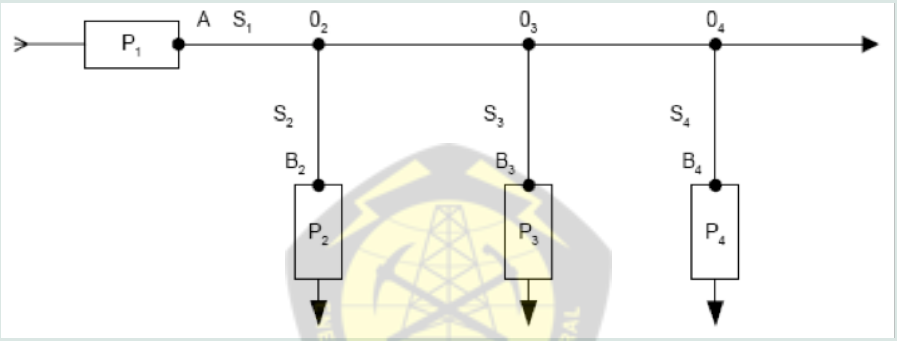
Gambar C.2 – GPBL (P_2) dipasang tidak lebih 3 m dari awal sirkit cabang (B) (mengacu pada 433.2.2 b)).

Dapat diterima bahwa untuk panjang 3 m, sirkit cabang tidak diproteksi terhadap hubung pendek, tapi tindakan pencegahan harus dilakukan untuk memastikan keselamatan. Lihat 433.2.2 b). Sebagai tambahan boleh dimungkinkan bahwa proteksi hubung pendek sirkit suplai juga menyediakan proteksi hubung pendek ke sirkit cabang sampai dengan titik dimana P_2 dipasang (Lihat Lampiran D)

C.3 Kasus jika proteksi beban lebih dapat ditiadakan

a) Dengan mengacu pada 433.3.1 dan Gambar C.3, peniadaan proteksi beban lebih diizinkan asalkan tidak ada hubungan lain atau kotak kontak pada sisi suplai dari gawai proteksi sirkit cabang, dan berlaku salah satu hal berikut:

- Sirkit cabang S_2 diproteksi terhadap beban lebih oleh P_1 (mengacu pada 433.2.1a)); atau
- Sirkit cabang S_3 tidak mungkin menghantarkan beban lebih (mengacu pada 433.2.1b)); atau
- Sirkit cabang S_4 untuk telekomunikasi, kendali, sinyal dan sejenis (mengacu pada 433.3.1d)).



CATATAN P_2, P_3 dan P_4 masing-masing adalah GPHP untuk sirkit cabang S_2, S_3 dan S_4.

Gambar C.3 – Ilustrasi kasus jika proteksi beban lebih boleh ditiadakan (mengacu pada 433.3.1a), b) dan d)).

b) Dengan mengacu pada 433.3.2.1 dan Gambar C.4, persyaratan tambahan Ayat C.2 dan Ayat C.3 a) hanya dapat diterapkan pada sistem IT, yang disyaratkan oleh 433.3.2.1. Proteksi beban lebih boleh ditiadakan dengan ketentuan tidak ada hubungan lain atau kotak kontak pada sisi suplai dari P_2, gawai proteksi sirkit cabang, dan berlaku salah satu hal berikut:

- Sirkit cabang S_2 menggunakan tindakan proteksi seperti diuraikan dalam Ayat 412 Bagian 4-41 dan terdiri atas perlengkapan Kelas II; atau
- Sirkit cabang S_3 diproteksi oleh GPAS yang akan segera beroperasi saat terjadinya gangguan kedua; atau

Lampiran D
(informatif)

Penempatan atau peniadaan GPHP

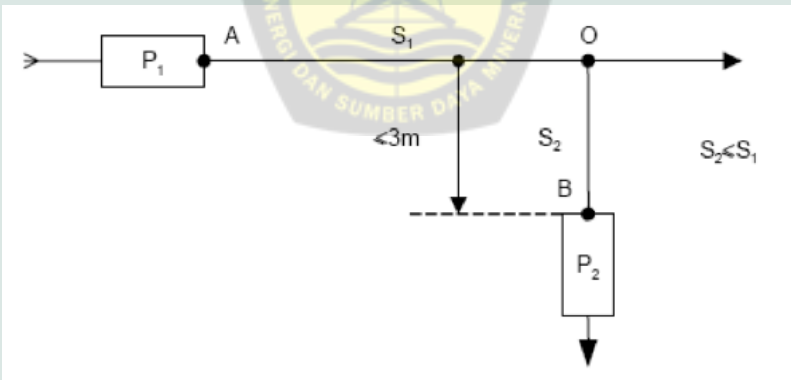
D.1 Umum

GPBL dan GPHP harus dipasang untuk setiap sirkit. Gawai proteksi ini biasanya perlu dipasang pada awal setiap sirkit.

Untuk beberapa penerapan, salah satu GPBL atau GPHP boleh tidak mengikuti persyaratan umum ini, asalkan proteksi lain tetap beroperasi.

D.2 Kasus jika proteksi hubung pendek tidak perlu ditempatkan pada awal sirkit cabang

Dengan mengacu pada 434.2.1 dan Gambar D.1, GPHP P_2 boleh dipindahkan sampai dengan 3 m dari awal (O) sirkit cabang (S_2) asalkan tidak ada hubungan lain atau kotak kontak sepanjang sirkit cabang, dan dalam kasus 434.2.1 risiko hubung pendek, kebakaran dan bahaya terhadap manusia berkurang sampai tingkat minimum pada panjang tersebut.

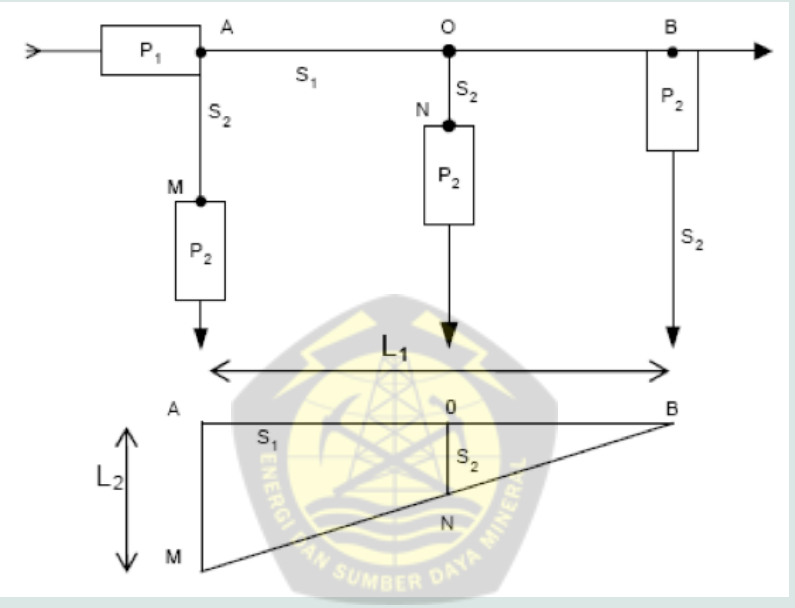


CATATAN S = penampang konduktor

Gambar D.1 – Perubahan terbatas posisi GPHP (P_2) pada sirkit cabang (mengacu pada 434.2.1)

Konduktor sepanjang 3 m dalam sirkit cabang tidak diproteksi terhadap hubung pendek, tapi proteksi hubung pendek yang disediakan untuk sirkit suplai masih menyediakan proteksi hubung pendek untuk sirkit cabang sampai dengan titik tempat P_2 dipasang.

Dengan mengacu pada 434.2.2 dan Gambar D.2, GPHP P_2 boleh dipasang di titik pada sisi suplai awal (O) sirkit cabang asalkan sesuai dengan 434.2.2, panjang maksimum antara awal sirkit cabang dan GPHP sirkit cabang memenuhi spesifikasi yang diusulkan oleh "kaidah segitiga".



AB adalah panjang maksimum L_1 dari konduktor dengan luas penampang S_1 yang diproteksi terhadap hubung pendek oleh gawai proteksi P_1 yang ditempatkan pada A.
AM adalah panjang maksimum L_2 dari konduktor dengan luas penampang S_2 yang diproteksi terhadap hubung pendek oleh gawai proteksi P_1 yang ditempatkan pada A.

Gambar D.2 – GPHP P_2 dipasang di titik pada sisi suplai awal sirkit cabang (mengacu pada 434.2.2 a))

Panjang maksimum konduktor yang dicabang di O, dengan luas penampang S_2, yang diproteksi terhadap hubung pendek oleh gawai proteksi P_1 yang ditempatkan di A, diberikan sebagai panjang ON dalam segitiga BON.

Ayat ini boleh digunakan dalam kasus jika hanya disediakan proteksi terhadap hubung pendek. Proteksi terhadap beban lebih tidak dipertimbangkan dalam contoh ini (lihat Ayat C.3).

Panjang maksimum ini berkaitan dengan kemampuan hubung pendek minimum untuk menggerakkan gawai proteksi P_1. Gawai proteksi yang memproteksi sirkit cabang S_1 sampai dengan panjang AB juga memproteksi sirkit cabang S_2. Panjang maksimum sirkit cabang S_2 yang diproteksi oleh P_1 tergantung pada lokasi tempat sirkit cabang S_2 dihubungkan ke S_1.

Panjang sirkit cabang S_2 tidak dapat melebihi nilai yang ditentukan oleh diagram segitiga. Dalam hal ini, gawai proteksi P_2 boleh dipindahkan sepanjang sirkit cabang S_2 sampai dengan titik N.

CATATAN 1 Metode ini boleh juga diterapkan dalam kasus tiga konduktor berurutan dengan penampang berbeda.

CATATAN 2 Jika, untuk bagian S_2, panjang perkawatan berbeda menurut sifat insulasi, metode ini dapat diterapkan dengan mengambil panjangnya;

$AB = L_2 S_1/S_2$

Jika, untuk bagian S_2, panjang perkawatan adalah sama apapun sifat insulasinya, metode ini dapat diterapkan dengan mengambil panjangnya;

$AB = L_1$

3.2 Metode praktis untuk menentukan luas penampang terkecil konduktor

Sesuai Tabel 52.2 Bagian 5-52 PUIL 2011/Amd. 1 sebagai berikut:

Tabel 52.2 MOD – Luas penampang minimum konduktor

Jenis sistem perkawatan		Penggunaan sirkit	Konduktor	
			Bahan	Luas penampang mm^2
Instalasi magun	Kabel dan konduktor berinsulasi	Sirkit daya dan pencahayaan	Tembaga	1,5
			Aluminium	Selaras dengan standar kabel SNI IEC 60228 (10 mm^2) (lihat Catatan1)
		Sirkit sinyal dan kendali	Tembaga	0,5 (lihat Catatan 2)
	Konduktor telanjang	Sirkit daya	Tembaga	10
			Aluminium	16
		Sirkit sinyal dan kendali	Tembaga	4
Hubungan fleksibel dengan konduktor berinsulasi dan kabel		Untuk peranti spesifik	Tembaga	Seperti ditentukan dalam standar IEC relevan
		Untuk setiap penerapan lain		0,75 [a]
		Sirkit voltase ekstra rendah untuk penerapan khusus		0,75

CATATAN 1 Konektor yang digunakan untuk terminasi konduktor aluminium harus diuji dan disahkan untuk penggunaan spesifik ini.

CATATAN 2 Pada sirkit sinyal dan kendali yang dimaksudkan untuk perlengkapan elektronik, diizinkan menggunakan luas penampang minimum 0,1 mm^2.

CATATAN 3 Untuk persyaratan khusus untuk pencahayaan ELV lihat IEC 60364-7-715.

CATATAN 4 Tidak diadopsi.

CATATAN 5 Tidak diadopsi.

[a] Pada kabel fleksibel multiinti yang berisikan tujuh inti atau lebih, berlaku Catatan 2.

PENJELASAN

Dengan mempertimbangkan pertumbuhan beban pada instalasi, maka kabel dan konduktor berinsulasi yang digunakan untuk sirkit daya dan pencahayaan magun sebaiknya mempunyai luas penampang sebagai berikut:

– Minimum 1,5 mm^2 untuk tembaga, khususnya untuk instalasi pencahayaan;

– Minimum 2,5 mm^2 untuk tembaga, untuk instalasi lain, misalnya untuk instalasi yang ada kotak kontaknya atau untuk instalasi yang menyuplai pengondisi udara (*air conditioner*);

– Dan sesuai SNI IEC 60228:2009: minimum 10 mm^2 untuk aluminium.

3.3 Penentuan drop voltase

Penentuan drop voltase mengacu pada Lampiran G Bagian 5-52 PUIL 2011/Amd. 1 sebagai berikut:

Lampiran G
(informatif)

Drop voltase di instalasi pelanggan

Nilai maksimum drop voltase

Drop voltase antara awal instalasi dan setiap titik beban sebaiknya tidak lebih besar dari nilai dalam Tabel G.52.1 yang dinyatakan berkaitan dengan nilai voltase nominal instalasi.

Tabel G.52.1 – Drop voltase

Jenis instalasi	Pencahayaan %	Penggunaan lain %
A – Instalasi voltase rendah yang disuplai langsung dari sistem distribusi voltase rendah publik	3	5
B – Instalasi voltase rendah yang disuplai dari suplai VR privat [a]	6	8

[a] Sejauh mungkin, direkomendasikan bahwa drop voltase di dalam sirkit akhir tidak melebihi yang ditunjukkan dalam instalasi jenis A.

Jika sistem perkawatan utama instalasi lebih panjang dari 100 m, drop voltase ini dapat dinaikkan dengan 0,005 % per meter sistem perkawatan di atas 100 m, tambahan ini tidak boleh lebih besar dari 0,5 %.

Drop voltase ditentukan dari pertumbuhan pemanfaat listrik, dengan menerapkan faktor diversitas jika dapat diterapkan, atau dari nilai arus desain sirkit.

CATATAN 1 Drop voltase yang lebih besar dapat diterima:
- Untuk motor selama periode start;
- Untuk perlengkapan lain dengan arus bandang tinggi.

asalkan dalam kedua kasus dipastikan bahwa variasi voltase tetap di dalam batas yang ditentukan dalam standar perlengkapan yang relevan.

CATATAN 2 Kondisi temporer berikut dikecualikan:
- Transien voltase;
- Variasi voltase karena operasi abnormal.

Drop voltase dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$u = b\left(\rho_1 \frac{L}{S}\cos\varphi + \lambda L \sin\varphi\right) I_B$$

dengan

u adalah drop voltase dalam volt;

b adalah koefisien sama dengan 1 untuk sirkit trifase, dan sama dengan 2 untuk sirkit tunggal;

CATATAN 3 Sirkit trifase dengan netral sepenuhnya tak seimbang (dibebani fase tunggal) dianggap sebagai sirkit fase tunggal.

P_1 adalah resistivitas konduktor dalam layanan normal, dengan mengambil resistivitas pada suhu dalam layanan normal, yaitu 1,25 kali resistivitas pada 20 °C, atau 0,0225 Ω mm²/m untuk tembaga dan 0,036 Ω mm²/m untuk aluminium;

L adalah panjang sebenarnya sistem perkawatan, dalam meter;

s adalah luas penampang konduktor, dalam mm²;

cos φ adalah faktor daya; jika tidak ada rincian yang tepat, faktor daya diambil sama dengan 0,8 (sin φ = 0,6);

λ adalah reaktans per unit panjang konduktor, yang diambil 0,08 mΩ/m jika tidak ada rincian lain;

I_B adalah arus desain (dalam ampere);

Drop voltase relevan dalam persen adalah sama dengan:

$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0}$$

U_0 adalah voltase antara lin dan netral, dalam volt.

CATATAN 4 Pada sirkit voltase ekstra rendah, tidak perlu memenuhi batas drop voltase Tabel G.52.1 untuk penggunaan selain pencahayaan (misalnya bel, kendali, pembukaan pintu dsb), asalkan dilakukan pemeriksaan bahwa perlengkapan beroperasi secara benar.

3.4 Konduktor pembumian dan konduktor proteksi

Konduktor pembumian harus memenuhi 542.3 Bagian 5-54 PUIL 2011 sebagai berikut:

542.3 Konduktor pembumian

542.3.1 Konduktor pembumian harus memenuhi 543.1 dan jika ditanam dalam tanah, luas penampangnya harus sesuai dengan Tabel 54.2.

Pada sistem TN, jika tidak terlihat adanya arus gangguan yang diperkirakan melalui elektrode bumi, konduktor pembumian dapat didimensi menurut 544.1.1

Tabel 54.4 Luas penampang minimum konduktor pembumian yang ditanam dalam tanah

	Diproteksi secara mekanis	Tidak diproteksi secara mekanis
Diproteksi terhadap korosi	2,5 mm^2 Cu 10 mm^2 Fe	16 mm^2 Cu 16 mm^2 Fe
Tidak diproteksi terhadap korosi	25 mm^2 Cu 50 mm^2 Fe	

542.3.2 Hubungan konduktor pembumian ke elektrode bumi harus dibuat dengan kuat dan secara listrik memuaskan. Hubungan harus dengan pengelasan eksotermik, konektor tekan, klem, atau konektor mekanis lain. Konektor mekanis harus dipasang sesuai dengan petunjuk pabrikan. Jika klem digunakan, tidak boleh merusak elektrode atau konduktor pembumian.

CATATAN 1 MOD Klem pada elektrode pipa harus menggunakan baut dengan diameter minimal 10 mm.

CATATAN 2 Gawai hubung atau fiting yang hanya tergantung pada solder, tidak dapat diandalkan untuk memberikan kuat mekanis yang memadai.

542.3.3 MOD (3.18.3.3) Konduktor pembumian harus dilindungi jika menembus plafon atau dinding, atau berada di tempat dengan bahaya kerusakan mekanis.

542.3.4 MOD (3.18.3.4) Konduktor pembumian harus diberi warna hijau-kuning sesuai dengan 5210.2.

542.3.5 MOD (3.18.3.5) Pada konduktor pembumian harus dipasang hubungan yang dapat dilepas untuk keperluan pengujian resistans pembumian, pada tempat yang mudah dicapai, dan sedapat mungkin memanfaatkan hubungan yang karena susunan instalasinya memang harus ada.

542.3.6 MOD (3.18.3.6) Hubungan dalam tanah harus dilindungi terhadap korosi.

542.3.7 MOD (3.18.3.7) Konduktor pembumian di atas tanah harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

a) Mudah terlihat dan jika tertutup harus mudah dicapai;
b) Harus dilindungi dari bahaya mekanis atau kimiawi;
c) Tidak boleh ada sakelar atau hubungan yang mudah di lepas tanpa menggunakan perkakas;
d) Konduktor pembumian untuk kapasitor peredam interferens radio harus diinsulasi sama seperti konduktor fase dan harus dipasang dengan cara yang sama pula, jika arus yang dialirkan melebihi 3,5 mA.

542.3.8 MOD (3.18.3.8) Sambungan dan hubungan antara konduktor pembumian utama, konduktor pembumian, dan semua cabangnya satu sama lain harus dilaksanakan demikian sehingga terjaminlah hubungan listrik yang baik, dapat diandalkan dan tahan lama.

CATATAN

Sambungan dan hubungan yang dibolehkan adalah sambungan dan hubungan yang menggunakan las, baut, klem dan juga sambungan selongsong jika menggunakan konduktor pilin. Sambungan dan hubungan dengan baut harus dilindungi dari kemungkinan terjadinya korosi.

542.4 Terminal pembumian utama

542.4.1 Pada setiap instalasi jika ikatan proteksi digunakan, suatu terminal pembumian utama harus disediakan dan yang berikut harus dihubungkan padanya:

- Konduktor ikatan proteksi;
- Konduktor pembumian;
- Konduktor proteksi;
- Konduktor pembumian fungsional, jika relevan.

CATATAN 1 Setiap konduktor proteksi individu tidak perlu dihubungkan secara langsung ke terminal pembumian utama jika masing-masing dihubungkan ke terminal ini oleh konduktor proteksi lain.

CATATAN 2 Terminal pembumian utama bangunan umumnya dapat digunakan untuk keperluan pembumian fungsional. Untuk keperluan teknologi informasi, maka dapat dianggap sebagai titik hubung ke jaringan elektrode bumi.

542.4.2 Masing-masing konduktor yang dihubungkan ke terminal pembumian utama harus dapat didiskoneksi secara individu. Hubungan ini harus andal dan hanya dapat didiskoneksi dengan sarana perkakas.

CATATAN

Sarana diskoneksi boleh digabungkan dengan baik dengan terminal pembumian utama, untuk memungkinkan pengukuran resistans dari susunan pembumian.

Konduktor proteksi harus memenuhi 543 Bagian 5-54 PUIL 2011 sebagai berikut:

543 Konduktor proteksi

543.1 Luas penampang minimum

543.1.1 MOD Luas penampang setiap konduktor proteksi harus memenuhi kondisi untuk diskoneksi otomatis suplai yang disyaratkan dalam 411 Bagian 4-41 dan mampu menahan arus gangguan prospektif.

Luas penampang konduktor proteksi harus dihitung sesuai dengan 543.1.2 atau dipilih sesuai dengan Tabel 54.3. Pada kedua hal tersebut, persyaratan 543.1.3 harus diperhitungkan.

Terminal untuk konduktor proteksi harus mampu menerima konduktor dengan dimensi yang disyaratkan oleh subayat ini.

Tabel 54.5 MOD Luas penampang minimum konduktor proteksi

Luas penampang konduktor lin *S* mm²	Luas penampang minimum konduktor proteksi terkait mm²
	Jika konduktor proteksi berbahan sama seperti konduktor saluran
$S \leq 16$	S
$16 < S > 35$	16
$S > 35$	$S/2$

543.1.2 Luas penampang konduktor proteksi tidak boleh kurang dari nilai yang ditentukan:

- Sesuai dengan IEC 60949;
- Atau dengan rumus berikut yang hanya dapat diterapkan untuk waktu diskoneksi tidak melampaui 5 detik:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

dengan

S adalah luas penampang, dalam mm².

I adalah nilai efektif arus gangguan propektif dalam ampere untuk gangguan dengan impedans yang dapat diabaikan, yang dapat mengalir melalui gawai proteksi (lihat IEC 60909-0);

t adalah waktu operasi gawai proteksi untuk diskoneksi otomatis dalam detik;

CATATAN 1 Efek pembatasan arus dari impedans sirkit dan pembatasan I^2t dari gawai proteksi harus diperhitungkan.

k adalah faktor yang tergantung pada bahan konduktor proteksi, insulasi dan bagian lain serta suhu awal dan akhir (untuk penghitungan k, lihat Lampiran 54.A).

CATATAN 2 Untuk pembatasan suhu untuk instalasi berpotensi atmosfer ledak, lihat IEC 60079-0.

CATATAN 3 Karena selubung logam kabel berinsulasi mineral menurut IEC 60702-1 mempunyai kapasitas gangguan bumi lebih besar dari konduktor lin, maka tidak perlu menghitung luas penampang selubung logam jika digunakan sebagai konduktor proteksi.

543.1.3 Luas penampang setiap konduktor proteksi yang tidak membentuk bagian kabel atau tidak pada selungkup yang sama dengan konduktor lin tidak boleh kurang dari:

- 2,5 mm^2 Cu/16 mm^2 Al jika disediakan proteksi terhadap kerusakan mekanis;
- 4 mm^2 Cu/16 mm^2 Al jika tidak disediakan proteksi terhadap kerusakan mekanis.

543.1.4 Jika konduktor proteksi digunakan bersama pada dua sirkit atau lebih, luas penampangnya harus didimensi sebagai berikut:

- Dihitung menurut 543.1.1 untuk arus gangguan prospektif dan waktu operasi paling berat yang ditemui pada sirkit ini; atau
- Dipilih menurut Tabel 54.3 sedemikian sehingga berkaitan dengan luas penampang konduktor lin terbesar dari sirkit.

543.2 Jenis konduktor proteksi

543.2.1 Konduktor proteksi dapat terdiri atas salah satu lebih berikut ini:

- Konduktor pada kabel multiinti;
- Konduktor berinsulasi atau polos dalam selungkup bersama dengan konduktor aktif;
- Konduktor polos atau berinsulasi terpasang magun;
- Selubung kabel logam, skrin kabel, perisai kabel, anyaman kawat, konduktor konsentris, konduit logam yang terkena kondisi yang dinyatakan dalam 543.2.2 a) dan b).

543.2.2 Jika instalasi terdiri atas perlengkapan yang mempunyai selungkup logam sedemikian seperti rakitan PHBK voltase rendah atau sistem berumbung (*trunking*) rel, selungkup atau rangka logam dapat digunakan sebagai konduktor proteksi jika secara simultan memenuhi tiga persyaratan berikut:

a) Kontinuitas listriknya harus dipastikan dengan konstruksi atau dengan hubungan yang sesuai sedemikian untuk memastikan proteksi terhadap pemburukan mekanis, kimia atau elektrokimia;
b) Selungkup itu memenuhi persyaratan 543.1;
c) Selungkup itu harus memungkinkan hubungan konduktor proteksi lain pada setiap titik sadapan yang ditentukan sebelumnya.

543.2.3 Bagian logam berikut tidak diizinkan untuk digunakan sebagai konduktor proteksi atau sebagai konduktor ikatan proteksi:

- Pipa air logam;
- Pipa yang mengandung gas atau cairan yang mudah terbakar;
- Bagian konstruksi yang terkena stres mekanis dalam pelayanan normal;
- Konduit logam fleksibel atau mudah dibengkokkan, kecuali didesain untuk keperluan itu;
- Bagian logam fleksibel;
- Kawat penyangga.

543.3 Kontinuitas listrik konduktor proteksi

543.3.1 Konduktor proteksi harus diproteksi terhadap kerusakan mekanis, pemburukan kimia atau elektrokimia, gaya elektrodinamika dan gaya termodinamika.

543.3.2 Sambungan pada konduktor proteksi harus dapat diakses untuk inspeksi dan pengujian, kecuali untuk:

- Sambungan berisi kompon;
- Sambungan kapsul;
- Sambungan pada konduit dan berumbung logam;
- Sambungan yang membentuk bagian dengan perlengkapan, yang memenuhi standar perlengkapan.

543.3.3 Gawai sakelar tidak boleh disisipkan pada konduktor proteksi, tapi dapat disediakan sambungan yang dapat didiskoneksi untuk keperluan pengujian dengan penggunaan perkakas.

543.3.4 Jika digunakan pemantauan listrik pembumian, gawai seperti sensor operasi, kumparan, tidak boleh dihubungkan secara seri pada konduktor proteksi.

543.3.5 BKT aparatus tidak boleh digunakan untuk membentuk bagian konduktor proteksi untuk perlengkapan lain, kecuali seperti diizinkan pada 543.2.2.

543.4 MOD Tidak diterapkan.

543.5 MOD Tidak diterapkan.

543.6 Susunan konduktor proteksi

Jika GPAL digunakan untuk proteksi terhadap kejut listrik, konduktor proteksi harus tergabung pada sistem perkawatan yang sama seperti konduktor aktif atau terletak di dekatnya.

543.7 Konduktor proteksi diperkuat untuk arus konduktor proteksi melampaui 10 mA

Untuk pemanfaat listrik yang dimaksudkan untuk hubungan permanen dan dengan arus konduktor proteksi melampaui 10 mA, konduktor proteksi diperkuat harus didesain sebagai berikut:

- Konduktor proteksi harus mempunyai luas penampang sekurang-kurangnya 10 mm^2 Cu atau 16 mm^2 Al, melalui jalur totalnya;
- Atau konduktor proteksi kedua dengan luas penampang sekurang-kurangnya sama seperti disyaratkan untuk proteksi terhadap sentuh tak langsung, harus digelar pada titik tempat konduktor proteksi mempunyai luas penampang kurang dari 10 mm^2 Cu atau 16 mm^2 Al. Hal ini mensyaratkan peranti mempunyai terminal terpisah untuk konduktor proteksi kedua.

CATATAN

Pemanfaat listrik yang biasanya mempunyai arus konduktor proteksi yang tinggi tidak kompatibel dengan instalasi yang dilengkapi GPAS.

3.5 Konduktor netral

Konduktor netral harus memenuhi 524.2 Bagian 5-52 PUIL 2011/Amd. 1 sebagai berikut:

524.2 Luas penampang konduktor netral

Bila tidak ada informasi yang lebih akurat, hal berikut harus berlaku:

524.2.1 Luas penampang konduktor netral, jika ada, sekurang-kurangnya harus sama dengan luas penampang konduktor lin:

- Pada sirkit fase tunggal dengan dua konduktor, berapapun luas penampangnya;
- Pada sirkit multifase dimana luas penampang konduktor lin kurang dari atau sama dengan 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 aluminium;
- Pada sirkit trifase yang mungkin menghantarkan arus harmonik ke 3 dan kelipatan ganjilnya dan distorsi harmonik total antara 15% dan 33%.

CATATAN

Level harmonik tersebut akan ditemui, misalnya dalam sirkit yang menyulang luminer, termasuk lampu luah, seperti pencahayaan fluoresen.

524.2.2 Bila distorsi harmonik total arus harmonik ke 3 dan kelipatan ganjilnya lebih tinggi dari 33%, mungkin perlu menambah luas penampang konduktor netral (lihat 523.6.3 dan Lampiran E)

CATATAN 1 Level ini terjadi misalnya pada sirkit yang didedikasikan untuk aplikasi TI

a) Untuk kabel multiinti, luas penampang konduktor lin sama dengan luas penampang konduktor netral, luas penampang ini dipilih untuk netral untuk menghantarkan 1,45 x I_B konduktor lin.
b) Untuk kabel inti tunggal, luas penampang konduktor lin dapat lebih kecil dari luas penampang konduktor netral, harus dilakukan perhitungan:
   - Untuk lin: pada I_B
   - Untuk netral: pada arus sama dengan 1,45 I_B lin.

CATATAN

Lihat Bagian 4-43, 433.1 untuk penjelasan I_B.

524.2.3 Untuk sirkit polifase dimana luas penampang konduktor lin lebih besar dari 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 aluminium, luas penampang konduktor netral boleh lebih kecil dari luas penampang konduktor lin jika kondisi berikut dipenuhi secara serentak:

– Beban yang dihantarkan oleh sirkit dalam layanan normal diseimbangkan antara fase serta arus harmonik ketiga dan kelipatan ganjilnya tidak melebihi 15% arus konduktor lin;

CATATAN

Biasanya luas penampang netral yang dikurangi tidak kurang dari 50% luas penampang konduktor lin.

– Konduktor netral diproteksi terhadap arus lebih menurut 431.2;
– Luas penampang konduktor netral tidak kurang dari 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 aluminium.

3.6 Identifikasi kabel dengan warna

Identifikasi kabel dengan warna harus memenuhi 5210 Bagian 5-52 PUIL 2011/Amd. 1 sebagai berikut:

5210 MOD Identifikasi kabel dengan warna

5210.1 MOD Ketentuan umum

Persyaratan warna insulasi inti kabel berlaku untuk semua instalasi magun atau fleksibel, termasuk instalasi dalam perlengkapan listrik.

Hal tersebut di atas diperlukan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan sesuatu warna atau warna loreng yang digunakan untuk mengidentifikasi inti kabel, guna keseragaman dan mempertinggi keamanan.

Sesuai SNI IEC 60445, untuk konduktor lin pada sistem a.b. warna yang lebih disukai adalah HITAM, COKELAT dan ABU-ABU.

CATATAN 1 Urutan kode warna dalam ayat ini adalah secara abjad. Hal ini tidak merekomendasikan tahapan atau arah putaran.

CATATAN 2 Lihat 134.1.3 Bagian 1.

5210.2 MOD Penggunaan warna loreng hijau-kuning

Warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian, konduktor proteksi, dan konduktor yang menghubungkan ikatan ekuipotensial ke bumi.

5210.3 MOD Penggunaan warna biru

Warna biru digunakan untuk menandai konduktor netral atau kawat tengah, pada instalasi listrik dengan konduktor netral. Untuk menghindarkan kesalahan, warna biru tersebut tidak boleh digunakan untuk menandai konduktor lainnya. Warna biru hanya dapat digunakan untuk maksud lain, jika pada instalasi listrik tersebut tidak terdapat konduktor netral atau kawat tengah. Warna biru tidak boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian.

PENJELASAN

Berdasarkan persyaratan PUIL tersebut maka:

- Untuk sirkit trifase dengan lima kabel, warna kabel adalah:
- Untuk kabel lin (fase): hitam, cokelat, abu-abu;
- Untuk kabel netral: biru;
- Untuk kabel proteksi: belang hijau-kuning.

- Untuk sirkit fase tunggal dengan tiga kabel, warna kabel adalah:
- Untuk kabel lin (fase): hitam atau cokelat atau abu-abu. Hal ini juga berlaku untuk kabel sakelar;
- Untuk kabel netral: biru;
- Untuk kabel proteksi: belang hijau-kuning.

3.7 Penampang minimum konduktor

1. Sirkit masuk

Sesuai 2.5.1 PUIL 2011, penampang sirkit masuk minimum 4 mm^2 tembaga:

2.5.1 Penampang minimum

Konduktor sirkit masuk harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm^2 untuk konduktor berinsulasi dan berpenyangga.

2. Sirkit cabang

Sesuai 2.6.2 PUIL 2011, penampang sirkit cabang minimum direkomendasikan 4 mm^2 tembaga, dengan memperhitungkan semua beban sirkit akhir yang terhubung padanya:

2.6.2 Penampang minimum sirkit

Penampang sirkit cabang harus memperhitungkan semua beban sirkit akhir yang terhubung padanya. Direkomendasikan sebaiknya penampang sirkit cabang minimum 4 mm^2 untuk mengantisipasi kebutuhan beban yang akan datang.

3. Sirkit akhir

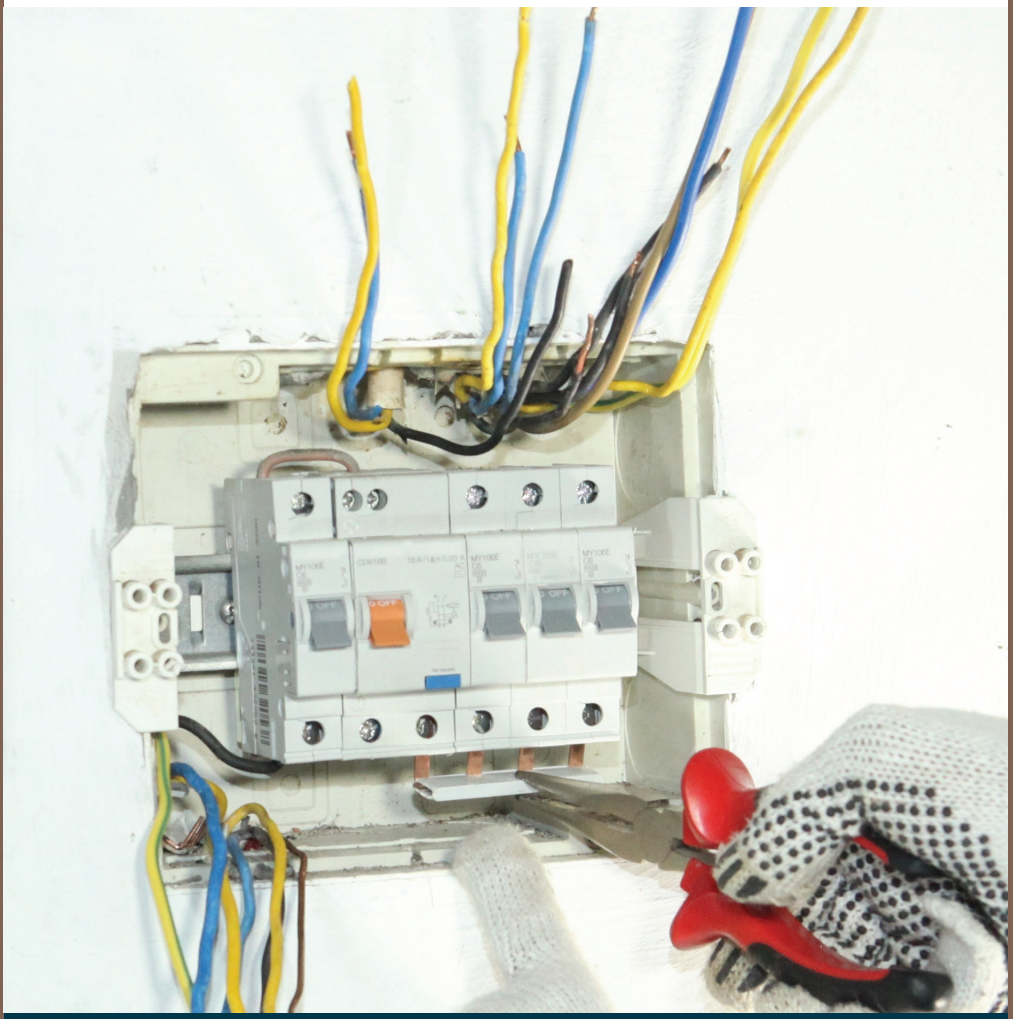
Lihat 3.2 Buku Pedoman ini.

- Sirkit akhir untuk instalasi pencahayaan (bila didesain terpisah dari sirkit daya): penampang minimum 1,5 mm^2 tembaga;
- Sirkit akhir untuk instalasi daya (dengan adanya kotak kontak): penampang minimum 2,5 mm^2 tembaga;
- Sirkit akhir untuk instalasi pengondisi udara (*air conditioner*): penampang minimum 2,5 mm^2 tembaga.

3.8 Diameter maksimum dan minimum konduktor tembaga

Tabel J.52.1 MOD Diameter maksimum dan minimum konduktor tembaga bulat – padat, pilin nonkompak dan fleksibel

1	2		3	4
Luas penampang nominal mm²	Konduktor pada kabel untuk instalasi			Konduktor fleksibel (kelas 5 and 6) mm
	Padat (kelas 1) mm		Pilin (kelas 2) mm	
	Minimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum
0,5	–	0,9	1,1	1,1
0,75	–	1,0	1,2	1,3
1,0	–	1,2	1,4	1,5
1,5	1,3	1,5	1,7	1,8
2,5	1,7	1,9	2,2	2,4
4	2,1	2,4	2,7	3,0
6	2,6	2,9	3,3	3,9
10	3,4	3,7	4,2	5,1
16	4,3	4,6	5,3	6,3
25	5,4	5,7	6,6	7,8
35	6,4	6,7	7,9	9,2
50	7,5	7,8	9,1	11,0
70	–	9,4	11,0	13,1
95	–	11,0	12,9	15,1
120	–	12,4	14,5	17,0
150	–	13,8	16,2	19,0
185	–	15,4	18,0	21,0
240	–	17,6	20,6	24,0
300	–	19,8	23,1	27,0
400	–	22,2	26,1	31,0
500	–	–	29,2	35,0
630	–	–	33,2	39,0
800	–	–	37,6	–
1 000	–	–	42,2	–



Bab 4

Perangkat sakelar dan kendali (PSDK) atau panel distribusi (RAKITAN)

4.1 Acuan dan kriteria

Acuan:

SNI IEC 61439-3:2014, Rakitan perangkat penyakelaran dan kendali (PSDK) voltase rendah – Bagian 3: Panel distribusi yang dimaksudkan untuk dioperasikan oleh orang awam (DBO), yang mendefinisikan persyaratan khusus untuk panel distribusi yang dimaksudkan untuk dioperasikan oleh orang awam (DBO).

DBO memiliki kriteria sebagai berikut:

- dimaksudkan untuk dioperasikan oleh orang awam (misalnya operasi penyakelaran dan mengganti tautan sekering, misalnya pada penerapan di domestik (rumah tangga));
- sirkit keluar yang berisi gawai proteksi, dimaksudkan untuk dioperasikan oleh orang awam, memenuhi misalnya SNI IEC 60898-1 (MCB), SNI IEC 61008 (GPAS – RCCB), dan SNI IEC 61009 (GPAS – RCBO);
- voltase pengenal ke bumi tidak melebihi 300 V a.b.;
- arus pengenal (I_{nc}) sirkit keluar tidak melebihi 125 A dan arus pengenal (I_{na}) DBO tidak melebihi 250 A;
- dimaksudkan untuk pendistribusian energi listrik;
- terselungkup, stasioner;
- untuk penggunaan dalam ruang atau luar ruang.

DBO dapat juga mencakup gawai kendali dan/atau gawai sinyal yang terkait dengan pendistribusian energi listrik.

4.2 Istilah dan definisi

4.2.1 Rakitan perangkat sakelar dan kendali voltase rendah (RAKITAN)

Kombinasi dari satu atau lebih gawai sakelar voltase rendah bersama kendali, pengukuran, persinyalan, proteksi, perlengkapan pengaturan, dsb, dirakit lengkap dengan tanggung jawab pabrikan untuk semua interkoneksi listrik dan mekanis internal serta bagian struktural.

4.2.2 Panel distribusi yang dimaksudkan untuk dioperasikan oleh orang awam (DBO)

Rakitan yang digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dalam penerapan domestik (rumah tangga) dan tempat lainnya di mana operasi dimaksudkan oleh orang awam.

Catatan 1 untuk entri Operasi penyakelaran dan penggantian tautan sekering merupakan contoh operasi yang dimaksudkan dilakukan oleh orang awam.

4.2.3 DBO jenis A

DBO yang dirancang untuk menerima gawai kutub tunggal.

4.2.3 DBO jenis B

DBO yang dirancang untuk menerima gawai multikutub dan/atau gawai kutub tunggal.

4.3 Karakteristik antarmuka

Tujuan ini dapat dicapai melalui salah satu dari dua proses tipikal; pengguna akan memilih produk katalog, yang karakteristiknya memenuhi kebutuhan pengguna yang disyaratkan, atau membuat perjanjian spesifik dengan pabrikan.

Dalam kedua kasus itu, julat spesifikasi dimaksudkan untuk membantu pengguna untuk menyediakan semua data yang diperlukan untuk menentukan dan untuk membantu pabrikan mencirikan DBO yang aktual. Dalam beberapa kasus, informasi yang dinyatakan oleh pabrikan DBO dapat menggantikan kesepakatan.

PENJELASAN

Lihat 6.1.1 Pemilihan PSDK

4.3.1 Voltase pengenal (U_n)

Nilai nominal tertinggi voltase a.b. (r.m.s) atau a.s, yang dinyatakan oleh pabrikan RAKITAN, di mana sirkit utama RAKITAN didesain untuk dihubungkan.

Voltase pengenal ke bumi maksimum 300 V.

4.3.2 Arus pengenal (I_n)

Nilai arus, dinyatakan oleh pabrikan RAKITAN dengan mempertimbangkan peringkat komponen, penempatan dan penerapannya, yang dapat disalurkan tanpa kenaikan suhu berbagai bagian RAKITAN melebihi batas yang ditentukan dalam kondisi yang ditentukan.

4.3.3 Voltase ketahanan impuls pengenal (U_{imp})

Voltase ketahanan impuls pengenal harus sama dengan atau lebih tinggi dari nilai yang dinyatakan untuk voltase lebih transien yang terjadi pada sistem kelistrikan dimana sirkit dirancang untuk dihubungkan.

DBO harus memenuhi voltase ketahanan impuls pengenal (kategori voltase lebih) minimum kategori III, yaitu 4 kV.

4.3.4 Faktor keragaman pengenal (RDF)

Dengan ketiadaan kesepakatan antara pabrikan DBO dan pengguna mengenai arus beban aktual, beban asumsi sirkit keluar dari DBO atau kelompok sirkit keluar dapat didasarkan pada nilai pada Tabel 101.

Tabel 101 – Nilai pembebanan asumsi

Jumlah sirkit keluar	Faktor pembebanan asumsi
2 dan 3	0,8
4 dan 5	0,7
6 sampai dengan 9	0,6
10 dan di atasnya	0,5

4.3.5 Proteksi terhadap sentuh dengan bagian aktif, masuknya benda asing padat dan air (kode IP)

Tingkat proteksi dari DBO untuk instalasi dalam ruang harus sekurangnya IP2XC setelah pemasangan sesuai dengan petunjuk pabrikan DBO.

Arti angka 2: Diproteksi terhadap benda asing padat Ø 12,5 mm dan lebih besar (tidak dapat dimasuki benda asing padat dengan diameter ≥ 12,5 mm) serta diproteksi terhadap akses ke bagian berbahaya dengan jari.

Arti huruf X: Proteksi terhadap masuknya air berbahaya tidak disyaratkan.

Arti huruf C: Diproteksi terhadap akses dengan perkakas.

Arti IP2XC : Diproteksi terhadap perkakas Ø 12,5 mm dan lebih besar (tidak dapat dimasuki perkakas dengan diameter ≥ 12,5 mm).

4.3.6 Tingkat polusi

Berlaku tingkat polusi minimum 2 (medium/sedang).

4.3.7 Proteksi terhadap tumbukan mekanis

DBO harus memenuhi kode IK berikut sesuai SNI IEC 62262:

- IK 05 untuk DBO penggunaan dalam ruang,
- IK 07 untuk DBO penggunaan luar ruang.

PENJELASAN

Arti kode IK menurut Tabel 1 SNI IEC 62262 adalah sebagai berikut:

Tabel 1 – Kaitan antara kode IK dan energi tumbukan

Kode IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energi tumbukan, J	*)	0,14	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

*) Tidak diproteksi menurut standar ini

CATATAN 1 Jika disyaratkan energi tumbukan yang lebih besar, direkomendasikan nilai 50 J.

CATATAN 2 Angka kelompok karakteristik yang terdiri dari dua angka telah dipilih untuk menghindari keragu-raguan dengan beberapa standar nasional yang menggunakan angka tunggal untuk energi tumbukan spesifik.

4.4 Pemilihan gawai sakelar dan komponen sakelar

Sirkit ke luar harus memuat gawai proteksi, yang dimaksudkan untuk dioperasikan oleh orang awam, memenuhi misalnya SNI IEC 60898-1, SNI IEC 61008, IEC 61009, IEC 62423 dan IEC 60269-3.

Pemutus sirkit harus didesain atau dipasang sedemikian sehingga tidak mungkin untuk memodifikasi setelan atau kalibrasi tanpa tindakan disengaja yang melibatkan penggunaan kunci atau perkakas, dan menghasilkan suatu indikasi yang terlihat dari setelan atau kalibrasinya.

Jika gawai proteksi masuk yang tergabung di dalam DBO berisikan sekering yang memiliki tautan sekering (*fuse-link*) tak memenuhi IEC 60269-3, kunci atau perkakas harus diperlukan untuk akses menggantikan tautan sekering.

4.4.1 Sirkit Utama

Setiap konduktor tembaga antara unit masuk dan unit keluar serta komponen yang termasuk dalam unit ini dapat diperingkat berdasarkan berkurangnya stres hubung pendek yang terjadi pada sisi beban dari masing-masing gawai proteksi hubung pendek unit keluar, asalkan konduktor ini disusun sedemikian sehingga pada operasi normal tidak diharapkan terjadi hubung pendek internal antara fase dan/atau antara fase dan bumi.

4.4.2 Terminal tembaga untuk konduktor eksternal

Jumlah terminal netral DBO harus tidak boleh kurang dari satu terminal keluar untuk setiap sirkit keluar yang membutuhkan terminal netral. Terminal ini harus ditempatkan atau diidentifikasi dalam urutan yang sama seperti terminal konduktor fase masing-masing.

DBO harus memiliki minimal dua terminal untuk konduktor ikatan proteksi instalasi listrik.

4.4.3 Kotak DBO

Biasanya dari jenis benam, terbuat dari bahan insulasi atau logam atau kombinasinya.
Mempunyai IP minimum IP2XC dan IK: IK 05 untuk DBO penggunaan dalam ruang, IK 07 untuk DBO penggunaan luar ruang.

Harus memenuhi SNI IEC 62208, disesuaikan untuk DBO.

4.4.4 Susuran (*rail*) DBO

Terbuat dari pelat berlekuk berbahan logam, sebaiknya tembaga, digunakan agar MCB dan GPAS dapat menyusur pelat tersebut untuk pemasangannya.

Dikenal dengan nama susuran DIN (DIN *rail*), menurut EN 50022 atau DIN 46277-3, biasanya berdimensi 35 mm x 15 mm, tebal 1,5 mm.

4.4.5 Busbar Sisir (*comb busbar*) DBO

Busbar berbentuk sisir dari bahan tembaga untuk menghantarkan arus listrik dari konduktor tembaga ke MCB atau GPAS atau sebaliknya.

PENJELASAN

Penjelasan lebih lanjut lihat 6.1.1 Pemilihan PSDK.

4.5 Penempatan DBO

DBO ditempatkan minimum 1,50 m di atas lantai, dihitung antara lantai dan alas DBO.
Biasanya ditempatkan di ruang depan atau ruang tamu agar mudah terlihat.

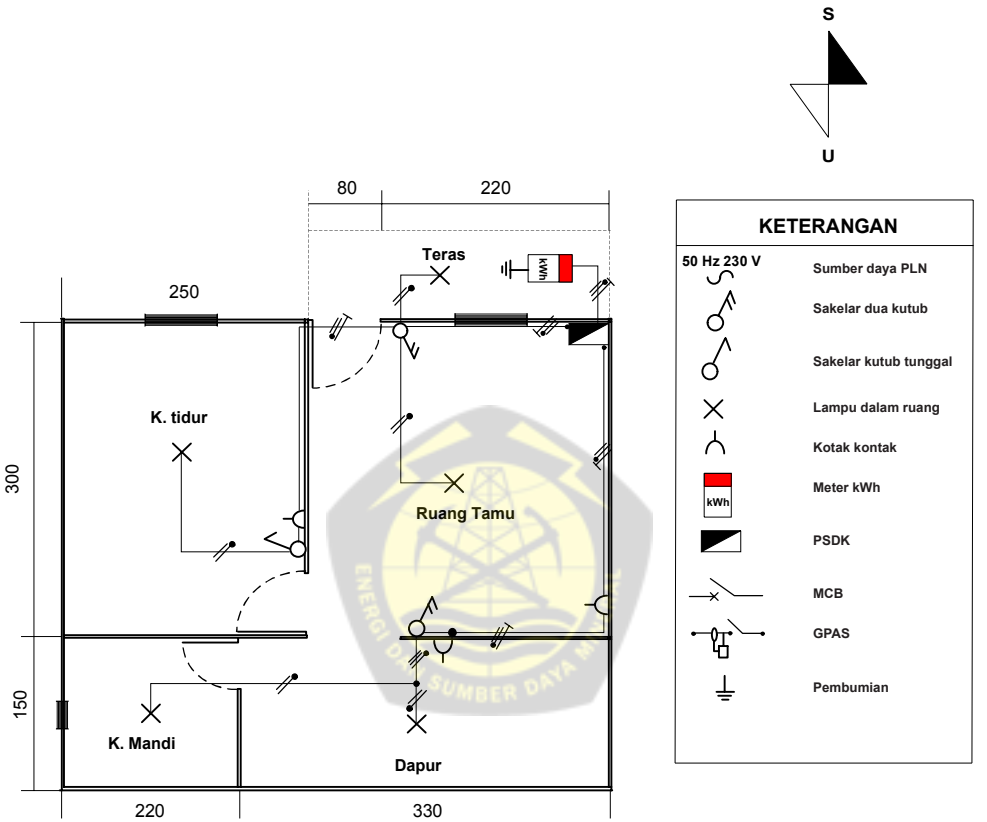
Simbol Instalasi Listrik

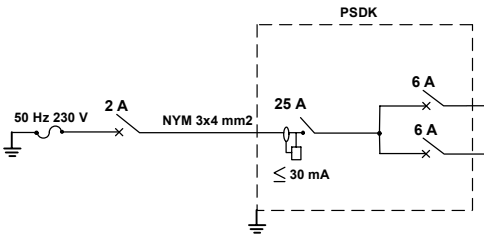
	Sakelar dua kutub	50 Hz 230 V	Sumber daya PLN	**Keterangan**
	Sakelar kutub tunggal	kWh	Meter kWh	
	Sakelar tukar		PSDK	
	Lampu dalam ruang		MCB	S
	Lampu luar ruang		GPAS	
	Kotak-kontak		RCBO	
	Pembumian			U

Bab 5

Denah dan diagram garis tunggal instalasi

5.1 Daya 450 VA

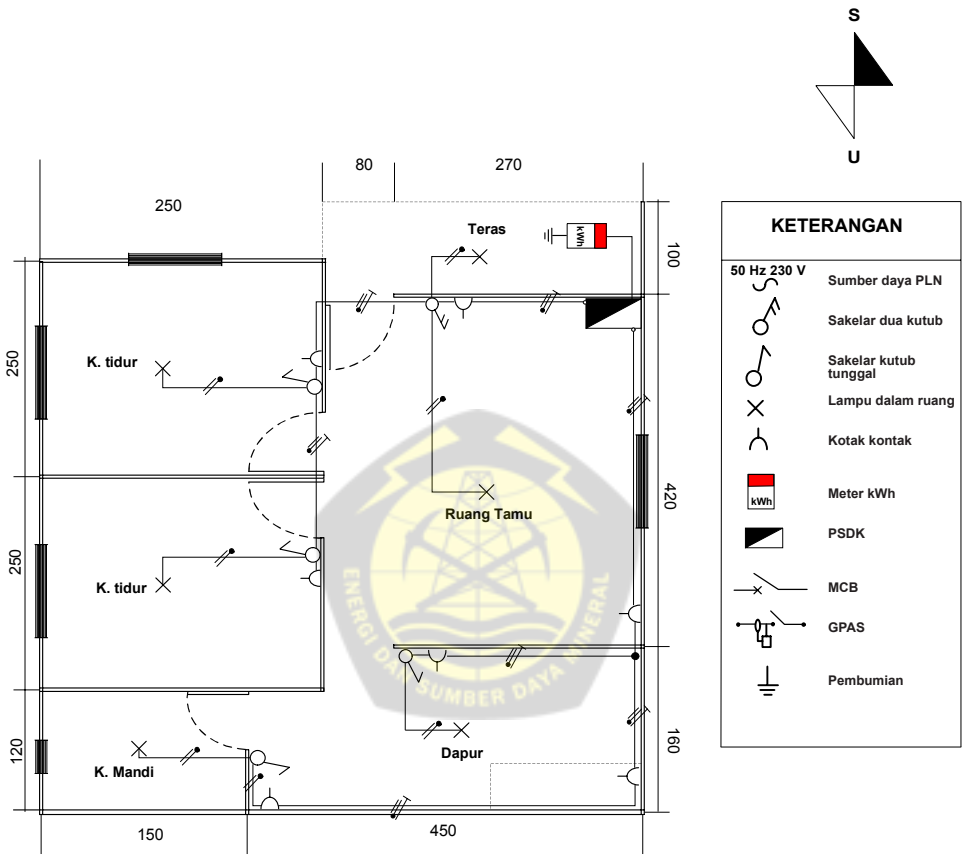


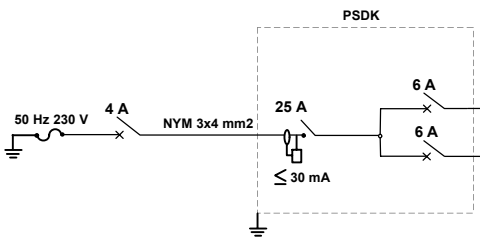


Pengawatan	Lampu dalam ruang	Kotak kontak	Titik Total
NYM 3x2,5 mm	3	1	8 Titik
NYM 3x2,5 mm	2	2	
	5 Titik	3 Titik	

Gambar 5.1 – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 450 VA

5.2 Daya 900 VA

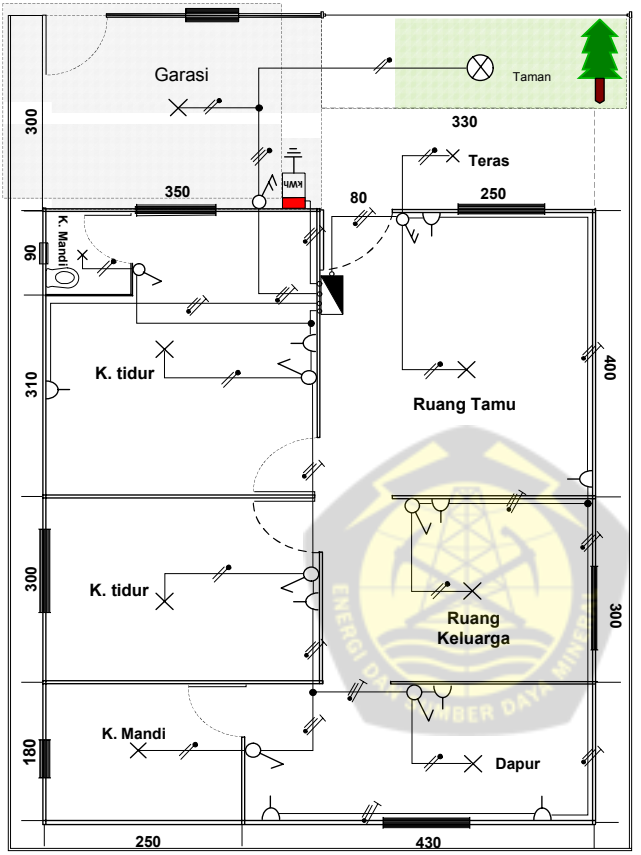




Pengawatan	Lampu dalam ruang	Kotak kontak	Titik Total
NYM 3x2,5 mm	4	3	13 Titik
NYM 3x2,5 mm	2	4	
	6 Titik	7 Titik	

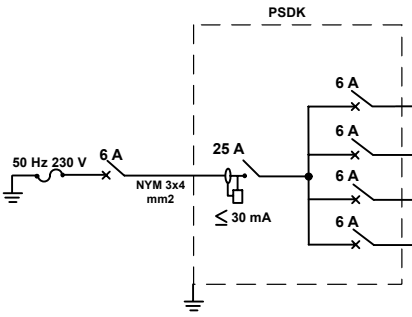
Gambar 5.2 – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 900 VA

5.3 Daya 1 300 VA



KETERANGAN

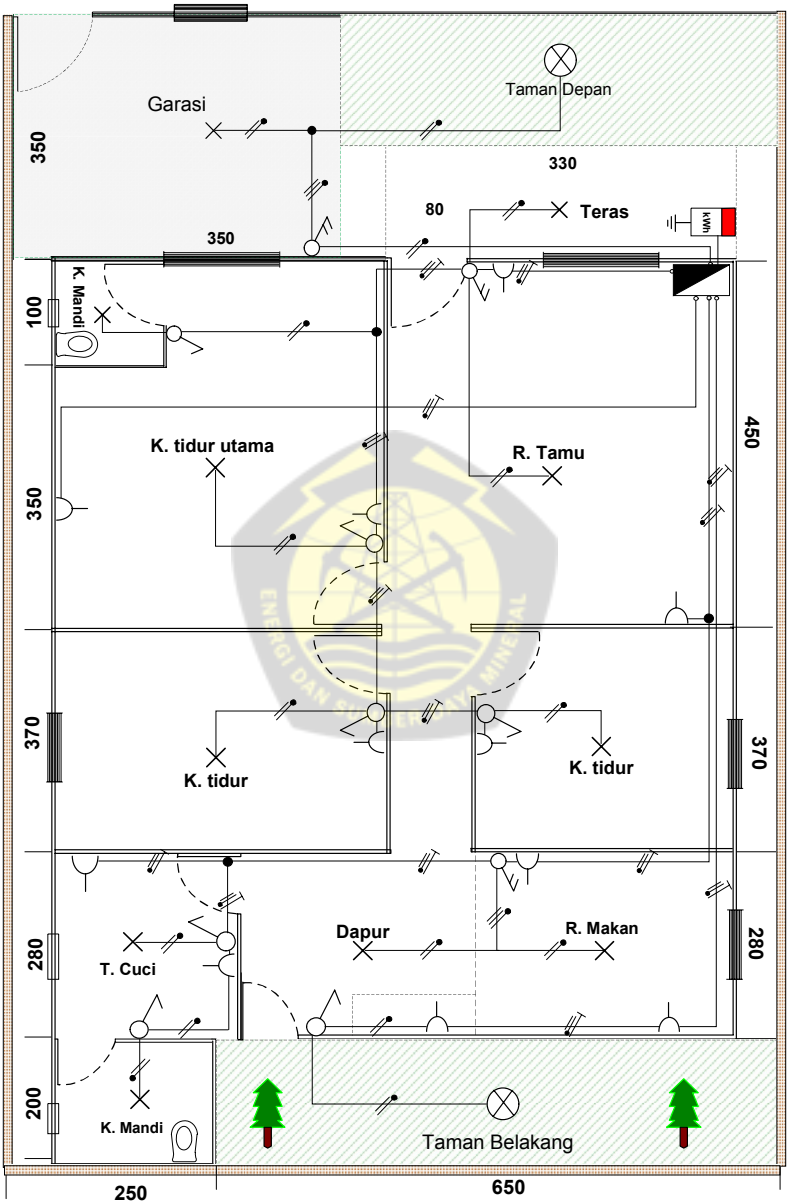
- 50 Hz 230 V — Sumber daya PLN
- Sakelar dua kutub
- Sakelar kutub tunggal
- Lampu dalam ruang
- Lampu luar ruang
- Kotak kontak
- kWh — Meter kWh
- PSDK
- MCB
- GPAS
- Pembumian



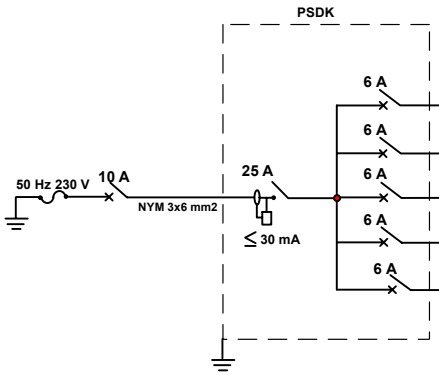
Pengawatan	Lampu dalam ruang	Lampu luar ruang	Kotak kontak	Titik total
NYM 3x2,5 mm	3		5	21 Titik
NYM 3x2,5 mm	5		5	
NYM 3x2,5 mm			1	
NYY 3x2,5 mm	1	1		
	9 Titik	1 Titik	11 Titik	

Gambar 5.3 – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 1 300 VA

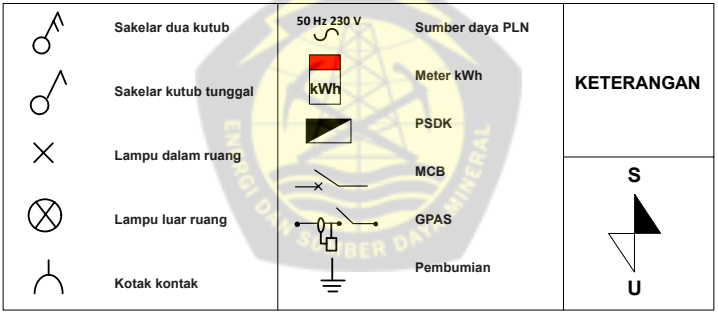
5.4 Daya 2 200 VA



Gambar 5.4.a – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 2 200 VA

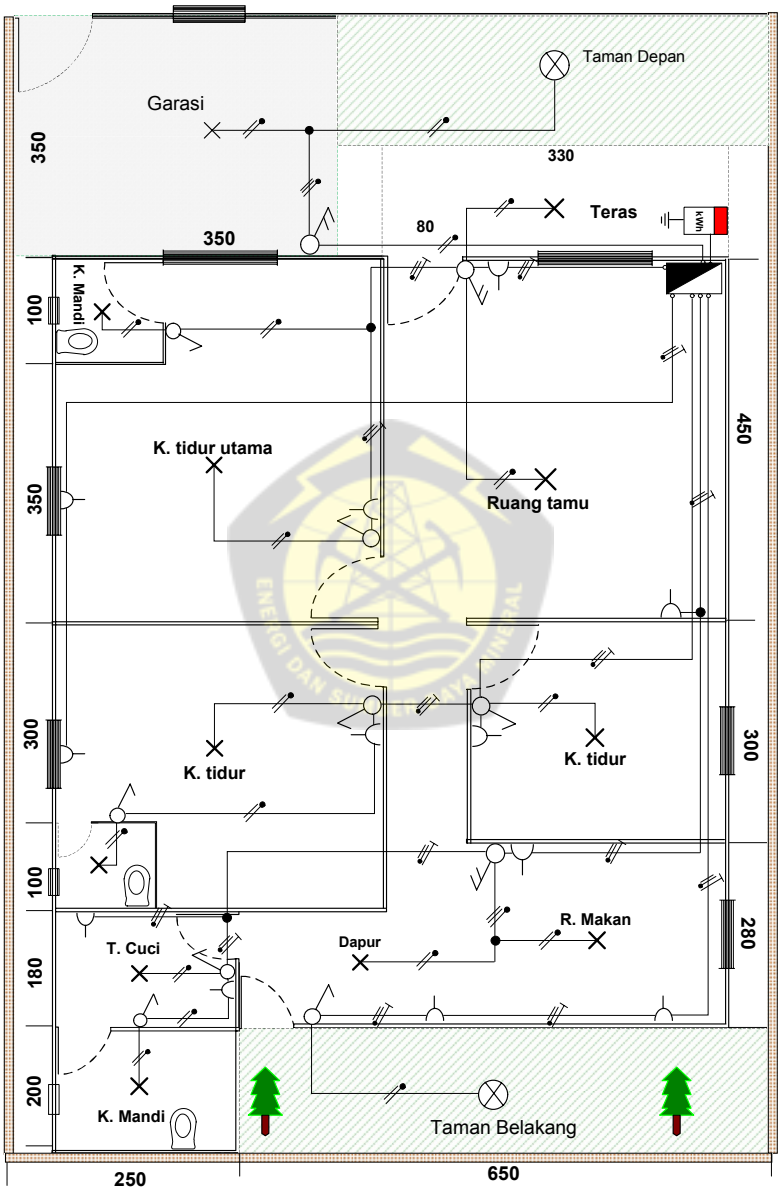


Pengawatan	Lampu dalam ruang	Lampu luar ruang	Kotak kontak	Titik Total
NYM 3x2,5 mm	6		4	24 Titik
NYM 3x2,5 mm	4		4	
NYM 3x2,5 mm		1	2	
NYM 3x2,5 mm			1	
NYY 3x2,5 mm	1	1		
	11 Titik	2 Titik	11 Titik	

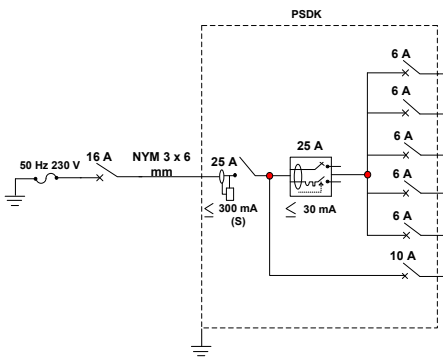


Gambar 5.4.b – Diagram garis tunggal untuk rumah tangga daya 2 200 VA

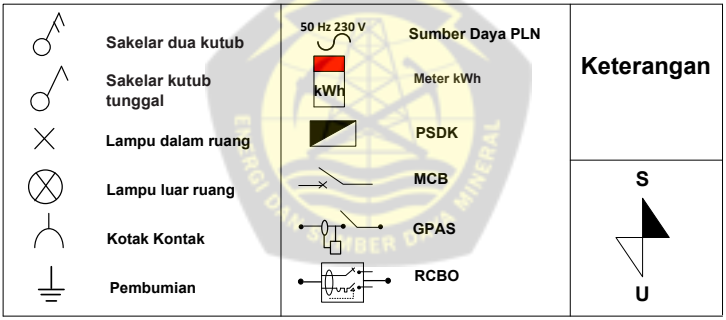
5.5 Daya 3 500 VA



Gambar 5.5.a – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 3 500 VA

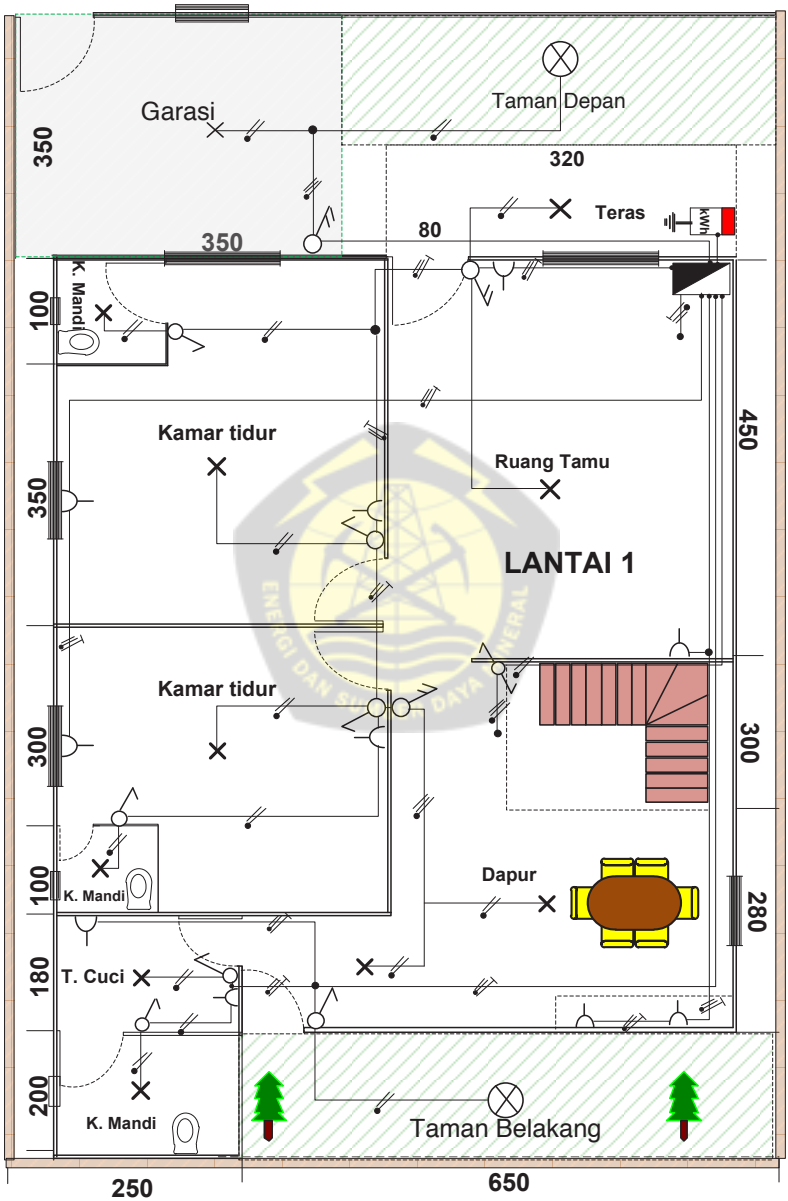


Pengawatan	Lampu dalam ruang	Lampu Luar ruang	Kotak-kontak	Titik total
NYM 3 x 2,5 mm	4		2	26 Titik
NYM 3 x 2,5 mm	3		2	
NYM 3 x 2,5 mm	4		4	
NYM 3 x 2,5 mm		1	2	
NYY 3 x 2,5 mm	1	1		
NYM 3 x 2,5 mm			2	
	12 Titik	2 Titik	12 Titik	

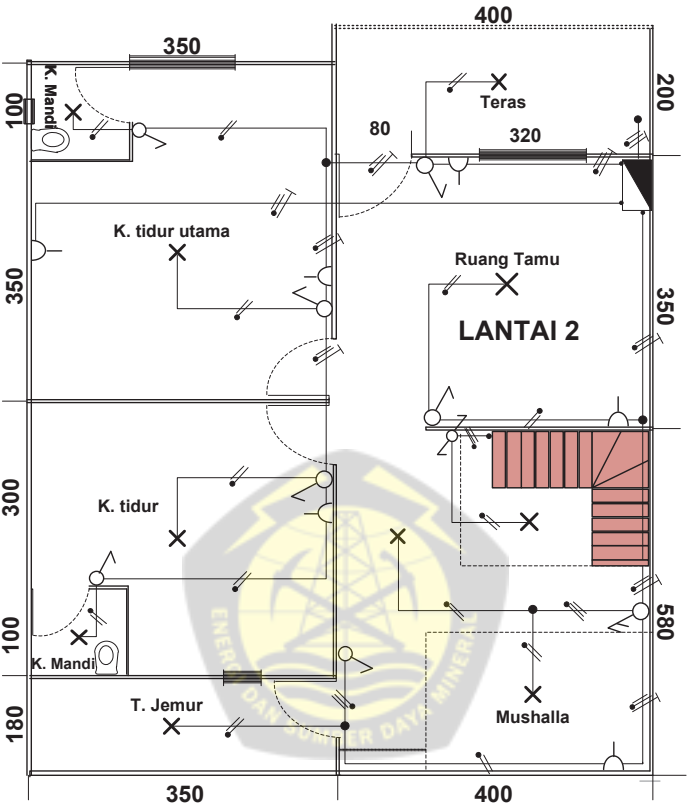


Gambar 5.5.b – Diagram garis tunggal untuk rumah tangga daya 3 500 VA

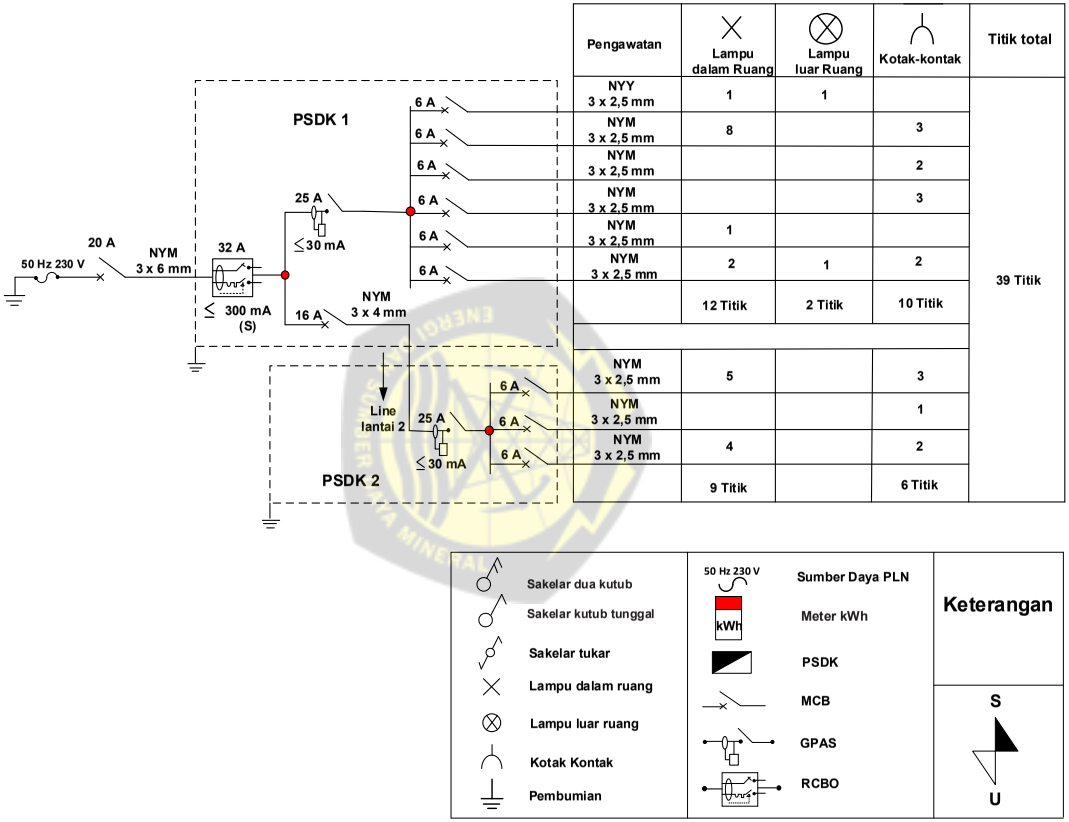
5.6 Daya 4 400 VA



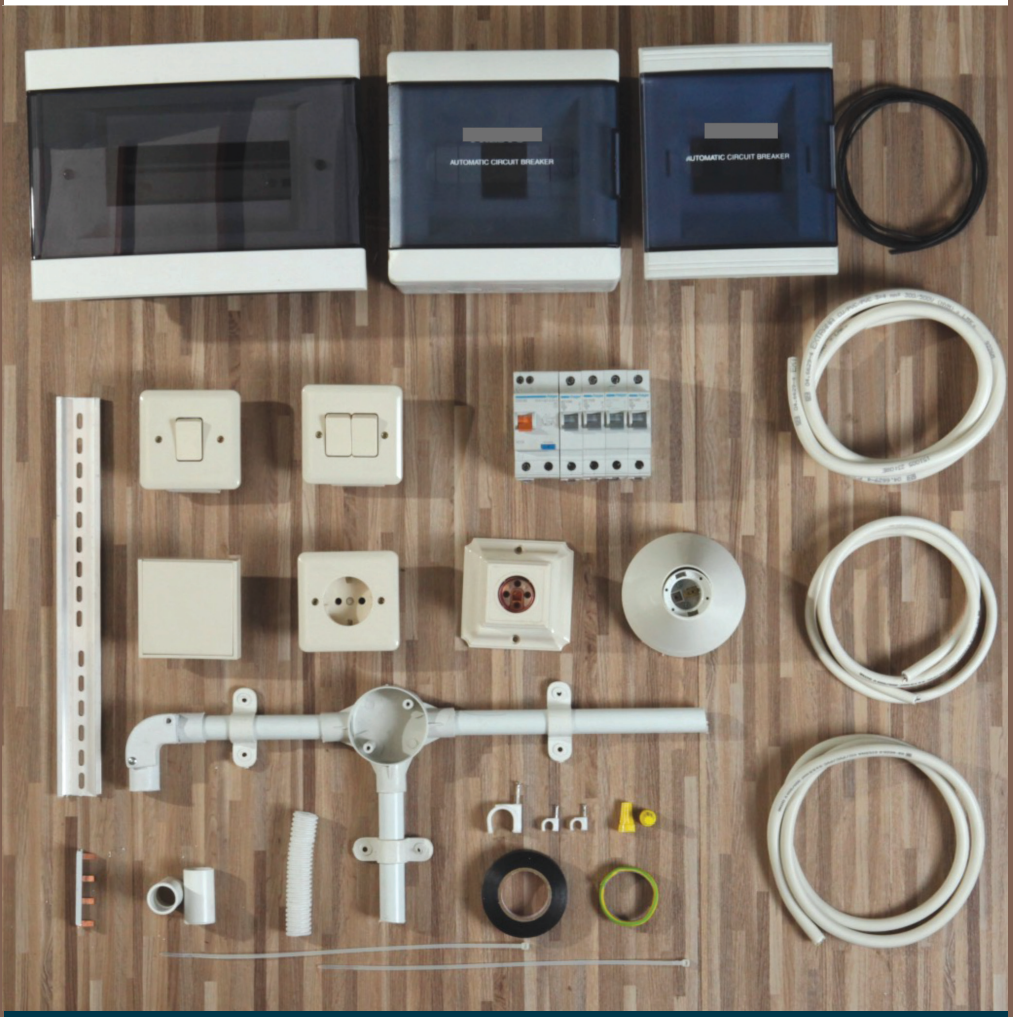
Gambar 5.6.a – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 4 400 VA



Gambar 5.6.b – Instalasi listrik untuk rumah tangga daya 4 400 VA



Gambar 5.6.c - Diagram garis tunggal untuk rumah tangga daya 4 400 VA



Bab 6

Pemilihan dan pemasangan peralatan listrik

6.1 Perangkat sakelar dan kendali (PSDK) atau panel distribusi dioperasikan orang awam atau DBO

6.1.1 Pemilihan PSDK

PSDK, khususnya DBO, panel distribusi untuk rumah tangga yang dioperasikan orang awam, harus memenuhi SNI IEC 61439-3.

Pemilihan PSDK berdasarkan pada Tabel AA.1 SNI IEC 61439-3 dengan modifikasi adalah sebagai berikut:

Tabel AA.1 – Item yang merupakan kesepakatan antara pabrikan RAKITAN dan pengguna

Karakteristik	Susunan *default*	Opsi	Persyaratan pengguna
Sistem listrik			
Sistem pembumian	Standar pabrikan, dipilih untuk menyesuaikan persyaratan lokal	TT atau TN-C-S	
Voltase nominal suplai daya (V)	Lokal, menurut kondisi instalasi	Voltase pengenal ke bumi ≤ 300 V a.b.	
Voltase lebih transien	Ditentukan oleh sistem listrik	Kategori voltase lebih III	
Voltase lebih temporer	Voltase sistem nominal *plus* 1 200 V	Tidak ada	
Frekuensi pengenal f_n (Hz)	50 Hz	Tidak ada	
Tambahan pada persyaratan pengujian lapangan: perkawatan, kinerja dan fungsi operasional	Standar pabrikan, menurut penerapan	Tidak ada	
Kemampuan ketahanan hubung pendek			
Arus hubung pendek prospektif pada terminal suplai I_{cp} (kA)	Ditentukan oleh sistem listrik	Tidak ada	
Arus hubung pendek prospektif pada netral	Min. 60 % dari nilai fase	Tidak ada	
Arus hubung pendek prospektif pada sirkit proteksi	Min. 60 % dari nilai fase	Tidak ada	
Gawai proteksi hubung pendek (GPHP) pada persyaratan unit masuk fungsional	Ya	Tidak ada	
Koordinasi GPHP termasuk rincian GPHP eksternal	Ya	Tidak ada	
Data terkait dengan beban yang mungkin berkontribusi pada arus hubung pendek	Tidak ada beban yang mungkin membuat kontribusi signifikan diizinkan	Tidak ada	

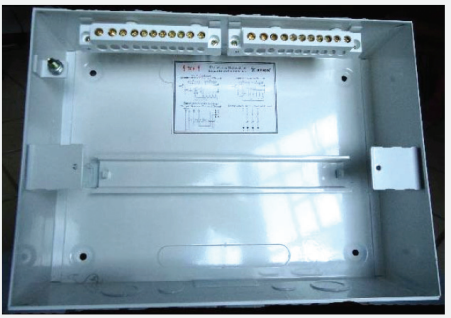
Karakteristik	Susunan *default*	Opsi	Persyaratan pengguna
Proteksi orang terhadap kejut listrik sesuai dengan PUIL Bagian 4-41			
Jenis proteksi terhadap kejut listrik – Proteksi dasar (proteksi terhadap sentuh langsung)	Proteksi dasar	Menurut regulasi instalasi lokal	
Jenis proteksi terhadap kejut listrik – Proteksi gangguan (proteksi terhadap sentuh tak langsung)	Ya	Tidak ada	
Lingkungan instalasi			
Jenis lokasi	Dalam ruang/ luar ruang	Tidak ada	
Proteksi terhadap bagian aktif, masuknya benda asing padat dan masuknya air	Dalam ruang (terselungkup): IP 2XC Luar ruang (min.): IP 23	IP 2XC, 3X, 4X, 5X, 6X	
Tumbukan mekanis eksternal (IK)	Dalam ruang IK 05 Luar ruang IK 07	Tidak ada	
Ketahanan terhadap radiasi UV (hanya berlaku untuk rakitan luar ruang kecuali ditentukan lain)	Dalam ruang: Tidak dapat diterapkan Luar ruang Iklim sedang		
Ketahanan terhadap korosi	Normal Susunan dalam ruang/luar ruang		
Suhu udara ambien – Batas terbawah	Dalam ruang: -5 °C Luar ruang: -25 °C	Tidak ada	
Suhu udara ambien – Batas teratas	40 °C	Tidak ada	
Suhu udara ambien – Maksimum rerata harian	35 °C	Tidak ada	
Kelembaban relatif maksimum	Dalam ruang: 50 % pada 40°C Luar ruang: 100 % pada 25 °C	Tidak ada	
Tingkat polusi (dari lingkungan instalasi)2			
Ketinggian	≤ 2 000 m		
Lingkungan EMC (A atau B)	A/B	A/B	
Kondisi layanan khusus (misalnya vibrasi, kondensasi luar biasa, polusi berat, lingkungan korosif, medan listrik atau magnit kuat, jamur, mahluk kecil, bahaya ledakan, vibrasi dan kejut berat, gempa bumi)	Tidak ada kondisi layanan khusus		

Karakteristik	Susunan *default*	Opsi	Persyaratan pengguna
Metode pemasangan			
Jenis	Jenis tanam	Terpasang di permukaan dinding	
Stasioner/Portabel	Portabel	Tidak ada	
Dimensi luar dan berat maksimum	Standar pabrikan, menurut penerapan	Tidak ada	
Jenis konduktor eksternal	Kabel	Sistem berumbung busbar	
Arah konduktor eksternal	Standar pabrikan		
Bahan konduktor eksternal	Tembaga	Tidak ada	
Konduktor fase eksternal, luas penampang, dan terminasi	Seperti ditentukan di dalam standar		
Konduktor PE, N, PEN eksternal, luas penampang dan terminasi	Seperti ditentukan di dalam standar		
Persyaratan identifikasi terminal khusus	Standar pabrikan		
Penyimpanan dan penanganan			
Dimensi dan berat maksimum dari unit transportasi	Standar pabrikan		
Metode transportasi (misalnya forklift, derek)	Standar pabrikan		
Kondisi lingkungan berbeda dari kondisi layanan	Seperti kondisi layanan		
Rincian kemasan	Standar pabrikan		
Susunan operasi			
Akses ke gawai dioperasikan manual	Orang awam		
Lokasi gawai dioperasikan manual	Dapat diakses dengan mudah		
Isolasi item perlengkapan pemasangan beban	Standar pabrikan	Individu/ Kelompok/ Semua	
Kemampuan pemeliharaan dan peningkatan			
Persyaratan berkaitan dengan kemampuaksesan untuk inspeksi dan operasi serupa	Tidak ada persyaratan untuk kemampuaksesan		
Persyaratan berkaitan dengan kemampuaksesan untuk pemeliharaan pada layanan oleh personel berwenang	Tidak ada persyaratan untuk kemampuaksesan		
Persyaratan berkaitan dengan kemampuaksesan untuk perluasan pada layanan oleh personel berwenang	Tidak ada persyaratan untuk kemampuaksesan		

Karakteristik	Susunan *default*	Opsi	Persyaratan pengguna
Bentuk pemisahan		Bentuk 1, 2, 3, 4	
Kemampuan untuk menguji operasi individu sirkit bantu berkaitan dengan sirkit yang ditentukan ketika unit fungsional terisolasi		Tidak ada	
Kemampuan hantar arus			
Arus pengenal RAKITAN I_{nA} (A)	≤ 250 A		
Arus pengenal sirkit I_{nc} (A)	≤ 125 A		
Faktor keragaman pengenal (RDF)	Seperti ditentukan di dalam standar	RDF untuk kelompok sirkit/ RDF untuk seluruh RAKITAN	
Rasio penampang konduktor netral dengan konduktor fase; konduktor fase sampai dengan 16 mm^2	100 %		
Rasio penampang konduktor netral dengan konduktor fase: konduktor fase di atas 16 mm^2	50 % (min. 16 mm^2)		
Tambahan			
Bahan kotak PSDK	Nonlogam (plastik)		
Bahan susuran	Tembaga, aluminium, baja tahan karat		
Bahan busbar sisir	Tembaga		
Bahan terminal	Tembaga		
Jumlah selot	Minimum 6 selot	Sebaiknya sesuai kebutuhan desain + 2 selot	
Jarak di atas lantai diukur dari alas PSDK	Minimum 1,50 m		

Kotak PSDK jenis tanam.

Kotak PSDK jenis permukaan/timbul.



Gambar kondisi kosong PSDK sebelum dilakukan perakitan.

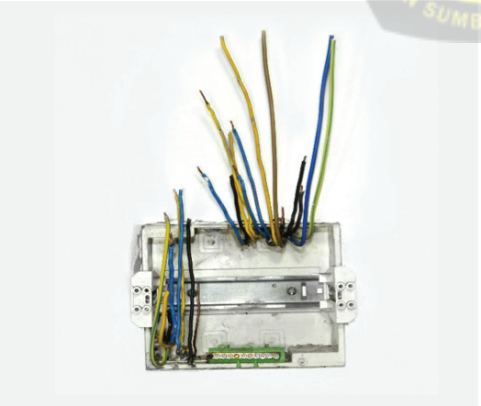
Gambar 6.1 – Kotak kosong PSDK

6.1.2 Pemasangan PSDK

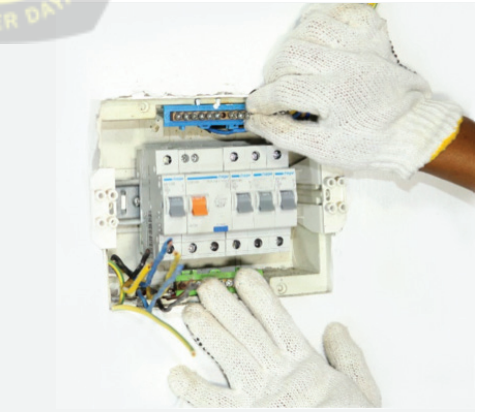
Pemasangan PSDK adalah sebagai berikut:

- dipasang ditempelkan pada permukaan dinding;
- ditanam dalam dinding.

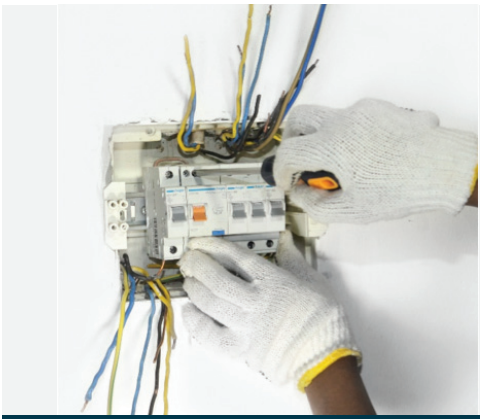
Penempatan PSDK/DBO lihat 4.5 Penempatan DBO



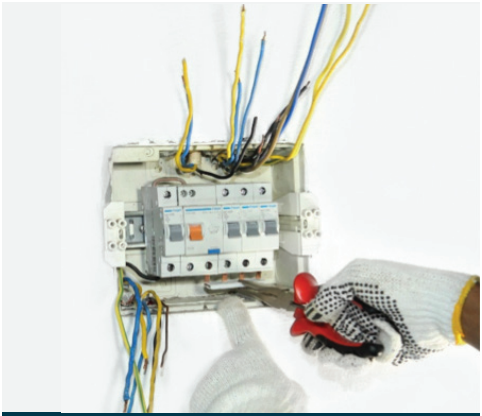
Tampilan kotak PSDK saat siap dipasang; panjang kabel yang dipotong menyesuaikan dengan ukuran luas kotak PSDK.



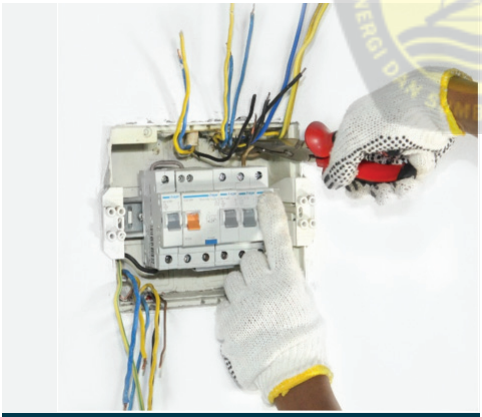
GPAS dan GPAL ditempatkan bersamaan dalam 1 kesatuan kotak untuk memudahkan proses hubungan serta juga akan memudahkan proses pemeriksaan.



Berbeda dengan MCB di mana kabel dapat masuk dari arah atas maupun bawah, arah kabel RCCB untuk fase maupun netralnya harus dari atas dan tidak dibenarkan dari bawah karena membuat RCCB tidak bekerja.

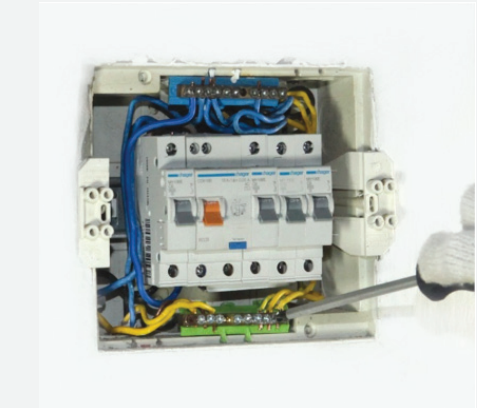


Pasang busbar sisir yang menghubungkan outlet GPAS dan inlet GPAL untuk menghubungkan secara paralel antara komponen PSDK.

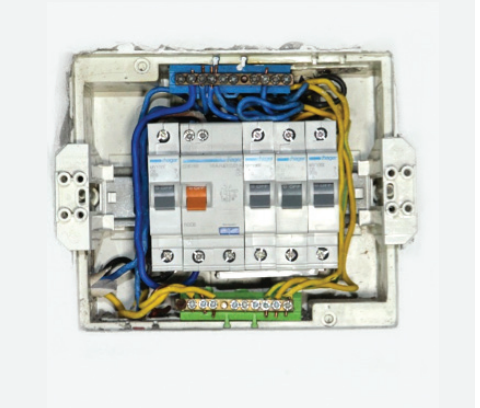


Pasang kabel fase pada sisi outlet GPAL; pastikan ikatan mur bautnya kencang untuk mencegah terjadinya busur api.

Pasang kabel netral pada blok terminal sisi atas (warna kabel netral harus biru).



Pasang kabel pembumian pada blok terminal sisi bawah.



Perkawatan kotak PSDK sudah selesai. Usahakan saat proses pengawatan kabel ditata agar terlihat lebih rapi.

Pasang tutup kotak PSDK, usahakan pemasangannya lurus dan menempel baik pada dinding agar terlihat rapi.

Kotak PSDK sudah selesai terpasang dan siap dioperasikan.

Gambar 6.2 – Pemasangan kotak PSDK

6.2 Gawai proteksi arus sisa (GPAS)

6.2.1 Pemilihan GPAS

GPAS jenis RCCB harus bertanda SNI dan memenuhi seri SNI IEC 61008, sedangkan jenis RCBO harus memenuhi seri SNI IEC 61009.

Lihat Penjelasan 2.1.1.2 PUIL 2011 pada 2.1 Bab 2 Buku Pedoman ini.

Untuk proteksi terhadap kejut listrik

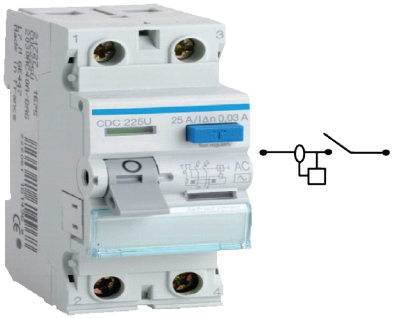
Dipilih GPAS jenis umum dengan arus operasi sisa pengenal 30 mA (untuk kondisi kering) atau 10 mA (untuk kondisi basah).
Dapat dipilih dari jenis RCCB atau RCBO.

Arus pengenal berdasarkan pada arus desain, tergantung pada jumlah sirkit yang dilayani dengan menjumlah semua arus desain pada masing-masing sirkit dikalikan faktor diversitas (keragaman) sebesar 0,80 – 0,90. Perlu diperhatikan kemungkinan terjadinya trip tidak disengaja.

Untuk proteksi terhadap efek termal (kebakaran akibat listrik)

Dipilih GPAS jenis tunda (jenis S) dengan arus operasi sisa pengenal 100 mA atau 300 mA.
Dapat dipilih dari jenis RCCB atau RCBO.

Arus pengenal berdasarkan pada arus desain, tergantung pada jumlah sirkit yang dilayani dengan menjumlah semua arus desain pada masing-masing sirkit dikalikan faktor diversitas (keragaman) sebesar 0,80 – 0,90. Perlu diperhatikan kemungkinan terjadinya trip tidak disengaja.



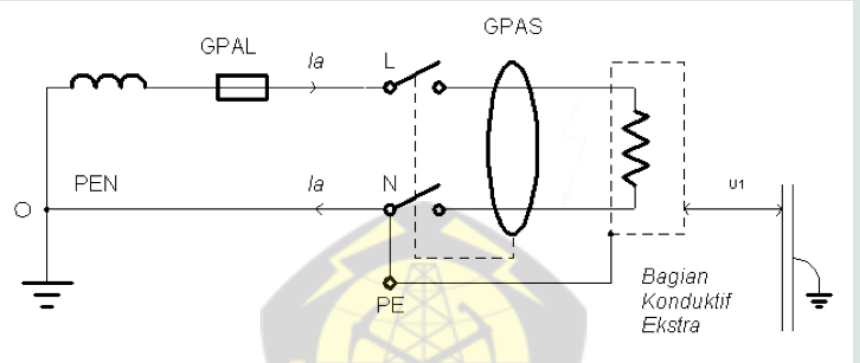
Gambar 6.3 – Gambar dan simbol GPAS

6.2.2 Pemasangan GPAS

Lokasi pemasangan GPAL dan GPAS secara skematik dapat dilihat pada Bagian 4-41 PUIL 2011 sebagai berikut:

E.2 Contoh pemasangan GPAS

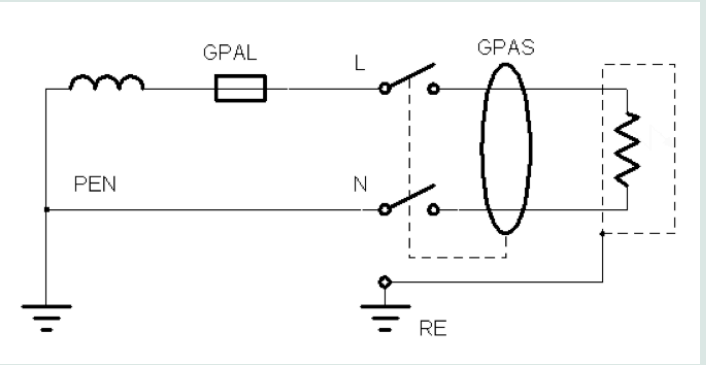
E.2.1 Pada sistem TN -C-S (lihat Gambar E.1).



Keterangan
GPAL = Gawai proteksi arus lebih
GPAS = Gawai proteksi arus sisa

Gambar E.1 – Pemasangan GPAS pada sistem TN-C-S

E.2.2 Pada sistem TT (lihat Gambar E.2)



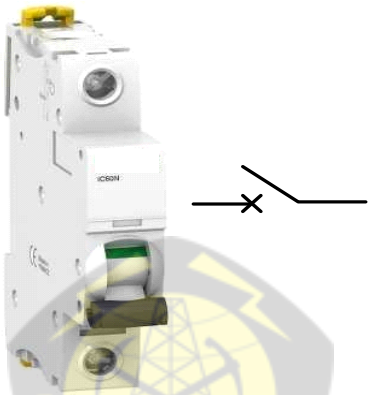
Gambar E.2 – Pemasangan GPAS pada sistem TT

6.3 Gawai proteksi arus lebih (GPAL) atau MCB

6.3.1 Pemilihan GPAL atau MCB

MCB harus bertanda SNI dan harus memenuhi SNI 04-6507.1:2002 dan Amd. 1:2006 (IEC 60898).

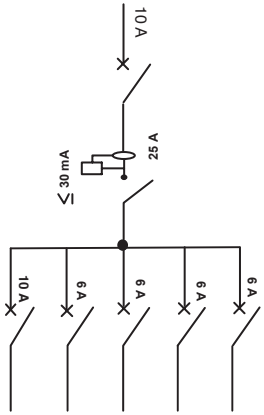
Lihat 3.1.6 Bab 3 Buku Pedoman ini.



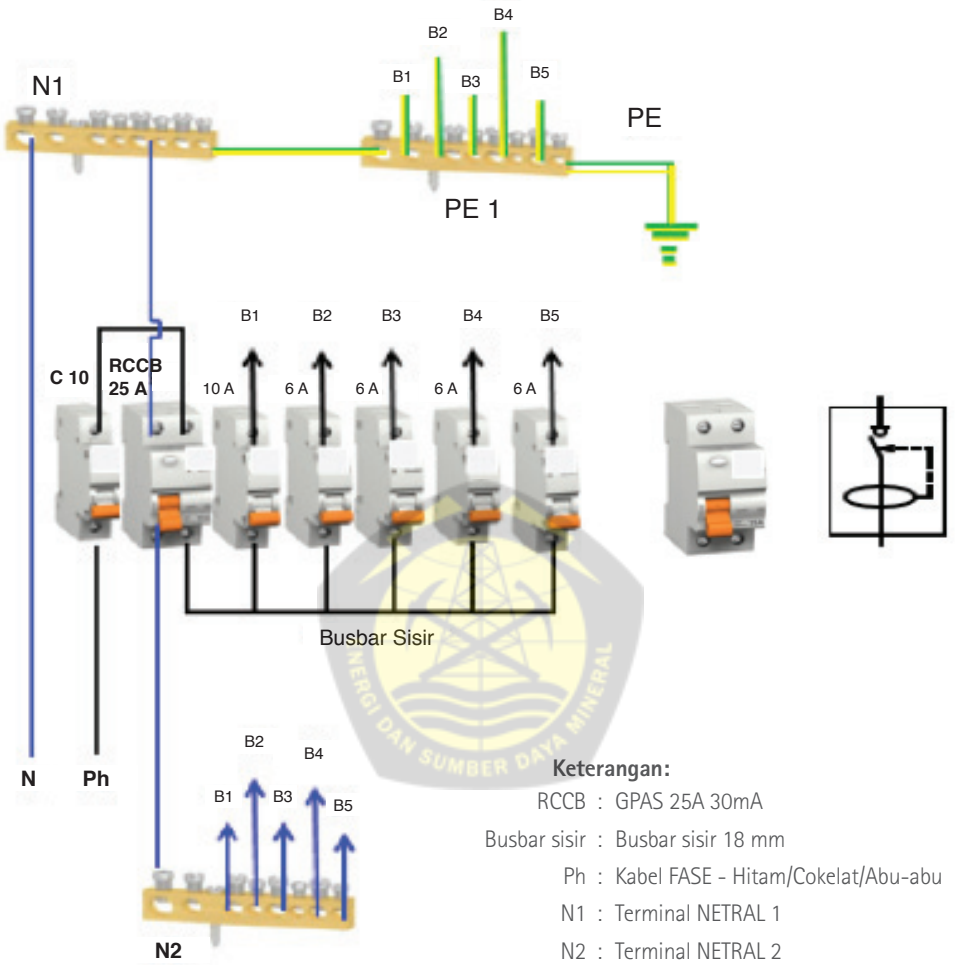
Gambar 6.4 – Gambar dan Simbol MCB

6.3.2 Diagram Pemasangan GPAS dan GPAL

MCB harus bertanda SNI dan harus memenuhi SNI 04-6507.1:2002 dan Amd. 1:2006 (IEC 60898).
Lihat 3.1.6 Bab 3 Buku Pedoman ini.



Gambar 6.5 – Diagram garis tunggal proteksi arus lebih (MCB) dengan kombinasi proteksi RCCB ≤ 30 mA Daya ≤ 2 200 VA



Keterangan:

RCCB	:	GPAS 25A 30mA
Busbar sisir	:	Busbar sisir 18 mm
Ph	:	Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1	:	Terminal NETRAL 1
N2	:	Terminal NETRAL 2
N	:	Kabel NETRAL - Biru
PE 1	:	Terminal Pembumian
PE	:	Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B	:	Beban yang menggunakan GPAS

Gambar 6.6 – Diagram perkawatan proteksi arus lebih (MCB) dengan kombinasi proteksi RCCB ≤ 30 mA Daya ≤ 2 200 VA

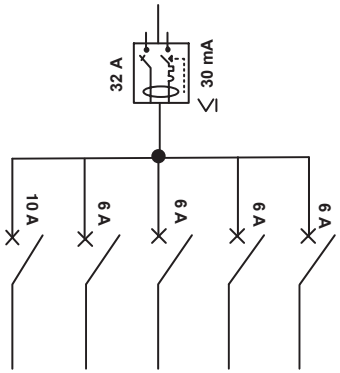
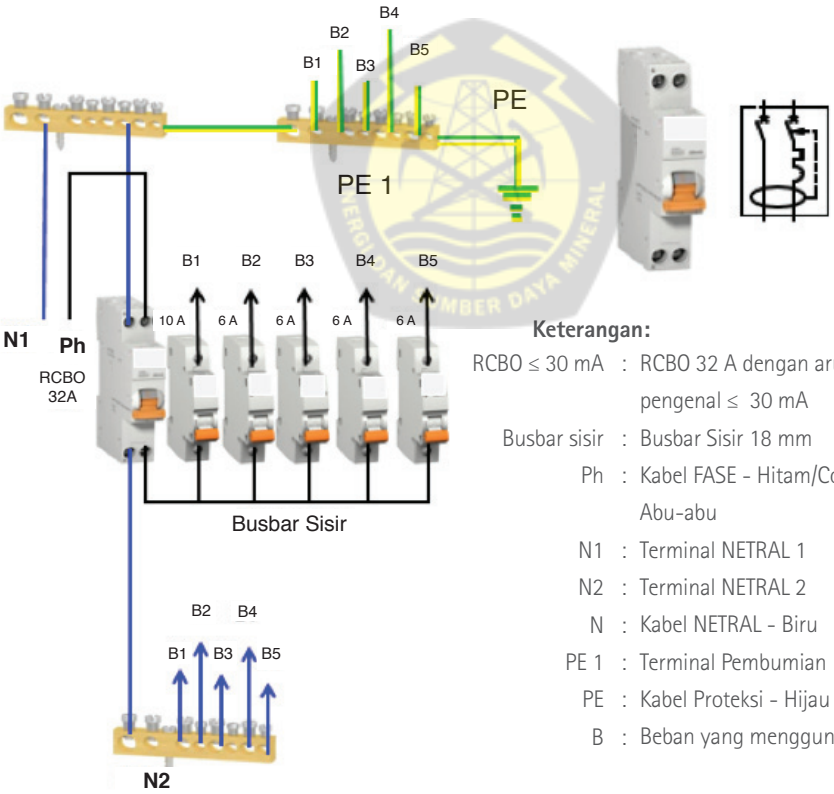


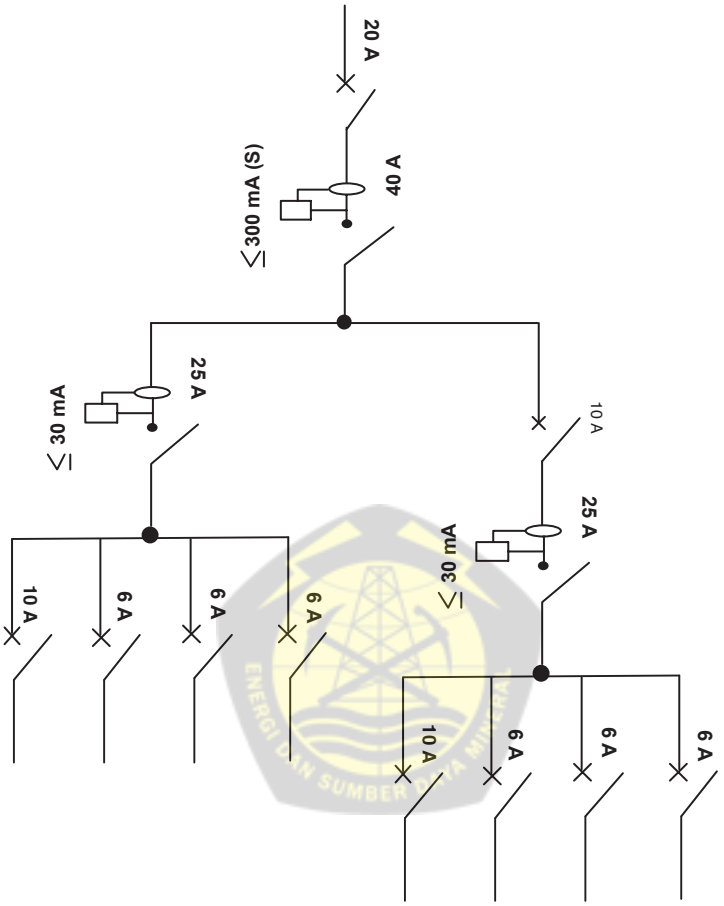
Diagram 6.7 – Diagram garis tunggal proteksi arus lebih (MCB) dengan kombinasi proteksi RCCB ≤ 30 mA Daya ≤ 2 200 VA



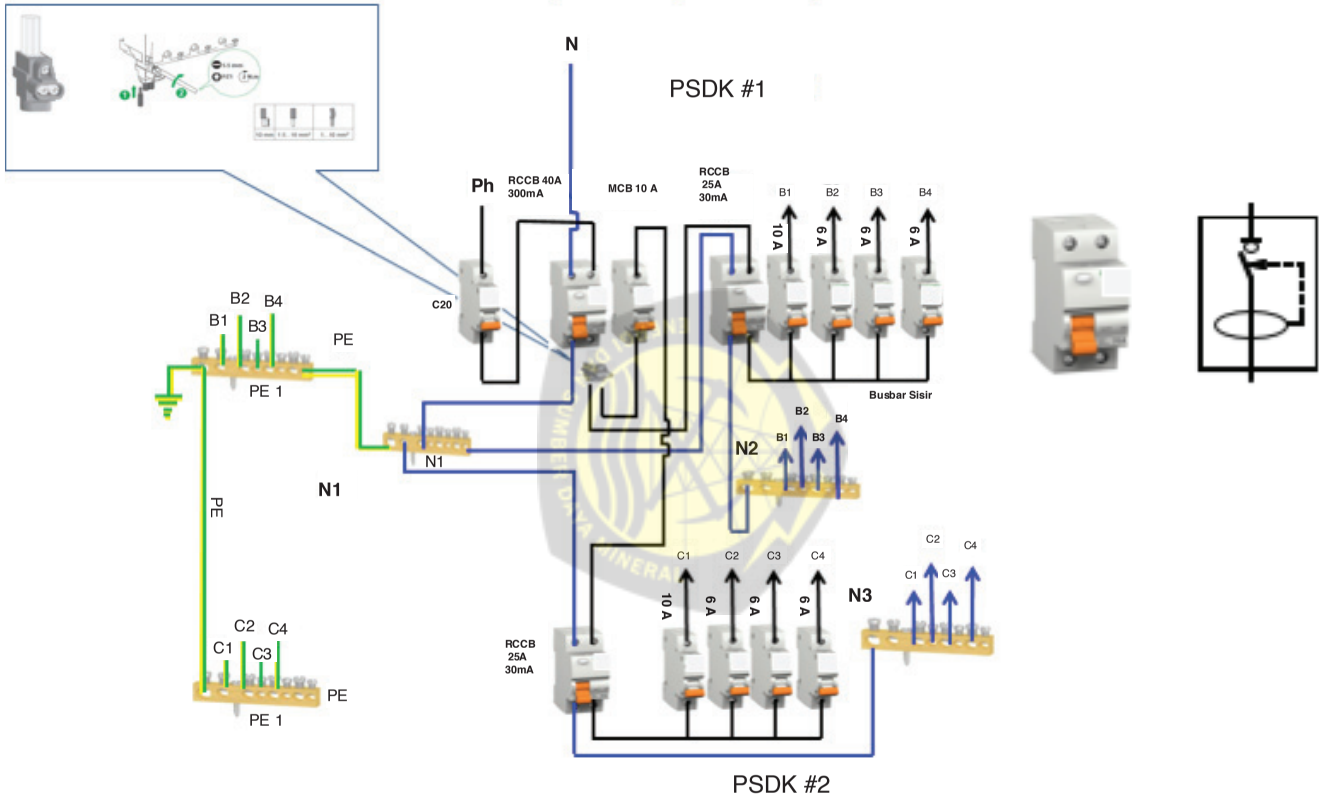
Keterangan:

RCBO ≤ 30 mA	:	RCBO 32 A dengan arus sisa pengenal ≤ 30 mA
Busbar sisir	:	Busbar Sisir 18 mm
Ph	:	Kabel FASE - Hitam/Cokelat/ Abu-abu
N1	:	Terminal NETRAL 1
N2	:	Terminal NETRAL 2
N	:	Kabel NETRAL - Biru
PE 1	:	Terminal Pembumian
PE	:	Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B	:	Beban yang menggunakan ELCB

Gambar 6.8 – Diagram perkawatan proteksi RCBO ≤ 30 mA Daya ≤ 2 200 VA



Gambar 6.9 – Diagram garis tunggal proteksi arus lebih MCB dan RCCB (300mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCCB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA

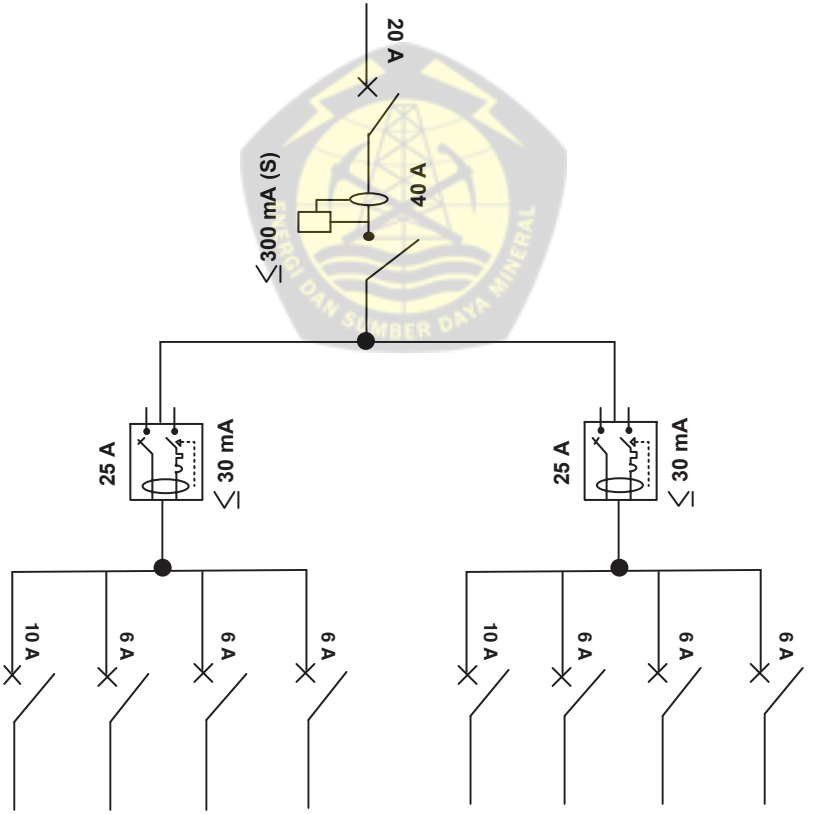


Gambar 6.10 – Diagram perkawatan proteksi arus lebih lebih MCB dan RCCB (300mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCCB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA

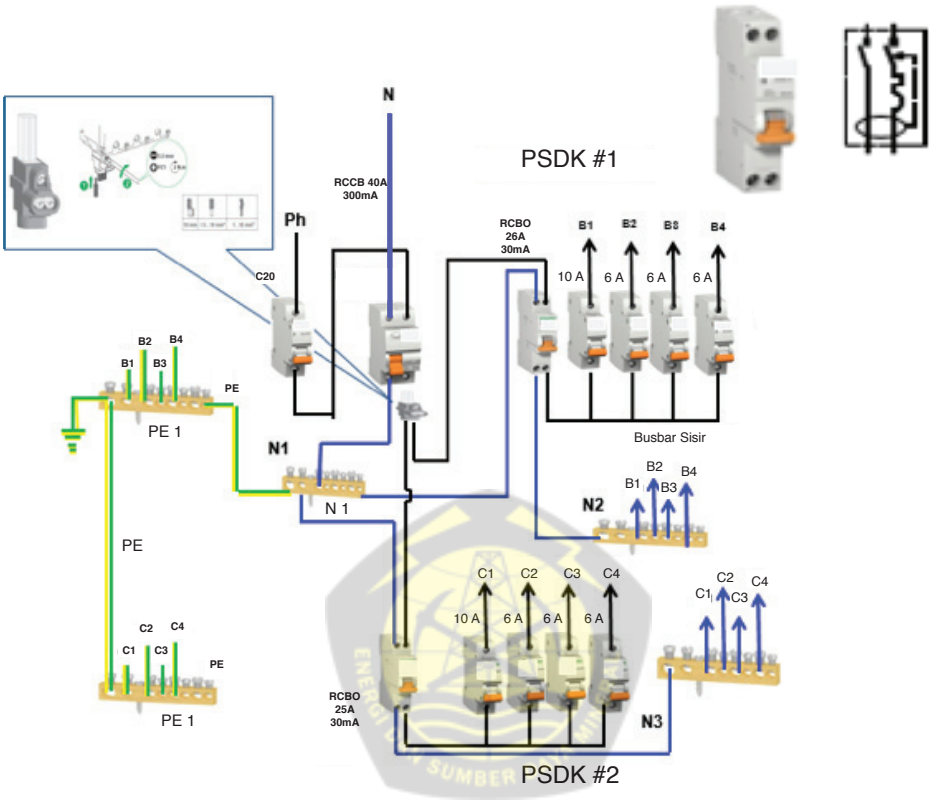
Keterangan:

MCB ≤ 20A : MCB kurang dari sama dengan 20A Proteksi 30mA
RCCB : RCCB 40A 300mA jenis S
RCCB : RCCB 25 A proteksi 30mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar Sisir : Busbar Sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu

N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCBO pertama 25A 30mA
C : Beban lantai 2 menggunakan RCBO kedua 25A 30mA



Gambar 6.11 – Diagram garis tunggal proteksi arus lebih MCB dan RCCB (300mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA

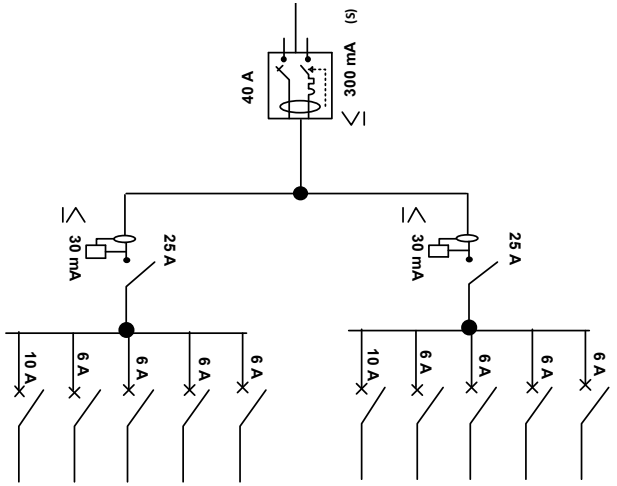


Gambar 6.12 – Diagram perkawatan proteksi arus lebih lebih MCB dan RCCB (300mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA

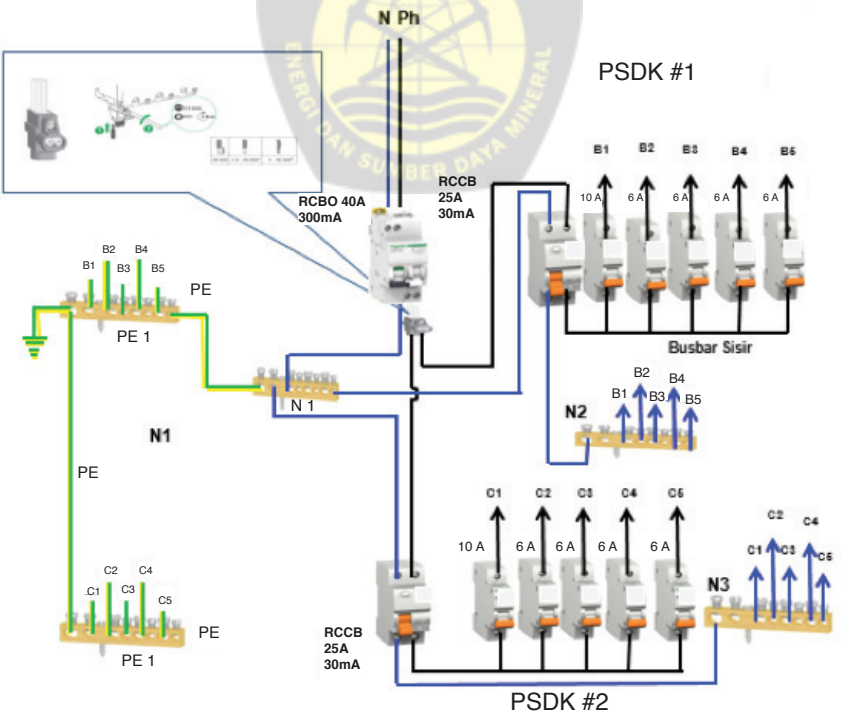
Keterangan:

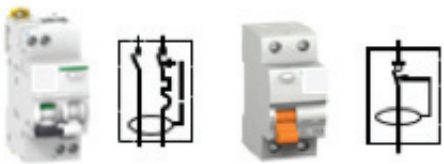
MCB ≤ 20A : MCB kurang dari sama dengan 20A
RCCB : RCCB 40A 300mA jenis S
RCBO : RCBO 25 A proteksi 30mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu

N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCBO pertama 25A, 30mA
C : Beban lantai 2 menggunakan RCBO kedua 25A, 30mA



Gambar 6.13 – Diagram garis tunggal proteksi RCBO (300 mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA

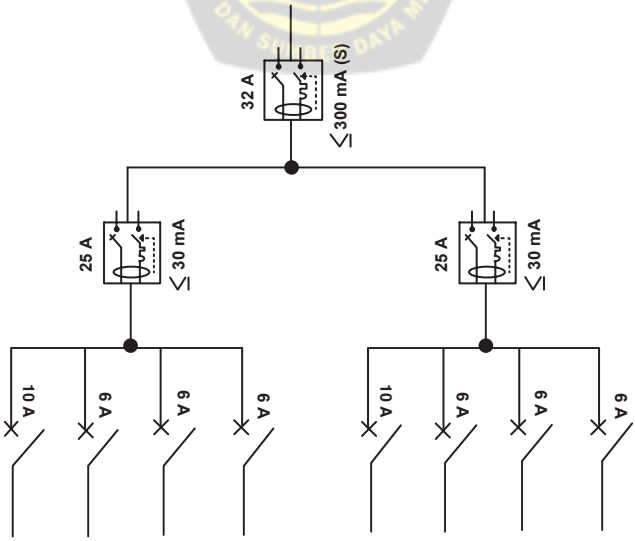




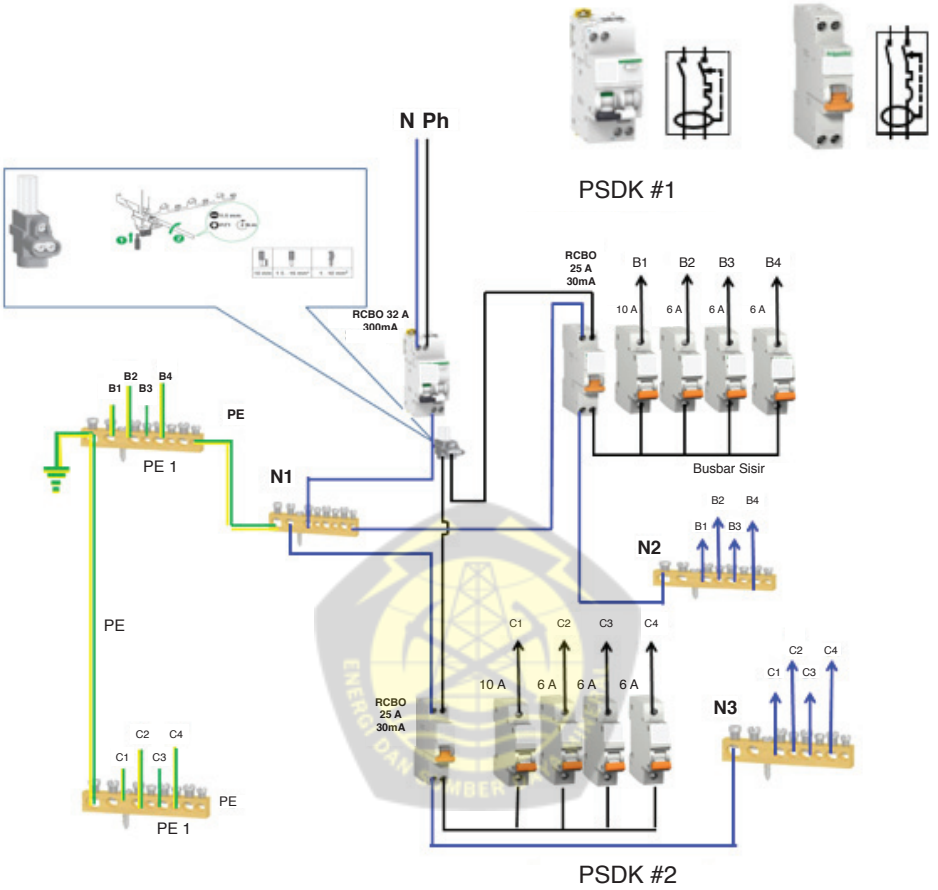
Gambar 6.14 – Diagram perkawatan proteksi-proteksi RCBO (300 mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (lanjutan)

Keterangan:

RCBO : RCBO 40A 300mA jenis S
RCCB : RCCB 25 A proteksi 30mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCBO pertama 25A 30mA
C : Beban lantai 2 menggunakan RCBO kedua 25A 30mA



Gambar 6.15 – Diagram garis tunggal proteksi RCBO (300 mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA



Keterangan:

RCBO : RCBO 32A 300mA jenis S

RCBO SLIM : RCBO 25 A proteksi 30mA

Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan

Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm

Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu

N1 : Terminal NETRAL 1

N2 : Terminal NETRAL 2

N : Kabel NETRAL - Biru

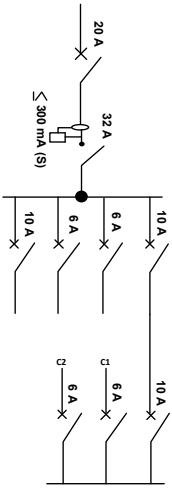
PE 1 : Terminal Pembumian

PE : Kabel proteksi - Hijau Kuning

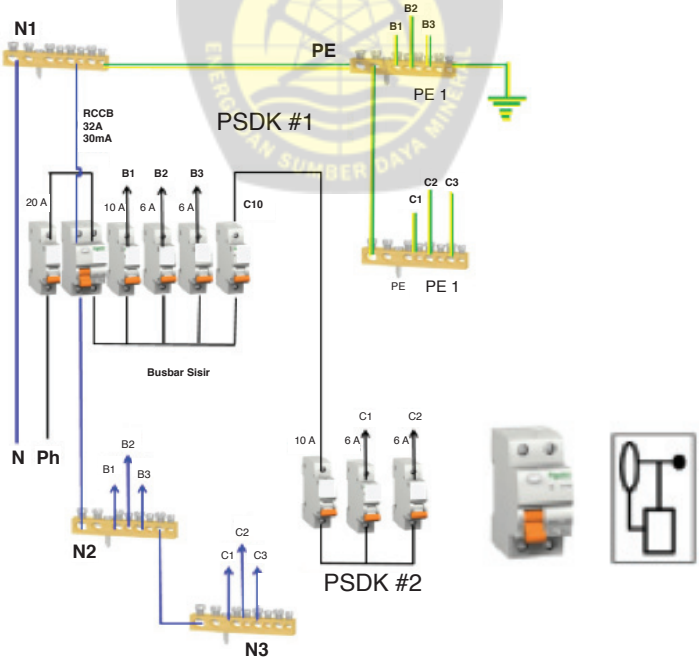
B : Beban lantai 1 menggunakan RCBO pertama 25A 30mA

C : Beban lantai 2 menggunakan RCBO kedua 25A 30mA

Gambar 6.16 – Diagram perkawatan proteksi-proteksi RCBO (300 mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA



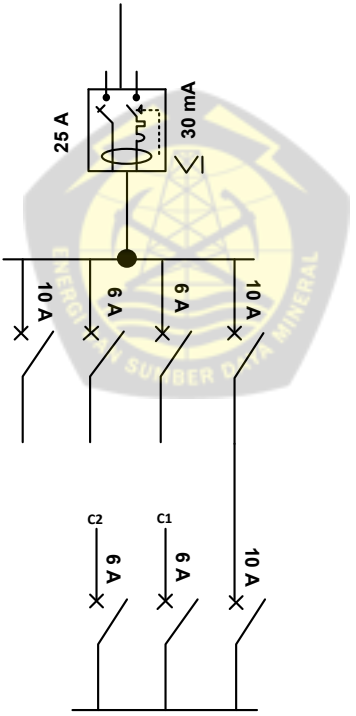
Gambar 6.17 – Diagram garis tunggal proteksi MCB kombinasi dengan RCCB ≤ 300 mA Daya 4 400 VA (2 Lantai)



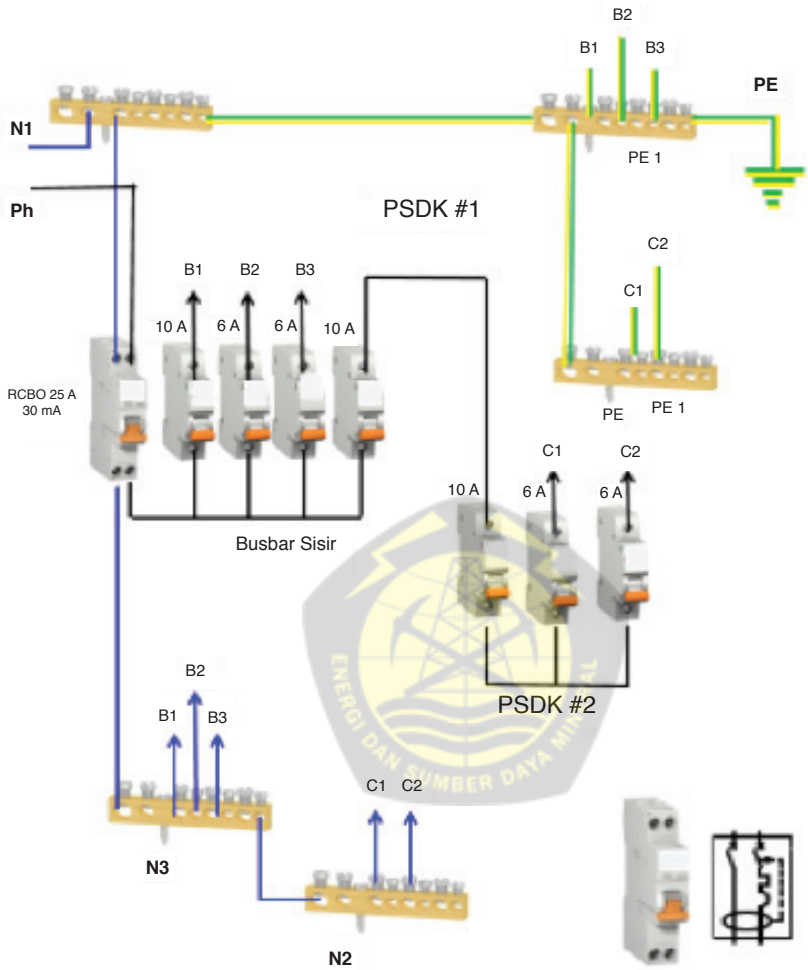
Gambar 6.18 – Diagram proteksi-proteksi RCCB (300 mA jenis S, Daya 3 500 – 4 400 VA)

Keterangan:

MCB ≤ 20A : MCB kurang dari sama dengan 20A
RCCB : RCCB 32A 300mA
Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel proteksi - Hijau Kuning
B : Beban untuk lantai 1
C : Beban untuk lantai 2



Gambar 6.19 – Diagram garis tunggal proteksi RCBO ≤ 30 mA Daya 2 200 VA (2 Lantai)



Keterangan:

RCBO : RCBO 25 A proteksi 30mA

Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm

Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu

N1 : Terminal NETRAL 1

N2 : Terminal NETRAL 2

N : Kabel NETRAL - Biru

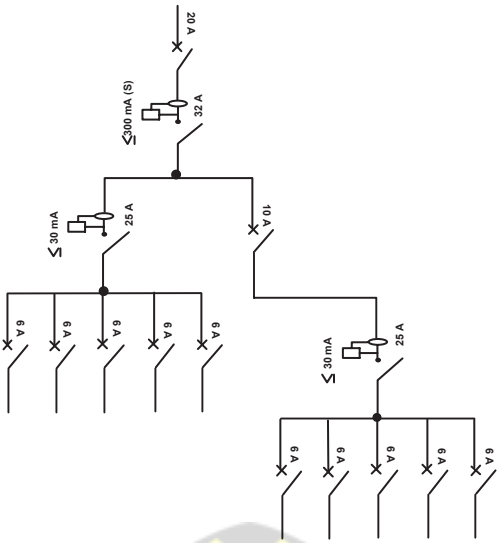
PE 1: Terminal Pembumian

PE : Kabel Proteksi- Hijau Kuning

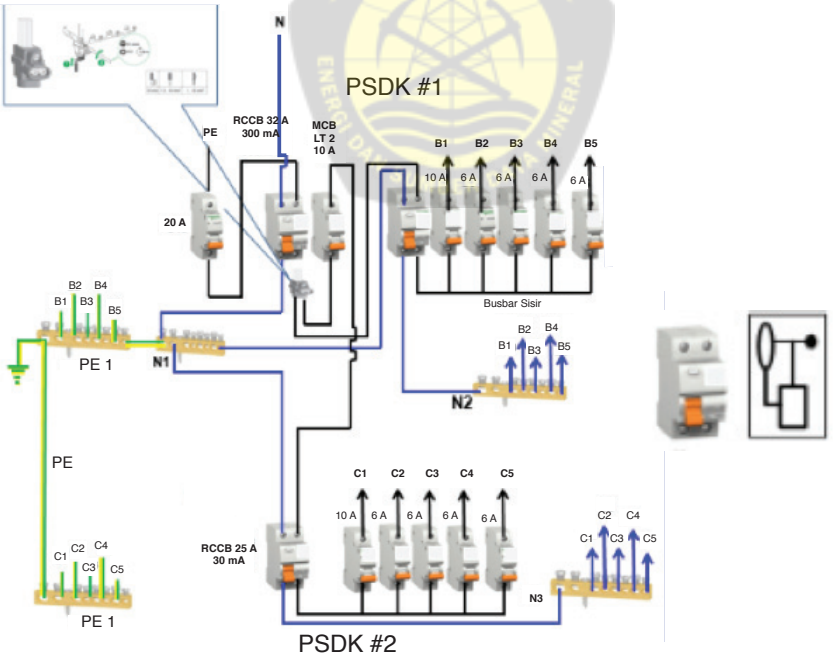
B : Beban untuk lantai 1

C : Beban untuk lantai 2

Gambar 6.20 – Diagram perkawatan proteksi-proteksi RCBO ≤ 30 mA Daya 2 200 VA (2 Lantai)



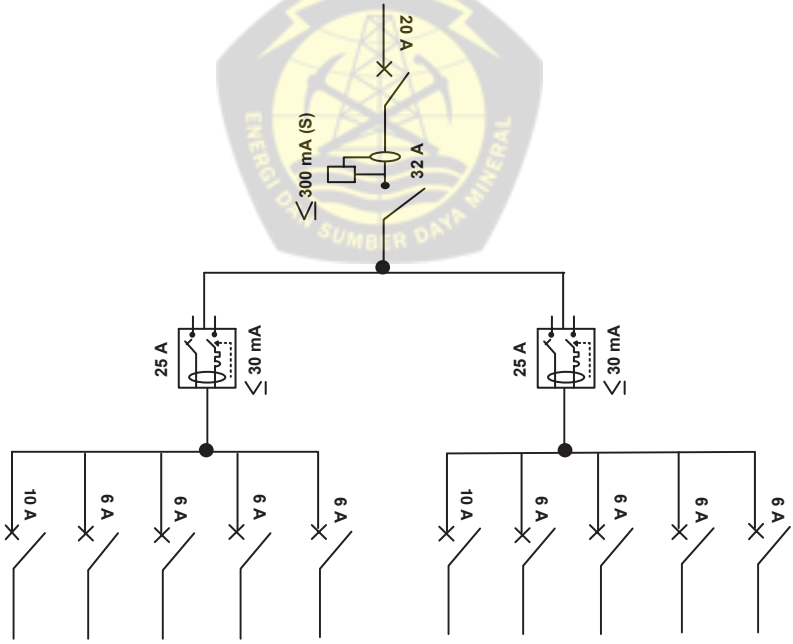
Gambar 6.21 – Diagram garis tunggal proteksi MCB dengan kombinasi RCCB ≤ 300 mA dan RCCB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai)



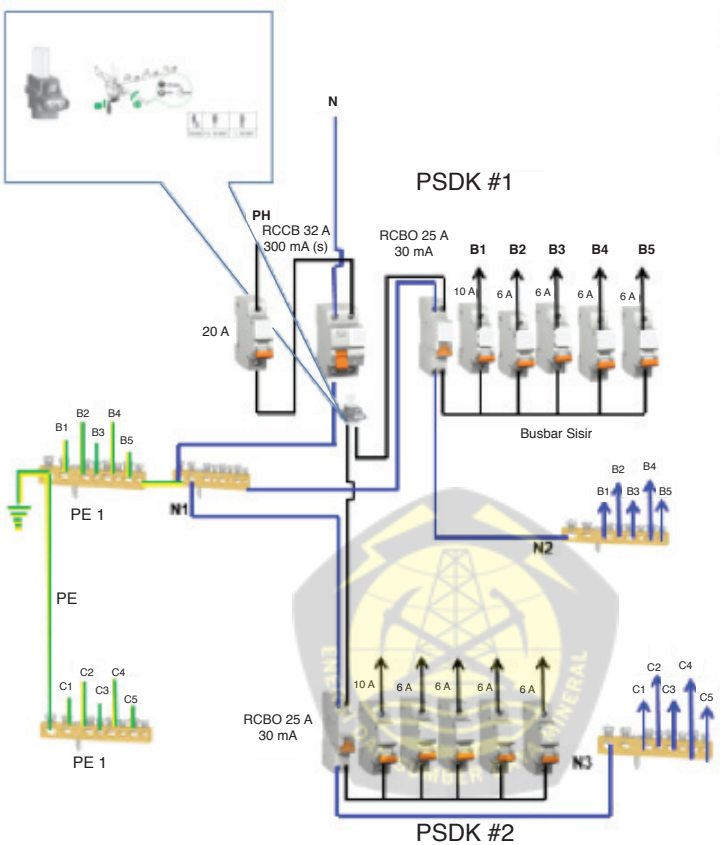
Gambar 6.22 – Diagram perkawatan proteksi MCB dengan kombinasi RCCB ≤ 300 mA dan RCCB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai)

Keterangan:

MCB ≤ 20A : MCB kurang dari sama dengan 20A
RCCB : RCCB 32 A 300mA (jenis S)
RCCB : RCCB 25 A 30 mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar Sisir : Busbar Sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCCB pertama 25A 30mA
C : Beban lantai 2 menggunakan RCCB kedua 25A 30mA



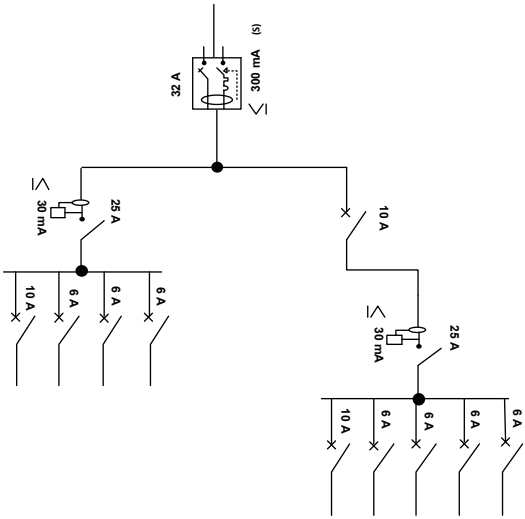
Gambar 6.23 – Diagram garis tunggal proteksi MCB dan RCCB ≤ 300 mA dengan kombinasi 2 RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai)



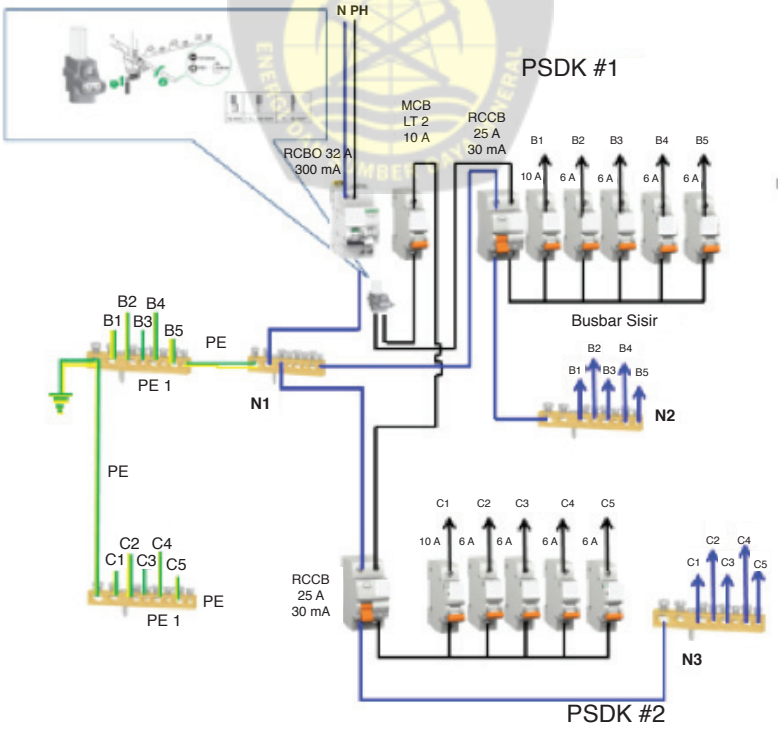
Keterangan:

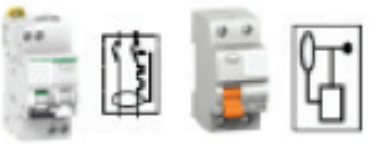
MCB ≤ 20 A : MCB kurang dari sama dengan 20A
RCCB : RCCB 32A 300mA jenis S
RCBO : RCBO *Slim* 25A 30mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCBO pertama 25A 30mA
C : Beban lantai 2 menggunakan RCBO kedua 25A 30mA

Gambar 6.24 – Diagram perkawatan proteksi MCB dan RCCB ≤ 300 mA dengan kombinasi 2 RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai)



Gambar 6.25 – Diagram garis tunggal proteksi RCBO ≤ 300 mA dengan kombinasi 2 RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai)

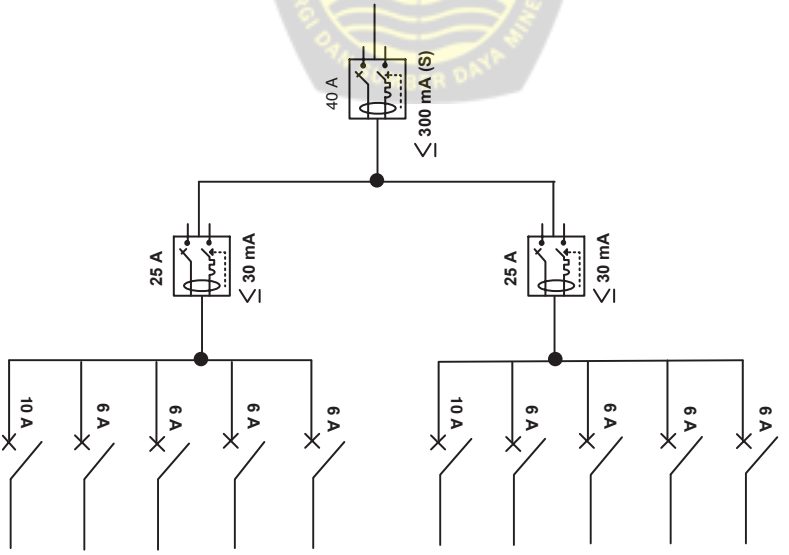




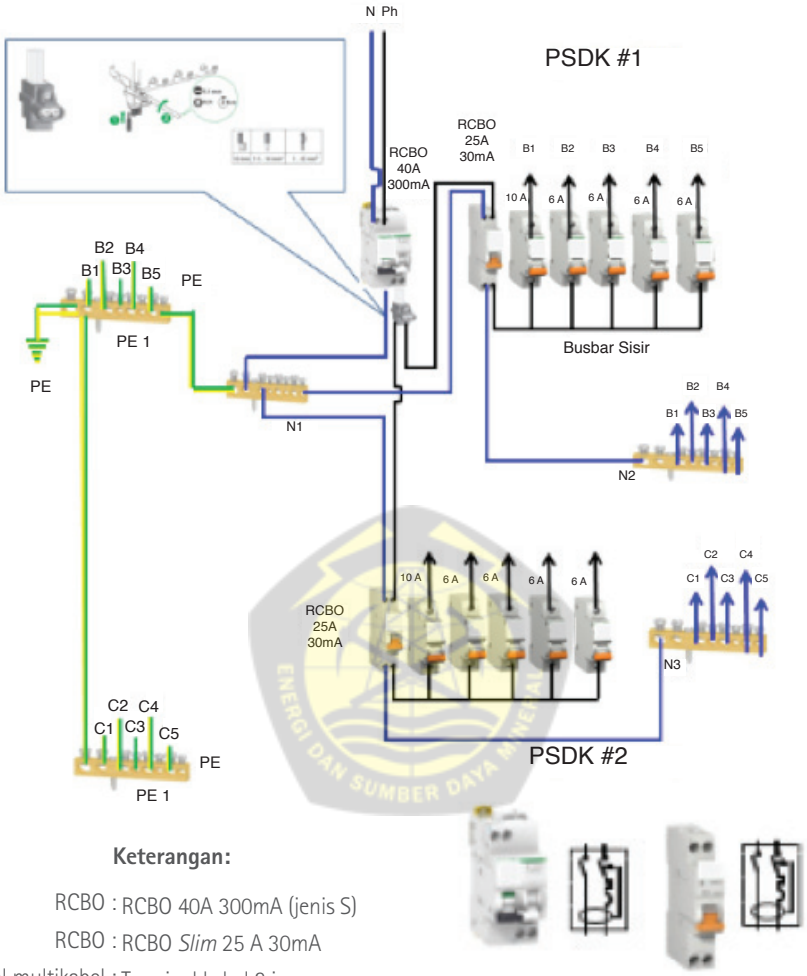
Keterangan:

RCBO : RCBO 32 A 300mA (jenis S)
RCCB : RCCB 25A proteksi 30mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm
Ph : Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1 : N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru
PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCCB pertama 25A 30mA
C : Beban lantai 2 menggunakan RCCB kedua 25A 30mA

Gambar 6.26 – Diagram perkawatan proteksi RCBO ≤ 300 mA dengan kombinasi 2 RCCB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai) (lanjutan)



Gambar 6.27 – Diagram garis tunggal proteksi RCBO ≤ 300 mA dengan kombinasi 2 RCBO ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA (2 Lantai)



Keterangan:

RCBO : RCBO 40A 300mA (jenis S)
RCBO : RCBO *Slim* 25 A 30mA
Terminal multikabel : Terminal kabel 2 jurusan
Busbar sisir : Busbar sisir 18 mm
Ph : Kabel FASE - Hitam/Cokelat/Abu-abu
N1 : Terminal NETRAL 1
N2 : Terminal NETRAL 2
N : Kabel NETRAL - Biru

PE 1 : Terminal Pembumian
PE : Kabel Proteksi - Hijau Kuning
B : Beban lantai 1 menggunakan RCBO
C : pertama 25A 30mA
Beban lantai 2 menggunakan RCBO
kedua 25A 30mA

Gambar 6.28 – Diagram perkawatan proteksi-proteksi RCBO (300 mA) dengan kombinasi proteksi 2 (dua) RCBB ≤ 30 mA Daya 3 500 – 4 400 VA

6.4 Kabel voltase rendah

6.4.1 Pemilihan kabel

Kabel harus bertanda SNI dan memenuhi seri SNI 6629 (seri IEC 60227).

Penamaan kabel:

Sesuai SNI 6629-1:2011, penamaan kabel berdasarkan jenisnya adalah sebagai berikut:

Kabel dari jenis yang dicakup dalam standar ini dinamai dengan dua angka yang didahului dengan nomor acuan standar IEC.

Angka pertama menunjukkan kelas dasar kabel; angka kedua menunjukkan jenis khusus di dalam kelas dasar.

Kelas dan jenis adalah sebagai berikut:

0 Kabel nirselubung untuk perkawatan magun (terpasang tetap).
- 01 Kabel inti tunggal nirselubung dengan konduktor kaku untuk pemakaian umum (60227 IEC 01).
- 02 Kabel inti tunggal nirselubung dengan konduktor fleksibel untuk pemakaian umum (60227 IEC 02).
- 05 Kabel inti tunggal nirselubung dengan konduktor padat untuk perkawatan internal dengan suhu konduktor 70 °C (60227 IEC 05).
- 06 Kabel inti tunggal nirselubung dengan konduktor fleksibel untuk perkawatan internal dengan suhu konduktor 70 °C (60227 IEC 06).
- 07 Kabel inti tunggal nirselubung dengan konduktor padat untuk perkawatan internal dengan suhu konduktor 90 °C (60227 IEC 07).
- 08 Kabel inti tunggal nirselubung dengan konduktor fleksibel untuk perkawatan internal dengan suhu konduktor 90 °C (60227 IEC 08).

1 Kabel berselubung untuk perkawatan magun (terpasang tetap).
- 10 Kabel berselubung PVC ringan (60227 IEC 10).

4 Kabel fleksibel nirselubung untuk penggunaan ringan.
- 41 Kabel senur tinsel pipih (60227 IEC 41).
- 42 Kabel senur nirselubung pipih (60227 IEC 42).
- 43 Kabel senur untuk untaian dekorasi (60227 IEC 43).

5 Kabel fleksibel berselubung untuk penggunaan normal.
52 Kabel senur berselubung PVC ringan (60227 IEC 52).
53 Kabel senur berselubung PVC biasa (60227 IEC 53).

7 Kabel fleksibel berselubung untuk penggunaan khusus.
71c Kabel lift berselubung PVC bundar dan kabel untuk hubungan fleksibel (60227 IEC 71c).
71f Kabel lift berselubung PVC pipih dan kabel untuk hubungan fleksibel (60227 IEC 71f).

Nomenklatur kabel yang biasa dikenal di pasar adalah sbb:

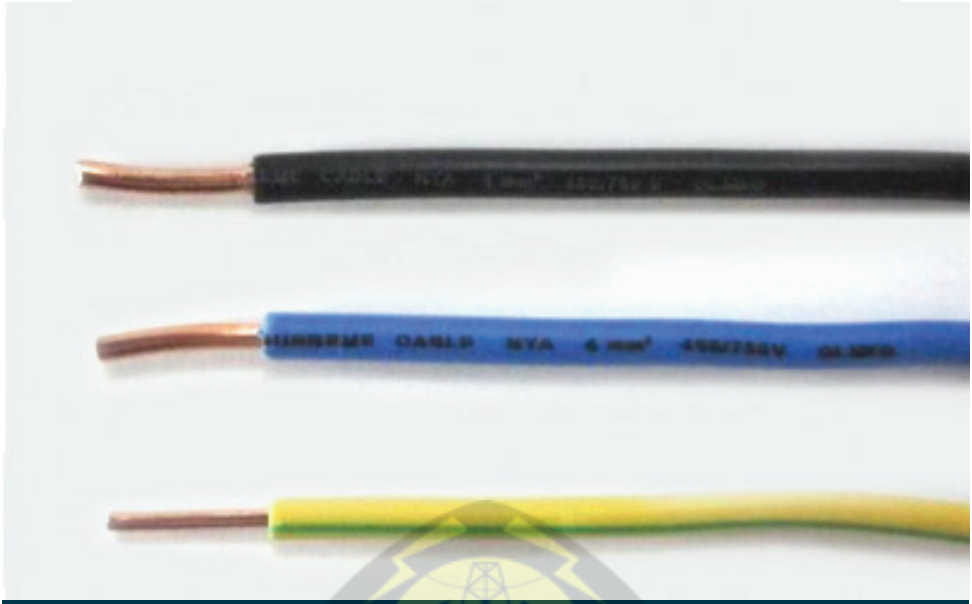
- NYA (kabel inti tunggal berinsulasi PVC nirselubung). Suhu maksimum PVC: 70 °C.
- NYM (kabel multiinti berinsulasi dan berselubung PVC)
- NYY (kabel multiinti berinsulasi dan berselubung PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 1 kV)

Konduktor: tembaga bulat padat untuk instalasi magun.

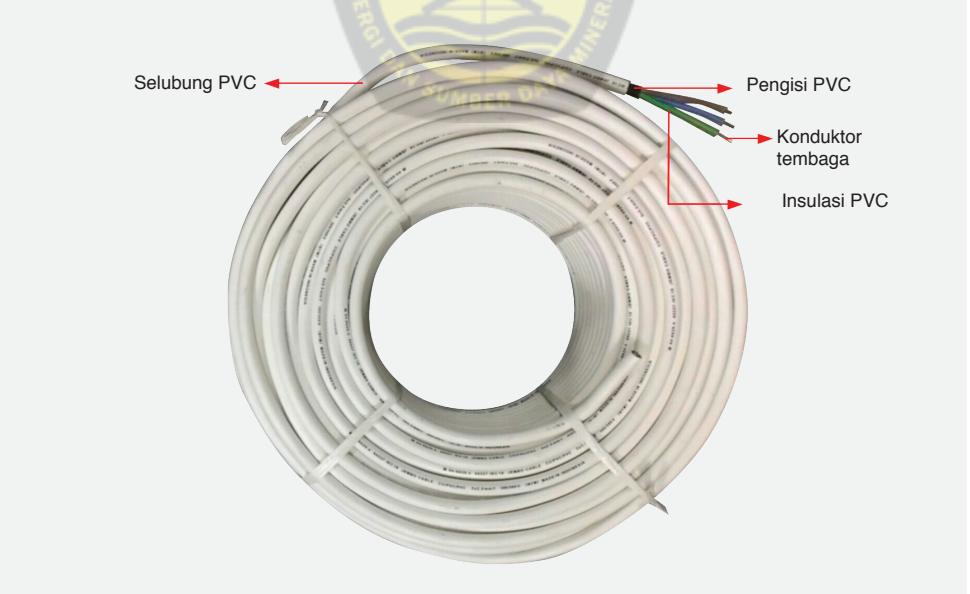
Selanjutnya lihat Bab 3 Buku Pedoman ini: Penentuan ukuran dan proteksi konduktor.
Untuk kabel NYY lihat Tabel K.52.3.5a PUIL 2011 Amd.1 sebagai berikut (tabel lengkap untuk NYY termasuk Tabel K.52.3.7a dan K.52.3.8a untuk konduktor tembaga, lihat PUIL 2011 Amd 1):

Tabel 7.3-5a KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan voltase kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah 2-inti, 3-inti dan 4-inti berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. trifase dengan voltase pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu ambien 30 °C.

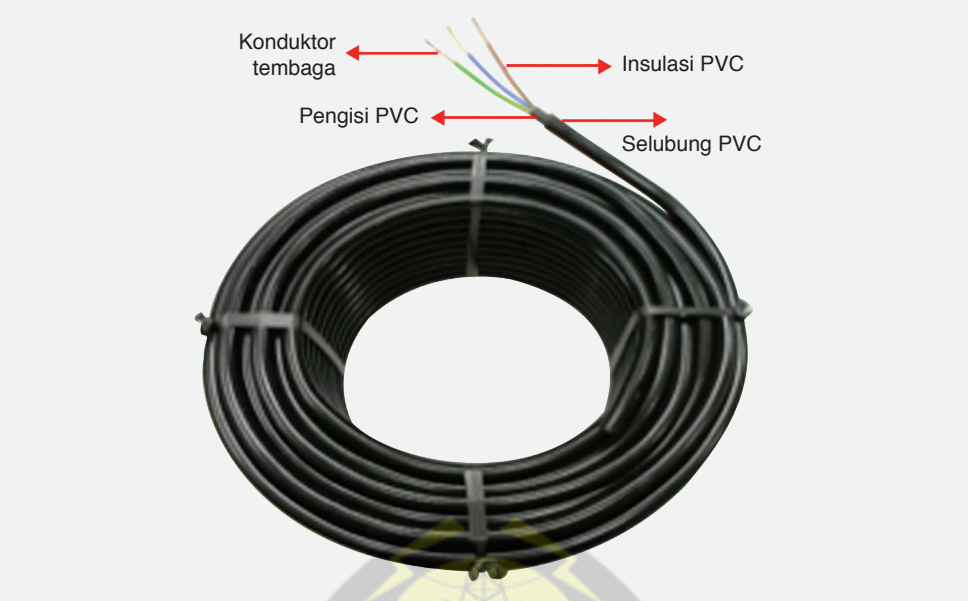
Jenis kabel	Luas penampang	KHA terus menerus					
		Inti tunggal		2-inti		3-inti dan 4-inti	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
	mm²	A	A	A	A	A	A
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NYY	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGbY							
NYRGbY	25	206	140	153	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCWY	50	296	212	222	176	185	159
NYSY							
NYCEY	70	365	269	272	224	228	202
NYSEY	95	438	331	328	271	275	244
NYHSY	120	499	386	375	314	313	282
NYKY							
NYKBY	150	561	442	419	361	353	324
NYKFGBY	185	637	511	475	412	399	371
NYKRGbY	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-



Gambar kabel NYA



Gambar kabel NYM



Gambar kabel NYY

Gambar 6.29 – Jenis nomenklatur kabel

6.4.2 Pemasangan kabel

6.4.2.1 Metode pemasangan kabel

Berdasarkan Tabel A.52.1 dan A.52.3 PUIL 2011 Amd. 1 sbb:

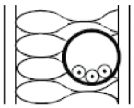
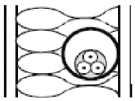
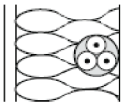
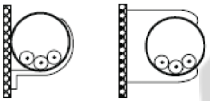
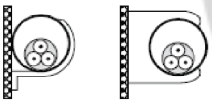
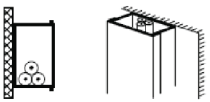
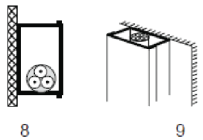
Tabel A.52.1 – Metode pemasangan berkaitan dengan konduktor dan kabel

Konduktor dan kabel		Metode pemasangan							
		Tanpa pemagun	Langsung diklip	Sistem konduit	Sistem berumbung kabel (termasuk berumbung pinggiran (*skirt*), berumbung benam di lantai)	Sistem talang kabel	Tangga kabel, rak kabel, braket kabel	Di atas insulator	Kawat penopang
Konduktor telanjang		-	-	-	-	-	-	+	-
Konduktor [b] berinsulasi		-	-	+	+ [a]	+	-	+	-
Kabel berselubung (termasuk berarmor dan berinsulasi mineral	Multi-inti	+	+	+	+	+	+	o	+
	Inti tunggal	o	+	+	+	+	+	o	+

+ diizinkan
- tidak diizinkan
o tidak dapat diterapkan, atau biasanya tidak digunakan dalam praktik

[a] Konduktor berinsulasi diperbolehkan jika sistem berumbung kabel memberikan sekurang-kurangnya tingkat proteksi IP4X atau IPXXD dan jika penutup hanya dapat dilepas dengan sarana perkakas atau tindakan sengaja.
[b] Konduktor berinsulasi yang digunakan sebagai konduktor proteksi atau konduktor ikatan proteksi dapat menggunakan setiap metode pemasangan yang sesuai dan tidak perlu diletakkan dalam sistem konduit, berumbung atau talang.

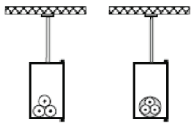
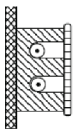
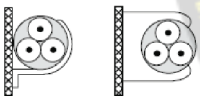
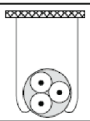
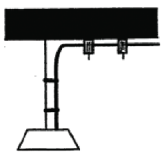
Tabel A.52.3 Contoh metode pemasangan yang memberikan petunjuk untuk memperoleh KHA

No urut	Metode pemasangan	Uraian	Metode acuan pemasangan yang digunakan untuk memperoleh KHA (lihat Lampiran B)
1		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam konduit dalam dinding berinsulasi secara termal [a, c]	A1
2		Kabel multiinti dalam konduit dalam dinding berinsulasi secara termal [a, c]	A2
3		Kabel multiinti langsung dalam dinding berinsulasi secara termal [a, c]	A1
4		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam konduit pada dinding kayu atau tembok atau berjarak kurang dari 0,3 x diameter konduit dari dinding [c]	B1
5		Kabel multiinti dalam konduit pada dinding kayu atau tembok atau berjarak kurang dari 0,3 x diameter konduit dari dinding [c]	B2
6 7		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam berumbung kabel (termasuk berumbung multikompartemen) pada dinding kayu atau tembok - arah horizontal [b] - arah vertikal [b, c]	B1
8 9		Kabel multiinti dalam berumbung kabel (termasuk berumbung multikompartemen) pada dinding kayu atau tembok - arah horizontal [b] - arah vertikal [b, c]	Dalam pertimbangan [d] Metode B2 dapat digunakan

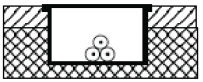
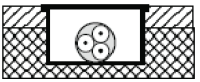
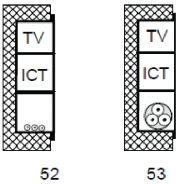
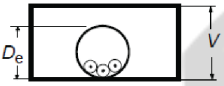
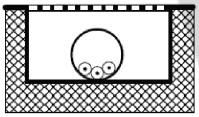
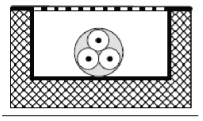
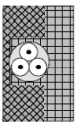
CATATAN 1 Gambar tidak dimaksudkan untuk menggambarkan produk atau praktik pemasangan sebenarnya tapi menunjukkan metode yang diuraikan.

CATATAN 2 Semua catatan kaki dapat ditemukan pada halaman terakhir Tabel A.52.3.

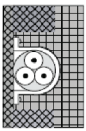
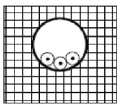
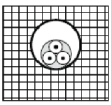
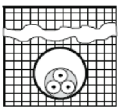
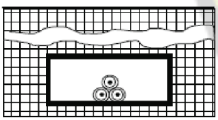
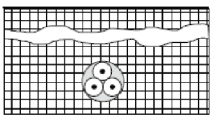
Tabel A.52.3 (sambungan)

No urut	Metode pemasangan	Uraian	Metode acuan pemasangan yang digunakan untuk memperoleh KHA (lihat Lampiran B)
10		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam berumbung kabel gantung [b]	B1
11		Kabel multiinti dalam berumbung kabel gantung [b]	B2
12		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam cetakan [c, e]	A1
15		Konduktor berinsulasi dalam konduit atau kabel inti tunggal atau multiinti dalam *architrave* [c, f]	A1
16		Konduktor berinsulasi dalam konduit atau kabel inti tunggal atau multiinti pada rangka jendela [c, f]	A1
20		Kabel inti tunggal atau multiinti: - magun pada atau berjarak kurang dari 0,3 x diameter dari dinding kayu atau tembok [c]	C
21		Kabel inti tunggal atau multiinti: - magun langsung di bawah plafon	C, dengan item 3 Tabel B.52.17
22		Kabel inti tunggal atau multiinti: - berjarak dari plafon	Dalam pertimbangan Metode E dapat digunakan
23		Insulasi magun dari pemanfaat listrik gantung	C, dengan item 3 Tabel B.52.17

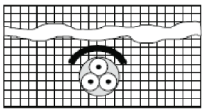
Tabel A.52.3 (sambungan)

No urut	Metode pemasangan	Uraian	Metode acuan pemasangan yang digunakan untuk memperoleh KHA (lihat Lampiran B)
50		Kabel berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam berumbung kabel tanam dalam lantai	B1
51		Kabel multiinti dalam berumbung kabel tanam dalam lantai	B2
52		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam berumbung kabel tanam [c]	B1
53		Kabel multiinti dalam berumbung tanam [c]	B2
54		Konduktor berinsulasi atau kabel inti tunggal dalam konduit dalam kanal kabel nirventilasi horizontal atau vertikal [c, i, l, n]	$1{,}5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
55		Kabel berinsulasi dalam konduit dalam kanal kabel terbuka atau berventilasi dalam lantai [m,n]	B1
56		Kabel inti tunggal atau multiinti berselubung dalam kanal kabel terbuka atau berventilasi horizontal atau vertikal	B1
57		Kabel inti tunggal atau multiinti langsung dalam tembok yang mempunyai resistivitas termal tidak lebih besar dari 2 K·m/W Tanpa proteksi mekanis tambahan [o, p]	C

Tabel A.52.3 (sambungan)

No urut	Metode pemasangan	Uraian	Metode acuan pemasangan yang digunakan untuk memperoleh KHA (lihat Lampiran B)
58		Kabel inti tunggal atau multiinti langsung dalam tembok yang mempunyai resistivitas termal tidak lebih besar dari 2 K·m/W Dengan proteksi mekanis tambahan [o, p]	C
59		Konduktor berinsulasi atau kabel multiinti dalam konduit dalam tembok [p]	B1
60		Kabel multiinti dalam konduit dalam tembok [p]	B2
70		Kabel multiinti dalam konduit atau dalam talang kabel dalam tanah	D1
71		Kabel inti tunggal dalam konduitvdalam talang kabel dalam tanah	D1
72		Kabel inti tunggal atau multiinti berselubung langsung dalam tanah - tanpa proteksi mekanis tambahan	D2

Tabel A.52.3 (sambungan)

No urut	Metode pemasangan	Uraian	Metode acuan pemasangan yang digunakan untuk memperoleh KHA (lihat Lampiran B)
73		Kabel inti tunggal atau multiinti berselubung langsung dalam tanah - dengan proteksi mekanis tambahan q	D2

a Permukaan bagian dalam dinding mempunyai konduktans termal tidak kurang dari 10 W/m2·K.
b Nilai yang diberikan untuk metode pemasangan Bi dan B2 dalam Lampiran B adalah untuk sirkit tunggal. Jika terdapat lebih dari satu sirkit dalam berumbung, faktor reduksi kelompok dalam Tabel B.52.17 dapat diterapkan, tidak tergantung dari adanya barier internal atau partisi.
c Harus diperhatikan jika kabel mengarah vertikal dan ventilasi terbatas. Suhu ambien pada puncak bagian vertikal dapat sangat meningkat. Sedang dalam pertimbangan.
d Nilai untuk metode acuan B2 dapat digunakan.
e Resistivitas selungkup diasumsikan jelek karena bahan konstruksi dan ruang udara yang mungkin. Jika konstruksi secara termal ekuivalen dengan metode pemasangan 6 atau 7, metode acuan Bi dapat digunakan.
f Resistivitas selungkup diasumsikan jelek karena bahan konstruksi dan ruang udara yang mungkin. Jika konstruksi secara termal ekuivalen dengan metode pemasangan 6, 7, 8, atau 9, metode acuan Bi atau B2 dapat digunakan.
g Faktor dalam Tabel B.52.17 dapat juga digunakan.
h De adalah diameter eksternal kabel multiinti:
- 2,2 x diameter kabel ketika tiga kabel inti tunggal diikat dalam trefoil, atau
- 3 x diameter kabel ketika tiga kabel inti tunggal diletakkan dalam formasi datar.
i V adalah dimensi terkecil atau diameter talang tembok atau void, atau kedalaman vertikal talang, lantai atau void plafon atau kanal segi empat. Kedalaman kanal lebih penting dari lebarnya.
j De adalah diameter eksternal konduit atau kedalaman vertikal talang kabel.
l De adalah diameter eksternal konduit.
m Untuk kabel multiinti yang dipasang pada metode 55, gunakan KHA untuk metode acuan B2.
n Direkomendasikan bahwa metode pemasangan ini hanya digunakan dalam area dimana akses dibatasi kepada personel berwenang sedemikian sehingga pengurangan KHA dan bahaya kebakaran karena akumulasi debu dapat dicegah.
o Untuk kabel yang mempunyai konduktor tidak lebih besar dari 16 mm2, KHA dapat lebih tinggi.
p Resistivitas termal tembok tidak lebih besar dari 2 K·m/W, istilah "tembok" dipakai untuk mencakup batu bata, beton, plester dan serupa (selain dari bahan insulasi termal).
q Masuknya kabel terpendam langsung dalam item ini memuaskan jika resistivitas termal kira-kira 2,5 K·m/W. Untuk resistivitas tanah lebih rendah, KHA untuk kabel dipendam langsung sangat lebih tinggi daripada untuk kabel dalam talang.

Untuk kabel NYM yang ditanam kedalam beton harus dilindungi dengan konduit PVC, hal ini sesuai dengan persyaratan PUIL 2011, Tabel A.52.3 Nomor urut 60.

Tampak pekerja sedang memasukkan kabel ke dalam konduit.

Untuk kabel NYM yang ditempel pada dinding di rumah diberi klem kabel dengan jarak sesuai dengan Tabel I.52.1

Pemasangan konduit untuk belokan harus memenuhi persyaratan sesuai Tabel I.52.2

Gambar 6.30 – Pemasangan kabel pada instalasi

6.4.2.2 Jarak maksimum penopang kabel dan radius bengkokan maksimum kabel

Jarak maksimum penopang kabel dan radius bengkokan maksimum kabel berdasarkan Lampiran I PUIL 2011 Amd. 1 sbb:

I.52.1 Jarak maksimum penopang kabel nonarmor

Kabel harus ditopang secara memadai. Jarak penopang maksimum yang direkomendasikan diberikan dalam Tabel I.52.1. Ketika menentukan jarak aktual, massa kabel antara penopang harus diperhitungkan sedemikian sehingga nilai batas tarikan tidak dilampaui. Kabel tidak boleh rusak karena setiap pengekangan mekanis yang digunakan untuk penopangnya.

Pada kabel inti tunggal, jarak juga tergantung pada gaya dinamis karena arus hubung pendek; harus diperhatikan rekomendasi pabrikan.

Kabel yang telah digunakan dapat rusak jika terganggu. Hal ini timbul dari efek penuaan alami pada sifat fisik bahan yang digunakan untuk insulasi dan selubung kabel yang akhirnya dapat menimbulkan pengerasan pada bahan ini.

Tabel I.52.1 Jarak penopang untuk kabel nonarmor pada posisi dapat diakses

Diameter total (*D*) kabel [a] mm	Jarak maksimum penopang [b] mm			
	Umum		Dalam karavan	
	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
$D \leq 9$	250	400	150	150
$9 < D \leq 15$	300	400	150	150
$15 < D \leq 20$	350	450	150	150
$20 < D \leq 40$ [c]	400	550	–	–

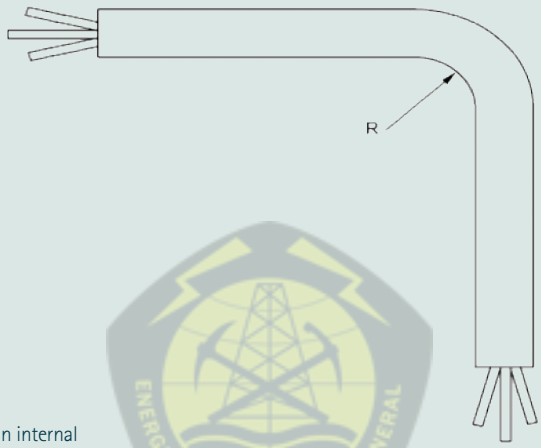
[a] Untuk kabel pipih, hal ini diambil sebagai pengukuran sumbu utama.
[b] Jarak yang dinyatakan untuk arah horizontal juga dapat diterapkan untuk arah pada sudut lebih dari 30° terhadap vertikal. Untuk arah pada sudut 30° atau kurang terhadap vertikal, dapat diterapkan jarak vertikal.
[c] Untuk jarak penopang kabel berdiameter total melebihi 40 mm, dan untuk kabel inti tunggal yang mempunyai konduktor berluas penampang 300 mm^2 atau lebih besar, harus diperhatikan rekomendasi pabrikan.

I.52.2 Radius bengkokan (kabel untuk instalasi magun)

Radius bengkokan internal (R) seperti diperlihatkan dalam Gambar I.52.1 untuk jenis kabel yang berbeda, pada keadaan normal tidak boleh kurang dari yang diberikan dalam Tabel I.52.2.

Harus diperhatikan ketika mengupas insulasi untuk memastikan tidak terjadi kerusakan pada konduktor, karena hal ini akan mempengaruhi radius bengkokan.

Radius bengkokan (R) direkomendasikan untuk suhu ambien (20 ± 10) °C. Untuk suhu di luar batas ini, rekomendasi pabrikan kabel karus diikuti.



Keterangan

R radius bengkokan internal

Gambar I.52.1 – Definisi radius bengkokan internal

Tabel I.52.2 Radius bengkokan minimum yang direkomendasikan pada suhu kabel (20 ± 10) °C

Jenis kabel	Radius bengkokan minimum			
	Diameter kabel mm ≤ 8	Diameter kabel mm > 8 ≤ 12	Diameter kabel mm > 12 ≤ 20	Diameter kabel mm > 20
Kabel untuk instalasi magun: Penggunaan normal Bengkokan hati-hati pada terminasi	4 *D* 2 *D*	5 *D* 3 *D*	6 *D* 4 *D*	6 *D* 4 *D*

6.4.2.3 Sambungan konduktor

Berdasarkan 134.1.11 PUIL 2011 sbb:

I.52.1 Jarak maksimum penopang kabel nonarmor

134.1.11 MOD (2.5.4) Sambungan listrik

134.1.11.1 MOD (2.5.4.1) Semua sambungan listrik harus baik dan bebas dari gaya tarik.

134.1.11.2 MOD (2.5.4.2) Sambungan antara konduktor serta antara konduktor dan perlengkapan listrik yang lain harus dibuat sedemikian sehingga terjamin kontak yang aman dan andal.

134.1.11.3 MOD (2.5.4.3) Gawai penyambung seperti terminal tekan, penyambung puntir tekan, atau penyambung dengan solder harus sesuai dengan bahan konduktor yang disambungnya dan harus dipasang dengan baik (lihat juga 2.5.4.4).

134.1.11.4 MOD (2.5.4.4) Dua konduktor logam yang tidak sejenis (seperti tembaga dan aluminium atau tembaga berlapis aluminium) tidak boleh disatukan dalam terminal atau penyambung puntir kecuali jika alat penyambung itu cocok untuk maksud dan keadaan penggunaannya.

134.1.11. MOD (2.5.4.5) Sambungan konduktor pada terminal harus terjamin kebaikannya dan tidak merusakkan konduktor. Menyambung kabel fleksibel harus menggunakan sambungan tekan (termasuk jenis sekrup), sambungan solder atau sambungan puntir. Sepatu kabel harus disambungkan dengan mur baut secara baik.

134.1.11.6 MOD (2.5.4.6) Sambungan puntir hanya dapat dilaksanakan:

a) dengan menggunakan kotak sambung dengan pita insulasi dan/atau lasdop;
b) pada konduktor kabel berpenampang maksimum 2,50 mm^2; dan
c) minimum sebanyak tiga puntiran.

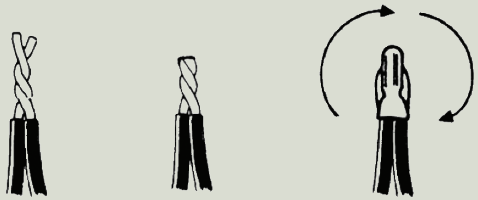
Sambungan puntir tidak boleh dilakukan pada konduktor pembumian.

134.1.11.7 MOD (2.5.4.7) Bahan yang digunakan seperti solder, *fluks*, dan pasta harus terbuat dari jenis yang tidak berakibat buruk terhadap instalasi dan perlengkapan listrik.

PENJELASAN

Persyaratan sambungan puntir ini harus dipenuhi semuanya. Jika salah satu tidak terpenuhi, maka dilarang menyambung dengan sambungan puntir.

Contoh sambungan puntir dengan lasdop:



Langkah 1

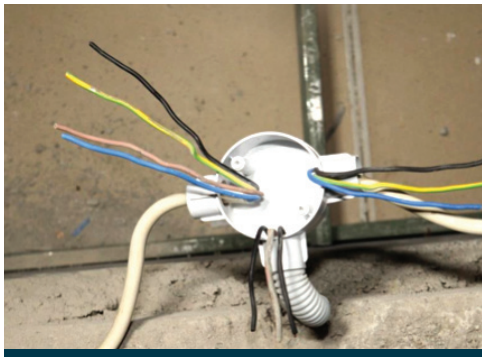
Kupas kira-kira 2,5 cm insulasi dari ujung kabel yang akan disambung.
Puntir ujung kawat tanpa insulasi sedikitnya satu setengah puntiran searah jarum jam.

Langkah 2

Potong puntiran kawat hingga sambungan kawat menjadi 1,25 cm.

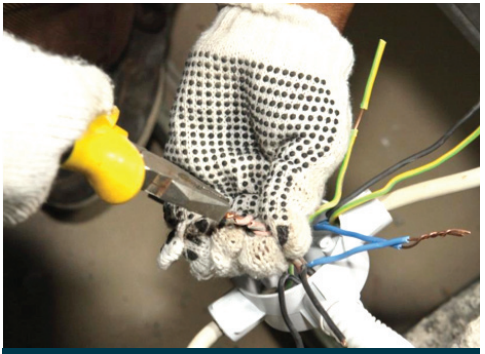
Langkah 3

Tutup sambungan kawat dengan lasdop dengan memuntir searah jarum jam.



Tampilan instalasi terminasi sebelum dilakukan penyambungan puntir di dalam kotak sambung.

Kupas kira-kira 2,5 cm insulasi dari ujung kabel yang akan disambung dan puntir kabel tersebut..



Puntir ujung kawat tanpa insulasi dan tahan pada pangkal kawat agar puntiran kuat dan kokoh.

Puntir semua sambungan kabel secara sempurna dan usahakan kabel tidak bersilangan.

Tutup semua sambungan puntir dengan pita insulasi dan pasang lasdop. Kemudian runut kabel hasil sambungan melingkari sisi terluar di dalam bagian kotak sambung serta usahakan kabel fase terpisah jauh dengan kabel netral.

Tutup kotak sambung tersebut dengan penutup dan kencangkan sebaik mungkin, hal ini akan mengurangi pengaruh dari luar.

Gambar 6.31 – Penyambungan konduktor

6.5 Konduktor pembumian

6.5.1 Pemilihan konduktor pembumian

Lihat 3.4 Bab 3 Buku Pedoman ini.

Gambar 6.32 – Konduktor pembumian 25 mm²

Catatan

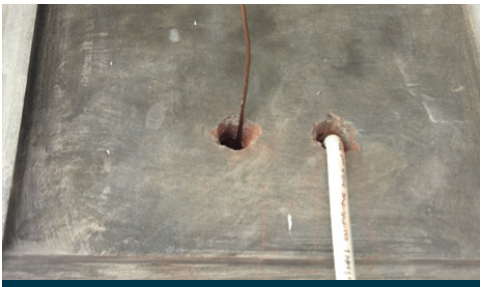
Pada jenis kabel berinti lebih dari 2 yang dalam 1 set kabel tersebut telah dilengkapi dengan kabel pembumian (berwarna loreng kuning hijau) dengan syarat ukuran inti konduktor pembumian tersebut sama atau lebih besar, maka konduktor tersebut dapat digunakan.

6.5.2 Pemasangan konduktor pembumian

Lihat 3.4 Bab 3 Buku Pedoman ini.

Penyambungan konduktor pembumian dengan elektrode bumi, pastikan sambungan nya kencang sesuai PUIL Bagian 5-54 subayat 542.3.2 CATATAN 1 MOD klem pada elektrode pipa harus menggunakan baut dengan diameter minimal 10 mm

Sebelum konduktor pembumian ditanam kedalam beton ada baik nya dimasukkan kedalam konduit, sehingga memudahkan mengganti kabel jika dikemudian hari terkait pengembangan sebuah instalasi.



Ujung konduktor pembumian hendaknya ditempatkan berdekatan dengan kabel lin utama sehingga memudahkan saat menghubungkan ke meter kWh.

Gambar 6.33 – Pemasangan konduktor pembumian

6.6 Elektrode bumi

6.6.1 Pemilihan elektrode bumi

Pemilihan elektrode bumi berdasarkan PUIL 2011 Amd 3 sbb:

542 (3.18) Susunan pembumian

542.1 (3.18.1) Persyaratan umum

542.1.1 (3.18.1.1) Susunan pembumian dapat digunakan tersambung atau terpisah untuk keperluan proteksi dan fungsional menurut persyaratan instalasi listrik. Persyaratan untuk keperluan proteksi harus selalu lebih diutamakan.

542.1.2 MOD (3.18.1.2) Elektrode bumi pada instalasi harus dihubungkan pada terminal pembumian utama dengan menggunakan konduktor pembumian.

Elektrode bumi ialah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi (lihat 542.2.3).

Konduktor pembumian yang tidak berinsulasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian elektrode bumi.

542.1.3 Bila suplai ke instalasi adalah pada voltase tinggi, persyaratan berkaitan dengan susunan pembumian suplai voltase tinggi dan instalasi voltase rendah harus juga memenuhi Ayat 442 Bagian 4-44.

542.1.4 (3.18.1.4) Persyaratan untuk susunan pembumian dimaksudkan untuk memberikan hubungan ke bumi:

- yang handal dan sesuai untuk persyaratan proteksi instalasi;
- yang dapat menghantarkan arus gangguan bumi dan arus konduktor proteksi ke bumi tanpa bahaya dari stres termal, termomekanis dan elektromekanis serta dari kejut listrik yang timbul dari arus ini;
- jika relevan, yang juga sesuai untuk persyaratan fungsional;
- cocok untuk dapat memperkirakan pengaruh eksternal (lihat Bagian 5-51), misal stres mekanis dan korosi.

542.1.5 Pertimbangan harus diberikan untuk susunan pembumian di mana arus dengan frekuensi tinggi diperkirakan akan mengalir (lihat Ayat 444 Bagian 4-44)

542.1.6 Proteksi terhadap kejut listrik, sebagaimana dinyatakan dalam Bagian 4-41, tidak boleh dipengaruhi secara merugikan oleh sembarang perubahan resistans elektrode bumi yang diperkirakan (misalnya akibat korosi, pengeringan atau pembekuan).

542.2 (3.18.2) Elektrode bumi

542.2.1 Jenis, bahan dan dimensi elektrode bumi harus dipilih untuk tahan terhadap korosi dan untuk mempunyai kuat mekanis yang memadai pada umur yang dimaksudkan.

CATATAN 1 Untuk korosi, parameter berikut dapat dipertimbangkan: pH tanah di lokasi, resistivitas tanah, kelembapan tanah, arus a.b. dan a.s bocor dan sasar, kontaminasi kimia dan kedekatan dengan bahan yang berlainan.

Untuk bahan yang biasa digunakan untuk elektrode bumi, ukuran minimum biasa dari sudut pandang korosi dan kuat mekanis untuk elektrode bumi ketika ditanam dalam tanah diberikan dalam Tabel 54.1

CATATAN 2 Ketebalan minimum pelapisan proteksi lebih besar untuk elektrode vertikal dibanding untuk elektrode bumi horisontal, karena lebih besarnya paparan pada stres mekanis pada saat ditanam.

Jika disyaratkan sistem proteksi petir (SPP), berlaku 5.4 IEC 62305-3:2006.

Tabel 54.1 – Ukuran minimum elektrode bumi yang biasa digunakan, dipendam dalam tanah atau beton yang digunakan untuk mencegah korosi dan memberikan kuat mekanis

Bahan dan permukaan	Bentuk	Diameter mm	Luas penampang mm^2	Tebal mm	Berat lapisan g/m^2	Tebal lapisan/ selubung µm
Baja dipendam dalam beton (telanjang, galvanis panas atau tahan karat)	Kawat bundar	10				
	Pita atau bilah padat		75	3		
Baja galvanis celup panas	Bilah[b] atau bilah/pelat sektor – Pelat padat – Pelat kekisi		90	3	500	63
	Batang bundar dipasang vertikal	16			350	45
	Kawat bundar dipasang horizontal	10			350	45
	Pipa	25		2	350	45
	Pilin (dipendam dalam beton)		70			
	Profil salib dipasang vertikal		(290)	3		
Baja berselubung tembaga	Batang bundar dipasang vertikal	(15)				2 000
Baja dengan lapisan tembaga sepuh listrik	Batang bundar dipasang vertikal	14				250[e]
	Batang bundar dipasang horizontal	(8)				70
	Bilah dipasang horizontal		90	3		70
Baja tahan karat[a]	Bilah[b] atau bilah/pelat sektor		90	3		
	Batang bundar dipasang vertikal	16				
	Batang bundar dipasang horizontal	10				
	Pipa	25		2		
Tembaga	Bilah		50	2		
	Kawat bundar dipasang horizontal		(25)[d] 50			
	Batang bundar padat dipasang vertikal	(12) 15				
	Kawat pilin	1,7 untuk pilinan individu kawat	(25)[d] 50			
	Pipa	20		2		
	Pelat padat			(1,5) 2		
	Pelat kekisi			2		

CATATAN Nilai dalam kurung hanya dapat diterapkan untuk proteksi terhadap kejut listrik, sedang nilai tidak dalam kurung dapat diterapkan untuk proteksi petir dan untuk proteksi terhadap kejut listrik.

[a] Kromium ≥ 16 %, Nikel ≥ 5 %, Molibdenum ≥ 2 %, Karbon ≤ 0,08 %.
[b] Sebagai bilah dirol atau bilah belah dengan tepi dibundarkan.
[c] Lapisan harus halus, kontinu dan bebas dari noda aliran air.
[d] Jika pengalaman menunjukkan bahwa risiko korosi dan kerusakan mekanis sangat rendah, dapat digunakan 16 mm^2.
[e] Tebal ini diberikan untuk tahan terhadap kerusakan mekanis lapisan tembaga selama proses pemasangan. Tebal dapat dikurangi menjadi tidak kurang dari 100 µm jika tidakan pencegahan khusus untuk menghindari kerusakan mekanis tembaga selama proses pemasangan (misalnya lubang bor atau ujung proteksi khusus) digunakan menurut petunjuk pabrikan.

CATATAN 1 MOD Jika terdapat sistem proteksi petir (SPP), berlaku seri IEC 62305.

CATATAN 2 MOD Untuk elektrode bumi jenis pipa, panjang minimum 1,5 m.

CATATAN 3 MOD (3.18.2.3.2) Jika keadaan tanah sangat korosif atau jika digunakan elektrode baja nongalvanis, dianjurkan untuk menggunakan luas penampang atau tebal sekurang-kurangnya 150 % dari yang tertera dalam Tabel 54.1.

CATATAN 4 MOD (3.18.2.3.3) Jika elektrode pita hanya digunakan untuk mengatur gradien voltase, luas penampang minimum pada baja galvanis atau berlapis tembaga harus 16 mm2 dan pada tembaga 10 mm^2.

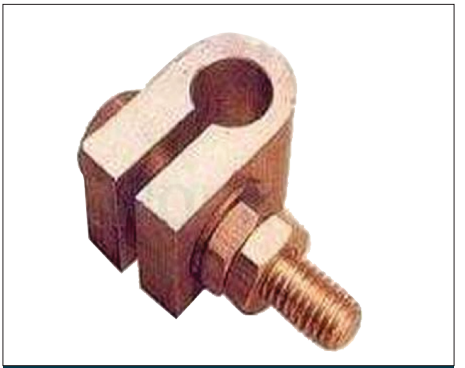
542.2.3 Berikut adalah contoh elektrode bumi yang dapat digunakan:

- elektrode logam ditanam langsung dalam tanah vertikal atau horizontal (misalnya batang, kawat, pita, pipa atau pelat);

542.2.4 Ketika memilih jenis dan kedalaman tanam elektrode bumi, harus dipertimbangkan kerusakan mekanis yang mungkin dan kondisi lokal untuk meminimalkan efek pengeringan dan pembekuan tanah.

542.2.5 Harus dipertimbangkan korosi elektrolitik jika menggunakan bahan berbeda dalam susunan pembumian. Untuk konduktor eksternal (misalnya konduktor pembumian) yang dihubungkan ke elektrode bumi fondari di tanam dalam beton, hubungan yang dibuat dari baja galvanis celup panas tidak boleh ditanam dalam tanah.

Batang elektrode bumi.



Konektor elektrode bumi

Gambar elektrode bumi

6.6.2 Pemasangan elektrode bumi

Pemasangan elektrode bumi berdasarkan PUIL 2011 Amd 3 adalah sbb:

542.2.11 MOD (3.18.2.6) Pemasangan dan susunan elektrode bumi

542.2.11.1 MOD (3.18.2.6.1) Untuk memilih macam elektrode bumi yang akan dipakai, harus diperhatikan terlebih dahulu kondisi lokal, sifat tanah, dan resistans pembumian yang diperkenankan.

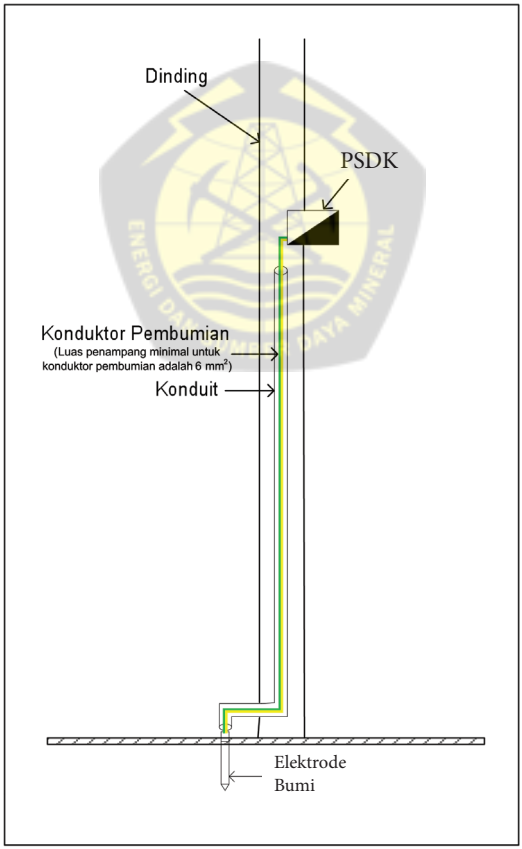
542.2.11.2 MOD (3.18.2.6.2) Permukaan elektrode bumi harus berhubungan baik dengan tanah sekitarnya. Batu dan kerikil yang langsung mengenai elektrode bumi memperbesar resistans pembumian.

542.2.11.3 MOD (3.18.2.6.3) Jika keadaan tanah mengizinkan, elektrode pita harus ditanam sedalam 0,5 sampai 1 meter.

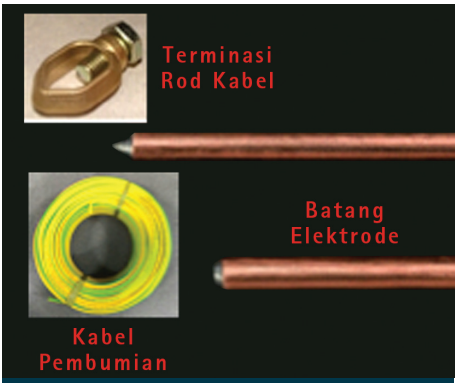
Pengaruh kelembaban lapisan tanah terhadap resistans pembumian agar diperhatikan. Panjang elektrode bumi agar disesuaikan dengan resistans pembumian yang dibutuhkan. Resistans pembumian elektrode pita sebagian besar tergantung pada panjang elektrode tersebut dan sedikit tergantung pada luas penampangnya.

542.2.11.4 MOD (3.18.2.6.4) Elektrode batang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan dengan resistans pembumian yang diperlukan (lihat Tabel 54.3).

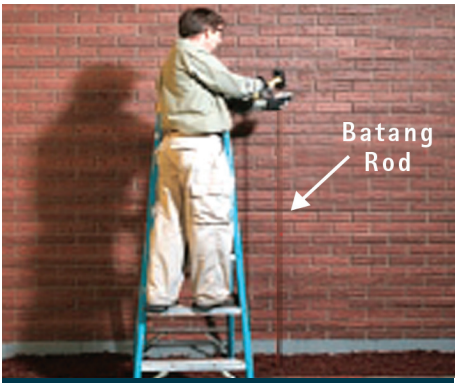
Resistans pembumian sebagian besar tergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya. Jika beberapa elektrode diperlukan untuk memperoleh resistans pembumian yang rendah, jarak antara elektrode tersebut minimum harus dua kali panjangnya. Jika elektrode tersebut tidak bekerja efektif pada seluruh panjangnya, maka jarak minimum antara elektrode harus dua kali panjang efektifnya.



Gambar 6.34 – Hubungan elektrode bumi ke PSDK



Komponen utama untuk pemasangan pembumian instalasi rumah, untuk kabel nya dengan luas penampang minimum 6 mm^2.



Pasang elektrode bumi jenis batang/pipa dengan panjang 1,5 meter untuk memudahkan penanaman, pukul dengan palu, bila tertahan dengan batu batang/pipa agar dimiringkan asal tidak melebihi 30° sudut kemiringan.

Pasang konektor tembaga pada batang elektrode untuk menghubungkan kabel pembumian pada sisi dalam konektor dan kencangkan baut konektor sampai kabel tidak akan lepas saat di tarik.

Pukul kembali sisa batang/pipa elektroda bumi yang telah dihubungkan secara sempurna ke dalam tanah, usahakan tertanam di bawah permukaan tanah.

Gambar pemasangan elektrode bumi

6.7 Sistem konduit

6.7.1 Pemilihan sistem konduit

Konduit harus memenuhi seri SNI IEC 61386 dan persyaratan yang ditentukan dalam PUIL 2011 Amd 1 sbb:
Penamaan kabel:

K.52.8.3 Konduit

K.52.8.3.1 Konduit harus memenuhi ketentuan dan persyaratan sesuai seri SNI IEC 61386.

K.52.8.3.2 Bahan

Konduit harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan mekanis, tahan terhadap panas, tidak merambatkan nyala api, dan tahan kelembaban, misalnya baja, PVC atau bahan lain yang sederajat.

K.52.8.3.3 Syarat konstruksi

K.52.8.3.3.1 Konduit harus dibuat sedemikian sehingga dapat melindungi secara mekanis konduktor yang ada di dalamnya dan harus tahan terhadap tekanan mekanis yang mungkin timbul selama pemasangan dan pemakaian.

K.52.8.3.3.2 Permukaan bagian dalam dan luar konduit harus licin dan rata, tidak boleh terdapat lubang atau tonjolan yang tajam atau cacat lain yang sejenis. Bagian dalam maupun luar konduit tersebut harus dilindungi secara baik terhadap karat.

K.52.8.3.3.3 Pada bagian dalam dan pada ujung dari bagian penyambungan konduit tidak boleh terdapat bagian yang tajam. Permukaan dan pinggiran atau bibir lewat mana konduktor ditarik harus licin dan tidak tajam.
Pada ujung bebas konduit yang terbuat dari baja harus dipasang selubung masuk (*tule*) yang berbentuk baik dan terbuat dari bahan yang awet.

K.52.8.3.3.4 Konduit dan bagian penyambungnya harus dapat disambung dengan baik.

K.52.8.3.3.5 Benda bantu bengkok harus mempunyai radius lengkung sekurang-kurangnya 3 kali garis tengah luar konduit tersebut.

Pembengkokan konduit harus dilaksanakan demikian sehingga tidak terjadi penggepengan dan keretakan.

Radius lengkung pembengkokan konduit tersebut, diukur dari bagian dalam pembengkokan harus mengikuti radius belokan minimum untuk kabel sesuai Tabel I.52.2 Bagian 5-52.

K.52.8.3.4 Syarat mekanis, termal dan listrik

K.52.8.3.4.1 Konduit dan bagian penyambungnya harus tahan terhadap tekanan mekanis.

Konduit jika dibengkokkan, ditekan, kena pukulan, atau dalam suhu di atas normal selama ataupun sesudah pemasangan, tidak boleh menjadi retak atau pecah ataupun berubah bentuk sehingga pemasangan konduktor di dalamnya menjadi sukar atau konduktor akan rusak di dalamnya.

K.52.8.3.4.2 Konduit dan bagian penyambung konduit dari PVC tidak boleh merambatkan api.

K.52.8.3.4.3 Konduit dan bagian penyambung konduit dari PVC harus mempunyai resistans insulasi sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku.

Pedoman pemilihan sistem konduit diberikan dalam Tabel F.52.1 PUIL 2011 Amd 1

Tabel F.52.1 – Karakteristik yang dianjurkan untuk konduit

(klasifikasi menurut SNI IEC 61386)

Situasi			Ketahanan terhadap kompresi	Ketahanan terhadap tumbukan	Suhu operasi minimum	Suhu operasi maksimum
Instalasi luar ruang	Instalasi terbuka		3	3	2	1
Penggunaan dalam ruang	Instalasi terbuka		2	2	2	1
	Instalasi bawah lantai (lapisan level lantai)		2	3	2	1
	Terbenam	Beton	3	3	2	1
		Dinding berongga/pada kayu (bahan tak mudah terbakar)	2	2	2	1
		Dalam tembok				
		Void gedung				
		Void plafon				
	Pemasangan di udara		4	3	3	1

CATATAN 1 Nilai ini hanya sampel karakteristik untuk konduit yang diberikan dalam SNI IEC 61386.

CATATAN 2 Menurut ketahanan terhadap rambatan api, sistem konduit berwarna jingga hanya diizinkan ketika terbenam dalam beton. Untuk metode pemasangan lain, semua warna diizinkan dengan pengecualian kunng, jingga atau merah.

PENJELASAN

Arti dari masing-masing angka klasifikasi tersebut menurut SNI IEC 61386-1 adalah sebagai berikut:

Ketahanan terhadap kompresi

Berdasarkan Tabel 4 SNI IEC 61386-1, harus tahan terhadap gaya kompresi:

Tabel 4 – Gaya kompresi

Klasifikasi	Konduit	Gaya kompresi Toleransi $^{+4}_{0}$ %
1	Sangat ringan	125
2	Ringan	320
3	Medium	750
4	Berat	1250
5	Sangat berat	4000

Ketahanan terhadap tumbukan/benturan

Berdasarkan Tabel 5 SNI IEC 61386-1, harus tahan terhadap tumbukan:

Tabel 5 – Nilai pengujian tumbukan/benturan

Klasifikasi	Konduit dan Fitting	Berat palu Toleransi $^{+4}_{0}$ % Kg	Ketinggian jatuh Toleransi ± 1 % mm
1	Sangat ringan	0,5	100
2	Ringan	1,0	100
3	Medium	2,0	100
4	Berat	2,0	300
5	Sangat berat	6,8	300

Suhu operasi minimum

Berdasarkan Tabel 1 SNI IEC 61386-1, harus mempunyai julat suhu bawah:

Tabel 1 – Julat suhu bawah

Klasifikasi	Transportasi, pemasangan dan penerapan – Suhu tidak kurang dari: ^{0}C
1	+ 5
2	- 5
3	- 15
4	- 25
5	- 45

Suhu operasi maksimum

Berdasarkan Tabel 2 SNI IEC 61386-1, harus mempunyai julat suhu atas:

Tabel 2 – Julat suhu atas

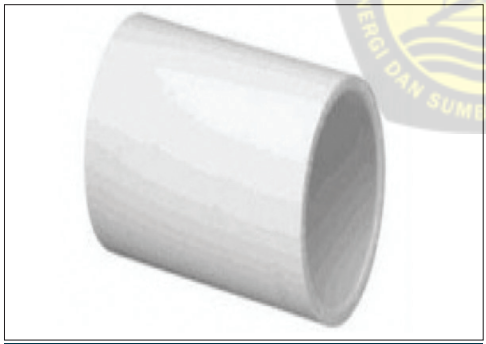
Klasifikasi	Transportasi, pemasangan dan penerapan – Suhu tidak kurang dari: ^{0}C
1	60
2	90
3	105
4	120
5	150
6	250
7	400

Konduit fleksibel PVC

Pipa konduit fleksibel logam ini seperti namanya fleksible sehingga mudah ditekuk. Pipa jenis ini digunakan pada *incoming* kabel panel dan pada pemasangan yang tidak ditanam dalam bangunan serta bagian lekukan yang sukar di bentuk dengan pipa kaku dan juga melindungi kabel dari hewan pengerat seperti tikus.

Pipa Konduit PVC

Pipa konduit dari bahan PVC digunakan sebagai sebagai pipa fiting dan *wiring* kabel. Pipa ini dipakai untuk mencegah kebocoran listrik ketika terjadi hubung singkat atau juga bisa untuk antisipasi terhadap hewan pengerat seperti tikus.



Socket pipa PVC

Konduit PVC ini digunakan untuk menyambung 1 pipa dengan pipa yang lain dengan ukuran yang sama maupun berbeda.

Klem konduit PVC

Klem konduit ini digunakan untuk menyangga atau menjepit pipa konduit yang terbuat dari PVC agar terhindar dari pengaruh getaran dan gesekan.

Gambar 6.35 – Contoh konduit

6.7.2 Pemasangan sistem konduit

Pemasangan konduit harus memenuhi PUIL 2011 Amd 1 sbb:

K.52.8.5 Pemasangan konduit

K.52.8.5.1 Umum

Pemasangan konduit harus sedemikian sehingga konduktor dapat ditarik dengan mudah setelah konduit dan lengkapannya dipasang, serta konduktor dapat diganti dengan mudah tanpa membongkar sistem konduit.

Ketetapan ini tidak berlaku bagi konduktor dengan penampang tembaga 10 mm^2 atau lebih, asalkan konduit tersebut dipasang di tempat yang terlihat jelas dan mudah dicapai.

K.52.8.5.2 Konduit tidak boleh merupakan bagian dari sirkit listrik.

K.52.8.5.3 Konduit yang terbuat dari logam dan terbuka yang terdapat dalam jarak jangkauan tangan harus dibumikan dengan baik, kecuali bila konduit logam tersebut digunakan untuk menyelubungi kabel yang mempunyai insulasi dobel atau digunakan hanya untuk menyelubungi kawat pembumian.

K.52.8.5.4 Konduit harus dipasang tegak lurus atau mendatar.

K.52.8.5.5 Konduit dan lengkapannya yang tidak dimaksudkan untuk bersifat kedap gas, harus mempunyai ventilasi serta jalan ke luar pengeringan pada tempat dimana ada kemungkinan cairan embun akan berkumpul. Lubang pengeringan atau ventilasi yang dimaksud di atas tidak boleh dibuat pada konduit itu sendiri.

K.52.8.5.6 Lengkapan seperti kotak periksa, kotak tarik, siku bengkok, siku siku, dan siku T harus dipasang sedemikian sehingga penarikan kembali konduktor atau pemasangan konduktor tambahan tetap dimungkinkan.

Di antara dua kotak tarik tidak boleh ada dua siku bengkok atau 20 m konduit lurus. Siku S yang tumpul dianggap satu siku bengkok.

K.52.8.5.7 Pemakaian siku T seperti yang dimaksud dalam ayat di atas, harus dibatasi pada tempat. tempat sebagai berikut:

a) Pada ujung konduit tepat di belakang armatur pencahayaan, kotak kontak atau kotak hubung;
b) Pada jalur konduit antara 2 kotak tarik yang panjangnya tidak lebih dari 10 m, dimana dapat dipasang 1 siku pada kedudukan tidak lebih dari 0,5 m dari kotak tarik yang mudah dicapai, asalkan semua bengkokan yang lain pada jalur konduit tersebut tidak lebih dari 90 derajat.

K.52.8.5.8 Khusus dalam pemakaian konduit dengan kampuh terbuka terlipat harus diperhatikan hal berikut:

a) Tidak boleh dibengkokkan;
b) Alur kampuh harus berada di bawah pada pemasangan mendatar dan menghadap dinding pada pemasangan tegak lurus.

K.52.8.5.9 Konduit yang tidak tertanam dengan sempurna harus dipasang secara baik dengan menggunakan penopang dan klem yang cocok atau dengan alat yang sekurang-kurangnya sederajat.

Jarak antara tempat pemasangan penopang atau klem tidak dibolehkan lebih dari 1 meter.

K.52.8.5.10 Khusus dalam pemakaian konduit nonlogam (misalnya konduit PVC) harus diperhatikan hal berikut:
a) Dengan mengingat K.52.8.3.3, konduit nonlogam hanya boleh digunakan pada suhu ambien yang tinggi bilamana dapat dijamin suhu kerjanya tidak melampaui batas yang diizinkan.

CATATAN

Konduit PVC dan siku bantunya mungkin tidak sesuai untuk tempat dengan suhu kerja normal konduit yang melebihi 60 °C;

b) Dengan mengingat K.52.8.5.9. cara penopangan konduit PVC kaku yang tidak ditanam dengan sempurna, harus memungkinkan pemuaian panjang dan pengerutan konduit tersebut, yang mungkin terjadi dengan adanya perubahan suhu pada keadaan kerja normal;
c) Konduit logam yang dilapisi keseluruhannya (dalamnya, luarnya, ujungnya) dengan bahan insulasi dianggap sebagai konduit nonlogam: dalam pemasangannya harus diambil tindakan pencegahan yang tepat agar bagian logam konduit tersebut tidak berhubungan dengan bagian logam lain yang ada.

Pemasangan konduit pada bangunan yang belum di lapisi plasteran dan diberi alur konduit kira-kira sedalam konduit tertanam rapi.

Pemasangan konduit pada bangunan yang telah diplester dapat dilakukan asalkan setelah konduit ditanam bagian yang telah rusak harus diplester ulang sehingga estetika bangunan tidak rusak.

Gambar pemasangan konduit

6.8 Kotak sambung

6.8.1 Pemilihan kotak sambung

Semua sambungan kabel dan kabel tanah harus ditutup dengan kotak sambung, kecuali:

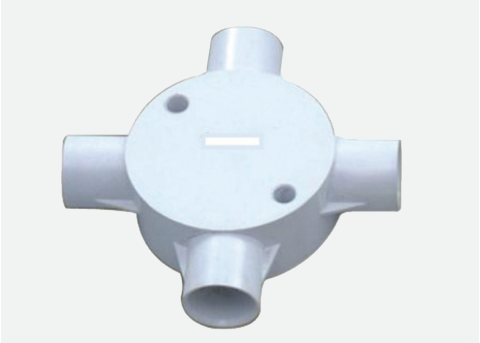
a) Bila sambungan dilakukan di instalasi terbuka;
b) Bila sambungan ada di belakang atau di dalam rumah PSDK;
c) Bila sambungan dibuat di dalam armatur lampu;
d) Bila sambungan dilakukan dengan cara yang membenarkan tidak diperlukannya kotak sambung.

Jika digunakan kotak sambung, maka harus dari bahan yang tidak dapat terbakar.

Kotak sambung harus memenuhi IEC 60998-2-5.

Kotak sambung T

Kotak sambung T adalah komponen instalasi listrik yang berfungsi sebagai rumah/tempat sambungan kabel. Diberi nama kotak sambung T karena bentuknya seperti huruf T, memiliki 3 (tiga) buah cabang.



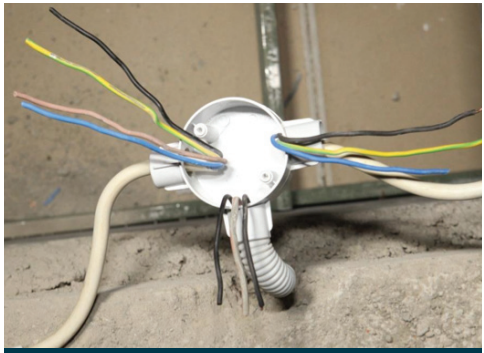
Kotak sambung silang

Sama seperti Kotak sambung T, kotak sambung silang juga merupakan tempat penyambungan kabel Tetapi bedanya, jumlah cabangnya sebanyak 4 (empat) buah.

Gambar 6.36 – Contoh kotak sambung

6.8.2 Pemasangan kotak sambung

Kotak sambung harus dipasang sedemikian sehingga dapat dipertahankan kelangsungan mekanis dari konduit, lapisan pelindung konduit dan sebagainya yang dimasukkan di dalamnya. Kelangsungan listriknya harus tetap dipertahankan secara efektif.



Pemasangan kotak sambung pada instalasi tanpa menggunakan konduit.

Pemasangan kotak sambung pada instalasi yang menggunakan konduit.

Gambar 6.37 – Pemasangan kotak sambung pada instalasi

6.9 Lasdop dan pita insulasi

6.9.1 Pemilihan lasdop dan pita insulasi

Lasdop harus memenuhi SNI IEC 60998-2-4.

Pita insulasi harus memenuhi seri SNI IEC 60454.

Gambar 6.45 – Lasdop

Lasdop berfungsi untuk menutup dan melindungi sambungan kabel instalasi listrik, tersedia dalam berbagai ukuran sesuai dengan luas penampang kabel yang disambung.

Gambar 6.46 – Pita insulasi

Pita insulasi yang terdiri dari bahan PVC dan karet digunakan untuk menginsulasi sambungan listrik agar tidak terjadi hubung singkat. penggunaan jenis bahan tersebut berpengaruh pada jenis dan kontruksi kabel yang akan diinsulasi.

Gambar 6.38 – Lasdop dan pita insulasi

6.9.2 Pemasangan lasdop dan pita insulasi

Lasdop dan pita insulasi dipasang pada sambungan puntir (Lihat 6.4.2.3 Buku Pedoman ini: Sambungan konduktor).

Setelah konduktor disambung dengan puntiran, kemudian lapisi dengan pita insulasi dan ditutup dengan lasdop dengan arah putaran searah jarum jam.

Gambar 6.47– Setelah dilakukan penyambungan puntir harus diisolasi dengan pita insulasi minimal 3 lapisan dengan ketentuan bagian konduktor nya tertutup sempurna

Gambar 6.48 – Pemasangan lasdop wajib dilakukan pada tiap sambungan puntir.

Gambar 6.39 – Pemasangan lasdop dan pita insulasi

6.10 Tusuk kontak dan kotak kontak

6.10.1 Pemilihan tusuk kontak dan kotak kontak

Tusuk kontak dan kotak kontak harus bertanda SNI dan memenuhi SNI 04-3892.1:2006 (IEC 60884) bersama SNI 04-3892.1.1:2003.

Pemilihan sesuai PUIL 2011 adalah sbb:

510.4 Tusuk kontak dan kotak kontak

510.4.1 Konstruksi tusuk kontak

510.4.1.1 Tusuk kontak harus didesain sedemikian sehingga ketika dihubungkan tidak mungkin terjadi sentuh tak sengaja dengan bagian aktif.

510.4.1.2 Bahan

510.4.1.2.1 Tusuk kontak harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan secara mekanis cukup kuat.

510.4.1.2.2 Tusuk kontak yang tidak terlindung tidak boleh dibuat dari bahan yang mudah pecah.

510.4.1.2.3 Sebagai pengecualian dari 510.4.1.2.1 di atas, tusuk kontak untuk kuat arus 16 A ke bawah pada voltase rumah, boleh terbuat dari bahan insulasi yang tahan terhadap arus rambat.

510.4.1.3 Sambungan antara tusuk kontak dan kabel fleksibel harus baik untuk menghindari kerusakan mekanis.

510.4.1.4 Menghindari hubungan tusuk kontak tertukar

510.4.1.4.1 Dalam suatu instalasi, lubang kotak kontak dengan voltase pengenal tertentu tidak boleh dapat dimasuki tusuk kontak dengan voltase pengenal yang lebih rendah (lihat 414.4.3).

510.4.1.4.2 Lubang kotak kontak dengan arus pengenal tertentu tidak boleh dapat dimasuki tusuk kontak dengan arus pengenal yang lebih besar, kecuali bagi kotak kontak atau tusuk kontak dengan arus pengenal setinggi-tingginya 16 A.

CATATAN

Untuk menghindari kesalahan memasukkan tusuk kontak ke dalam lubang kotak kontak tidak semestinya, dianjurkan agar:

a) Dalam satu instalasi hanya ada satu macam kotak kontak saja;

b) Kotak kontak dan tusuk kontak diberi tanda dengan menggunakan tulisan atau tanda lain yang jelas, yang membedakan voltase/arus pengenal masing-masing;

c) Kotak dari tusuk kontak mempunyai konstruksi yang berlainan sehingga lubang kotak kontak tidak dapat dimasuki oleh tusuk kontak yang voltase/arus pengenalnya berlainan.

510.4.1.5 Pada kotak kontak dan tusuk kontak harus tercantum voltase tertinggi dan arus terbesar yang diperbolehkan.

510.4.1.6 Tusuk kontak untuk voltase instalasi listrik domestik tidak boleh dipakai untuk menjalankan dan mematikan mesin atau peranti portabel dengan daya lebih dari 2 kW dan arus pengenal lebih dari 16 A.

510.4.1.8 Susunan tusuk kontak

510.4.1.8.1 Tusuk kontak untuk voltase ke bumi di atas 50 V harus disusun untuk juga melaksanakan pembumian. Rumah logam kotak kontak dan/atau tusuk kontak harus dihubungkan dengan kontak pembumian.

510.4.1.8.2 Tusuk kontak untuk voltase ke bumi di atas 300 V harus disusun sedemikian sehingga semua bagiannya tidak dapat dimasukkan atau dilepaskan dalam keadaan bervoltase.

510.4.1.8.3 Persyaratan dalam 510.4.1.8.1 di atas tidak berlaku untuk kotak kontak dalam ruang dengan lantai berinsulasi, yang disekitarnya tidak terdapat bagian konduktif yang dihubungkan ke bumi dan dapat tersentuh, seperti instalasi air, gas atau pemanas dan juga tidak berlaku bagi kotak kontak untuk beban khusus, yang mempunyai insulasi proteksi atau beban khusus yang dipasang di luar jangkauan tangan.

510.4.1.9 Cara menghubungkan kabel

510.4.1.9.1 kabel portabel dengan bagian instalasi magun, begitu pula penghubungan kabel magun dengan mesin dan peranti portabel, harus dilaksanakan dengan tusuk kontak apabila penghubungan itu sifatnya tidak tetap.
dalam 510.4.1.9.1 di atas tidak berlaku:

a) Pada penghubungan dengan konduktor geser atau konduktor kontak;
b) Pada penghubungan sementara mesin yang besar, apabila terjamin bahwa mesin atau instalasi tersebut akan digunakan secara baik, sesuai dengan semua peraturan yang berlaku untuk pamasangan magun.

510.4.1.9.3 Pada satu tusuk kontak hanya boleh dihubungkan satu kabel portabel.

510.4.2 Persyaratan yang berkaitan dengan keadaan lingkungan

510.4.2.1 Kotak kontak dan tusuk kontak untuk penggunaan kasar harus selungkup logam yang cukup kuat, atau dibuat dari bahan yang tahan terhadap kerusakan mekanis.

510.4.2.2 Tusuk kontak untuk ruang sangat panas, ruang lembab, dan ruang basah

510.4.2.2.1 Dalam ruang yang lembab dan sangat panas, tusuk kontak harus dilengkapi dengan kontak pembumian. Selungkup logam kotak kontak dan tusuk kontak harus dibumikan.

510.4.2.2.2 Kotak kontak dinding dalam ruang lembab harus dilengkapi dengan lobang pembuang air.

510.4.2.2.3 Kotak kontak pasangan luar (ditempatkan di luar rumah) tetapi terlindung dari cuaca,

atau dipasang dalam ruang lembab, harus mempunyai penutup yang membuatnya kedap cuaca bila tusuk kontak tidak dimasukkan.

510.4.2.2.4 Kotak kontak pasangan luar dan terkena oleh cuaca, atau dipasang dalam ruang basah, harus dari jenis bertutup kedap cuaca, juga dalam keadaan kontak tusuk dimasukkan.
Pengecualian:
Kotak kontak, yang hanya kedap cuaca jika kontak tusuk tidak dimasukkan, dapat pula dipakai di luar rumah bila pemakaiannya diawasi dan tidak ditinggalkan begitu saja.

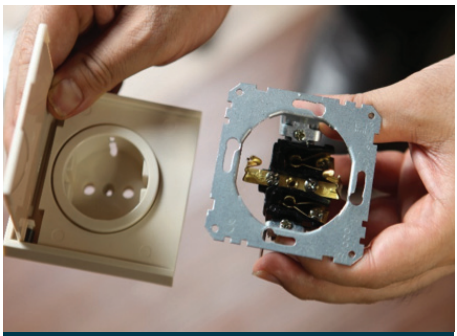
510.4.2.2.5 Kotak kontak pasangan luar harus ditempatkan sedemikian sehingga tidak mungkin penutup kotak kontak terkena genangan air.

510.4.2.3 Dalam ruang akumulator dan ruang yang mengandung campuran gas yang meledak, tusuk kontak harus disusun sedemikian sehingga bagiannya tidak dapat dimasukkan atau dilepas kan dalam keadaan bervoltase, dan dalam keadaan terhubung tidak dapat menimbulkan bunga api karena getaran atau kontak yang lepas.

510.4.2.4 Kotak kontak yang ditempatkan pada lantai harus tertutup dalam kotak lantai yang khusus diizinkan untuk penggunaan ini.

Kotak kontak *Oubow* 3 terminal bertutup.
Jenis Kotak kontak dilengkapi 3 terminal yaitu kawat fase, netral dan PE dan biasanya terpasang di luar bangunan, dengan karakteristik yang harus dipenuhi seperti harus tahan terhadap pengaruh cuaca dan harus tahan terhadap pengaruh hujan dan lain-lain.

Kotak kontak lantai 3 terminal.
Jenis Kotak kontak dilengkapi 3 terminal yaitu kawat fase, netral dan PE dan biasanya terpasang dilantai, dengan karakteritik saat kotak kontak ini di tutup harus sejajar dengan lantai agar tidak menghalangi orang yang melintas.



Kotak kontak *Inbow* 3 terminal bertutup. Jenis Kotak kontak dilengkapi 3 terminal yaitu kawat fase, netral dan PE dan biasanya terpasang rendah sehingga harus dipasang bertutup agar aman saat disentuh oleh anak-anak.

Kotak kontak *Oubow* 3 terminal tempel. Jenis Kotak kontak 3 terminal yaitu kawat fase, netral dan PE dan terpasang pada bangunan dengan kontruksi kayu karena tidak membutuhkan inbow dus sebagai pengait nya.

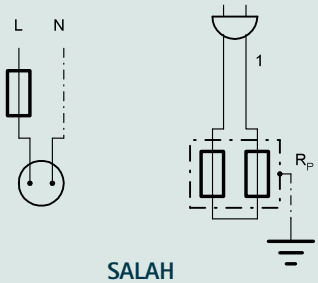
Gambar berbagai jenis kotak kontak

6.10.2 Pemasangan tusuk kontak dan kotak kontak

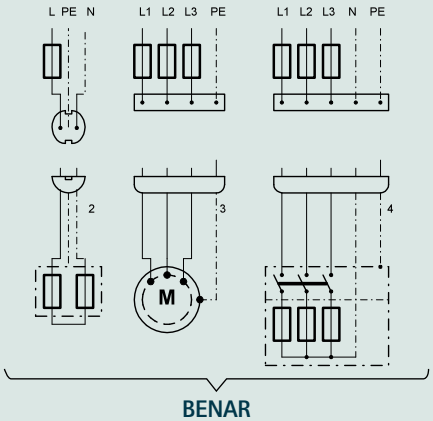
Pemasangan tusuk kontak dan kotak kontak dalam PUIL 2011 adalah sbb:

510.4.3 Penyambungan BKT perlengkapan listrik melalui tusuk kontak dan kotak kontak

Contoh penyambungan BKT perlengkapan listrik melalui tusuk kontak dan kotak kontak dapat dilihat pada Gambar 510.4-1.



SALAH



Gambar 510.4–1 Contoh penyambungan BKT perlengkapan listrik melalui tusuk kontak dan kotak kontak

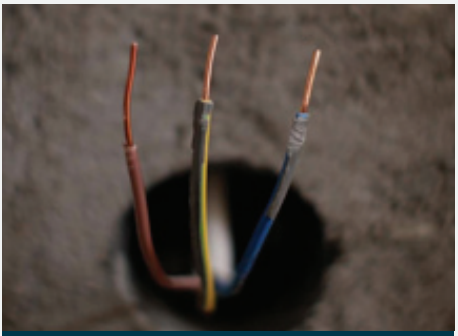
510.4.4 Penempatan kotak kotak

Kotak kontak pasangan dinding di instalasi listrik domestik (rumah tangga) harus dipasang dengan ketinggian sekurang-kurangnya 1,25 m dari lantai, kecuali kotak kontak dari jenis putar atau tutup.

Pemasangan kotak kontak adalah sbb:

134.1.10.6 MOD (2.5.2.6) Kotak kontak fase tunggal, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang sehingga kutub netralnya ada di sebelah kanan atau di sebelah bawah kutub voltase.

Kupas kira-kira 2,5 cm insulasi dari ujung kabel yang akan dipasang pada terminal kotak kontak.



Tampilan kabel pada dus benam. Sesudah pengupasan insulasi dan sebelum dipasang outlet kotak kontak.

Tampilan Kotak kontak sebelum dipasang dan lihat dibagian belakang maupun depan apakah ada tanda SNI.

Pasang kabel pada terminal menurut simbol yang tertera pada kotak kontak sesuai. tersebut dimana biasanya terminal netral dan fase sejajar pada salah satu sisi dan untuk pembumian berada pada sisi lainnya.

Tampilan outlet kotak kontak setelah dihubungkan dengan kabel.

Saat dilakukan pemasangan outlet kotak kontak pada beton yang harus disesuaikan dengan: **134.1.10.6 MOD** (2.5.2.6) Kotak kontak fase tunggal, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang sehingga kutub netralnya ada di sebelah kanan atau di sebelah bawah kutub voltase.

Gambar pemasangan kotak kontak

6.11 Sakelar

6.11.1 Pemilihan sakelar

Sakelar harus bertanda SNI dan memenuhi SNIVV 04-6203.1 (IEC 60669-1).

Sakelar permukaan tunggal

Sakelar ini digunakan hanya untuk 1 lampu.

Sakelar permukaan dobel

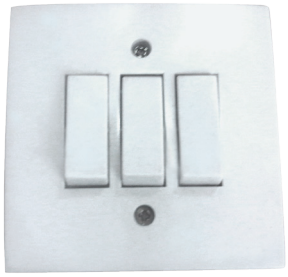
Sakelar ini digunakan untuk 2 lampu, terhubung secara paralel.

Sakelar tanam tunggal

Sakelar ini digunakan hanya untuk 1 lampu.

Sakelar tanam dobel

Jenis sakelar ini digunakan untuk 2 lampu yang terhubung secara paralel.



Sakelar tanam ganda

Jenis sakelar ini digunakan untuk 3 lampu yang terhubung secara paralel.

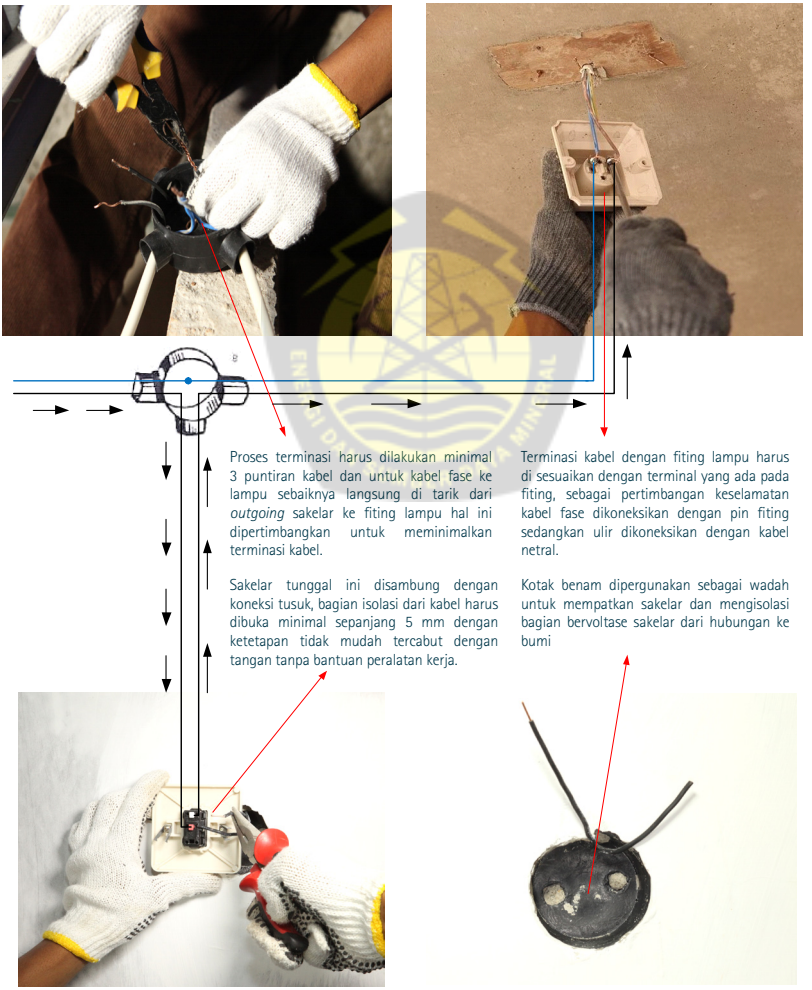
Gambar 6.40 – Berbagai jenis sakelar

6.11.2 Pemasangan sakelar

Pemasangan sakelar sebaiknya terpasang di dinding di instalasi magun dengan ketinggian sekurang-kurangnya 1,25 m dari lantai.

Pemasangan sakelar menurut PUIL 2011:

134.1.10.3 MOD (2.5.2.3) Sakelar dipasang sehingga kedudukan kontak semua tuas sakelar atau tombol sakelar dalam satu instalasi sebaiknya seragam arahnya, misalnya akan menghubung jika tuasnya didorong ke atas atau tombolnya ditekan.



Gambar pemasangan sakelar dengan lampu

6.12 Luminer

6.12.1 Pemilihan luminer

Luminer harus bertanda SNI dan memenuhi seri SNI 04-6973:2005 (seri IEC 60598).

Pemilihan luminer harus berdasarkan PUIL 2011 sbb:

559 Luminer dan instalasi pencahayaan

559.1 Ruang lingkup

Ayat ini berlaku untuk pemilihan dan pemasangan luminer dan instalasi pencahayaan yang dimaksudkan merupakan bagian instalasi magun.
Persyaratan untuk jenis spesifik instalasi pencahayaan dicakup dalam berbagai bagian IEC 60364-7 (misalnya 7-713, 7-714 dan 7-715).
Persyaratan ayat ini tidak berlaku untuk pencahayaan hias temporer.

CATATAN
Persyaratan keselamatan untuk luminer dicakup dalam IEC 60598 (seri SNI IEC 04-6973).

559.4 Persyaratan umum untuk instalasi

Luminer harus dipilih dan dipasang sesuai dengan petunjuk pabrikan dan IEC 60598 (seri SNI 04-6973).

559.5 Proteksi terhadap efek termal

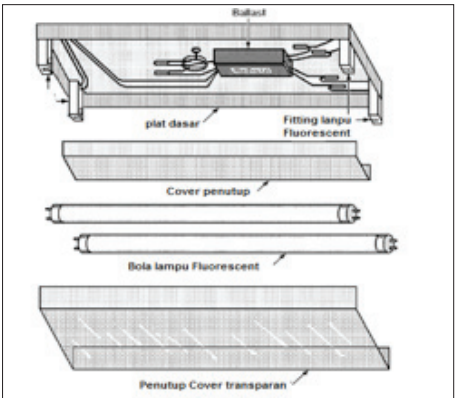
559.5.1 Untuk pemilihan luminer berkaitan dengan efek termal di sekitarnya, fitur berikut harus diperhitungkan:
a) daya maksimum yang diizinkan yang didisipasi oleh lampu;
b) ketahanan kebakaran bahan di dekatnya:
- di titik instalasi,
- dalam area yang dipengaruhi secara termal;

c) jarak minimum bahan mudah terbakar, termasuk yang dalam jalur sorotan lampu sorot.

559.5.2 Tergantung pada ketahanan kebakaran bahan di titik instalasi dan dalam area yang dipengaruhi secara termal, petunjuk pemasangan pabrikan harus diikuti. Luminer bertanda harus dipilih dan dipasang menurut penandaan seperti yang ditentukan dalam IEC 60598 (seri SNI 04-6973).

Luminer magun tanam

Luminer magun tanam, tidak dapat dipindahkan tanpa memakai perkakas. Luminer ini dapat ditemui di dalam ruangan, seperti kantor, sekolah, dll.



Bagian lengkap luminer fluorescent tempel magun

Luminer magun permukaan

Luminer magun, tidak dapat dipindahkan tanpa memakai perkakas. Luminer ini dapat ditemui di dalam ruangan, seperti kantor, sekolah, dll.

Luminer LED magun tanam

Luminer LED magun tanam, tidak dapat dipindahkan tanpa memakai perkakas. Luminer ini dapat ditemui di dalam ruangan, seperti kantor, sekolah, dll.

Luminer LED magun permukaan

Luminer LED magun timbul, tidak dapat dipindahkan tanpa memakai perkakas. Luminer ini dapat ditemui di dalam ruangan, seperti kantor, sekolah, dll.

Gambar jenis-jenis Luminer

6.12.2 Pemasangan luminer

Diatur dalam PUIL 2011 sbb:

559.6 Sistem perkawatan

559.6.1 Jika dipasang luminer gantung, lengkapan pemagun harus mampu menahan lima kali massa luminer terhubung, tapi tidak kurang dari 25 kg. Kabel atau kabel senur antara gawai gantung dan luminer harus dipasang sedemikian sehingga dihindari stres tarik dan torsi yang berlebihan pada konduktor dan terminasi.

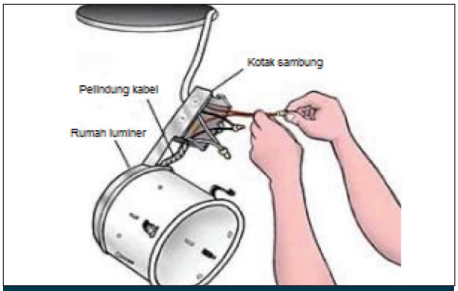
559.6.2 Jika kabel dan/atau konduktor berinsulasi ditarik melalui luminer oleh instalatur (perkawatan tembus - *through-wiring*), harus dipilih kabel dan/atau konduktor berinsulasi yang sesuai seperti ditentukan dalam 559.6.3 dan harus digunakan hanya luminer yang sesuai untuk perkawatan tembus.

559.6.3 Kabel harus dipilih sesuai dengan penandaan suhu pada luminer, sebagai berikut:

- untuk luminer yang memenuhi IEC 60598 tapi tanpa penandaan suhu, tidak disyaratkan kabel tahan api;
- untuk luminer yang memenuhi IEC 60598 dengan penandaan suhu, harus digunakan kabel yang sesuai untuk suhu yang ditandakan;
- untuk luminer tak ditandai untuk memenuhi IEC 60598, harus diikuti petunjuk pabrikan;
- jika tidak ada informasi, harus digunakan kabel dan/atau konduktor berinsulasi sesuai dengan IEC 60245-3 atau tipe setara.

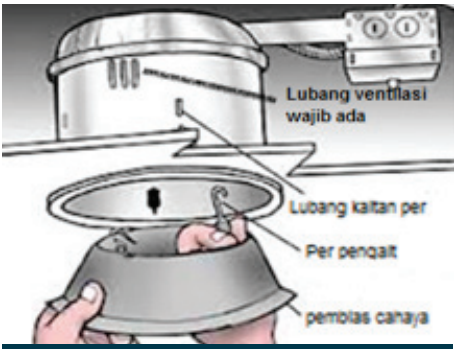
559.6.4 Kelompok luminer, yang dibagi antara tiga konduktor fase sistem trifase dengan hanya satu konduktor netral bersama, harus diperlakukan sebagai pemanfaat listrik trifase.

- **Luminer Magun Tanam**



Sambungkan kabel instalasi fase, netral, pembumian dengan kabel yang ada pada luminer dengan terminasi puntiran.

Dorong luminer ke atas plafon dan kaitkan per pengait dengan plafon.



Dorong kap pembias cahaya ke rumah luminer dan kaitkan pada lubang pengait yang disediakan.

Kondisi luminer saat telah terpasang.

Gambar pemasangan Luminer magun tanam

- **Luminer Magun Permukaan**

Pasang kaki untuk dudukan rumah luminer pada plafon rumah dan sesuaikan kaki luminer tersebut dengan rumah luminer.

Kaitkan rumah luminer dengan kaki yang ditempel pada plafon rumah, pastikan rumah luminer tersebut sudah terikat dengan kuat.

Gambar pemasangan Luminer magun permukaan

6.13 Fiting lampu

6.13.1 Pemilihan fiting lampu

Fiting lampu berfungsi sebagai tempat/dudukan untuk menghubungkan lampu dengan kawat penghantar listrik atau pendistribusi listrik dari suatu penghantar listrik ke lampu. Terdiri atas bermacam jenis berdasarkan cara pemasangannya dan bentuknya. Berdasarkan cara pemasangan yaitu fiting duduk/fiting tempel dan fiting gantung, sedangkan apabila ditinjau dari konstruksinya terdiri atas fiting ulir dan fiting tusuk.

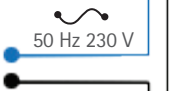
Pemilihan fiting lampu harus disesuaikan dengan jenis lampunya. Standar untuk fiting lampu adalah IEC 60061.

Gambar 6.41 – Fiting lampu Edison

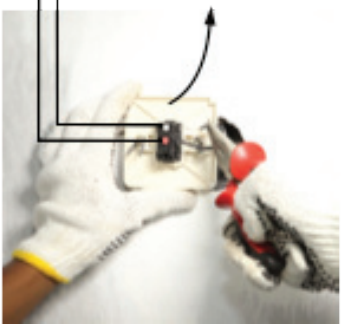
6.13.2 Pemasangan fiting lampu

Khusus fiting lampu jenis Edison harus memperhatikan polaritasnya, yaitu dipasang dengan cara menghubungkan kontak dasarnya pada konduktor *fase*, dan kontak luarnya pada konduktor netral.

Koneksi kabel dengan terminal fiting sesuai penandan polaritas yang dilakukan dengan *multimeter*, pastikan kabel terkoneksi dengan baik pada *Screw fitting*.



Hubungkan kabel masukan dengan terminal yang bertanda merah dan kabel keluaran pada terminal putih serta pastikan kabel tersebut sudah terjepit sempurna dengan cara digoyang-goyang.



Pasang fiting pada plafon rumah, untuk fiting yang dipasang pada cor-coran lantai sebaiknya pada saat penginstalan konduit sebelum pengecoran ujungnya di klaim dengan kayu yang telah dibentuk hal ini untuk memudahkan saat pemasangan fiting di kemudian hari.

Fiting telah siap untuk dimanfaatkan untuk pemasangan lampu jenis Edisson.

Bab 7

Peralatan kerja

Dalam pekerjaan instalasi terdapat 3 peralatan kerja yang harus dipenuhi antara lain perkakas kerja dan peralatan keselamatan.

7.1 Perkakas kerja

Perkakas kerja yang diperlukan dalam pemasangan instalasi listrik adalah sebagai berikut:

a) Tang kombinasi

Perkakas ini merupakan penggabungan dari tang potong dan tang jepit yang dalam penggunaan sehari-hari tang ini dapat digunakan untuk memuntir kabel sampai diameter 10mm^2.

Gambar 7.1 – Tang kombinasi

b) Tang potong

Perkakas ini merupakan alat yang dikhususkan untuk memotong kabel sampai batas ukuran maksimal 10mm^2.

Gambar 7.2 – Tang potong

c) Tang runcing/lancip

Perkakas ini merupakan alat yang biasanya digunakan untuk menarik kabel atau menahan baut pada area-area sempit.

Gambar 7.3 – Tang runcing/lancip

d) Tang kupas

Perkakas ini merupakan alat yang dikhususkan untuk mengupas/memisahkan bagian insulasi kabel dari konduktor dan biasanya digunakan pada kabel berdiameter kecil.

Gambar 7.4 – Tang kupas

e) Obeng Kembang

Perkakas ini merupakan alat yang digunakan untuk mengencangkan baut/sekrup dengan kepala obeng berbentuk kembang.

Gambar 7.5 – Obeng kembang

f) Obeng Pipih

Perkakas ini merupakan alat yang digunakan untuk mengencangkan baut/ sekrup dengan kepala obeng berbentuk pipih.

Gambar 7.6 – Obeng pipih

g) Palu

Perkakas ini merupakan alat untuk memberi tumbukan pada benda kerja misalkan pahat beton.

Gambar 7.7 – Palu

h) Pahat tembok

Perkakas ini merupakan alat untuk membuat jalur kabel maupun jalur konduit pada tembok.

Gambar 7.8 – Pahat tembok

i) Gergaji besi

Perkakas ini merupakan alat yang biasanya dipergunakan untuk memotong konduit maupun benda lain baik dari bahan PVC maupun besi.

Gambar 7.9 – Gergaji besi

j) Pengiris (*Cutter)*

Perkakas ini merupakan alat yang biasanya dipergunakan untuk membuka dan memotong bagian - bagian insulasi PVC maupun karet pada kabel.

Gambar 7.10 – Pengiris (*cutter*)

k) Meter tarik

Perkakas ini merupakan alat ukur jarak dengan panjang ukuran maksimal adalah 5 meter.

Gambar 7.11 – Meter tarik

l) Mesin bor

Perkakas ini merupakan mesin yang digunakan untuk melubangi benda maupun kontruksi lainnya.

Gambar 7.12 – Mesin bor

Mata bor besi untuk melubangi bidang/ kontruksi kerja yang berupa logam.

Mata bor beton untuk melubangi bidang dan kontruksi kerja yang berupa beton.

Gambar 7.13 – Jenis mata bor

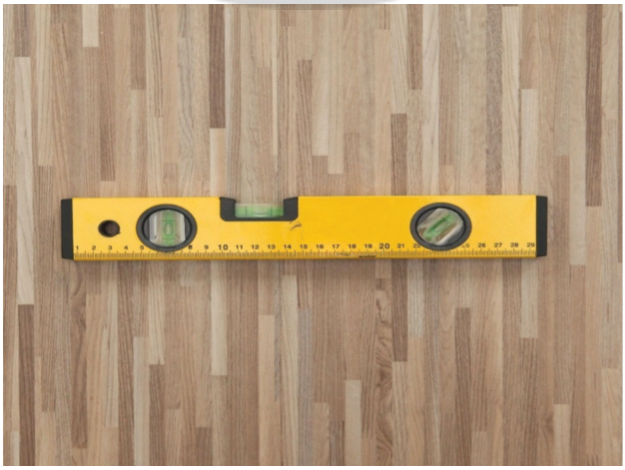
m) Tespen

Alat uji dasar yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya voltase pada suatu instalasi listrik dengan indikator menyalanya lampu filamen pad tespen bila instalasi tersebut dialiri voltase listrik.

Gambar 7.16 – Tespen

n) *Water* pas

Alat untuk mengetahui rata atau tidaknya sebuah permukaan.



Gambar 7.17 – *Water* pas

o) Tangga kerja

Tangga kerja adalah sebuah konstruksi yang dirancang untuk menghubungi dua tingkat vertikal yang memiliki jarak satu sama lain dan sebagai alat bantu saat bekerja di ketinggian.

Gambar 7.18 – Tangga kerja

p) Tas pinggang perkakas

Perangkat ini digunakan untuk memudahkan pekerja untuk membawa perkakas kecil saat pekerjaan instalasi listrik.

Gambar 7.19 – Tas pinggang perkakas

7.2 Peralatan keselamatan

a) Helm keselamatan

Peralatan keselamatan ini digunakan untuk melindungi kepala pekerja dari bahaya yang berasal dari atas, misalnya ada barang, baik peralatan ataupun material yang jatuh dari atas.

Gambar 7.20 – Helm keselamatan

b) Sepatu *safety*

Peralatan keselamatan ini digunakan untuk melindungi kaki terluka dari benda-benda tajam yang tidak terlihat oleh mata serta untuk melindungi kaki dari benda berat yang jatuh diatas kaki.

Gambar 7.21 – Sepatu *safety*

c) Sarung tangan

Peralatan keselamatan ini digunakan untuk melindungi tangan saat bekerja atau saat situasi yang dapat mengakibatkan cedera tangan. Bahan dan jenis sarung tangan dapat menyesuaikan kondisi lingkungan kerja.

Gambar 7.22 – Sarung tangan

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan

International Copper
Association Southeast Asia
Copper Alliance