

ANALISA PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK TEGANGAN RENDAH YANG SESUAI DENGAN PERSYARATAN PUIL 2000

Oleh : Hartono

ABSTRAK

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini merupakan hasil penyempurnaan Peraturan Umum Instalasi Listrik 1987 dengan memperhatikan standar IEC, terutama terbitan TC 64 "Electrical Instalation of Buildings" dan standar internasional lainnya yang terkait. Penunjukan dalam Persyaratan dalam PUIL 2000 dilakukan dengan menyebutkan nomornya, dan PUIL 2000 ini diberlakukan untuk seluruh wilayah Republik Indonesia.

Ada beberapa jenis gambar yang harus dikerjakan dalam tahap perancangan suatu proyek pemasangan instalasi listrik penerangan dan tenaga yang baku menurut PUIL 2000. Rancangan instalasi listrik terdiri dari gambar situasi, gambar instalasi, gambar diagram garis tunggal, dan gambar detail. Setelah dilakukan pemasangan instalasi yang sesuai dengan persyaratan PUIL, maka harus dilakukan pengujian yang meliputi pengujian fisik instalasi penerangan dan tenaga, pengujian tahanan isolasi instalasi listrik, pengujian sistem pengamanan yang menggunakan penghantar pengamanan, dan sistem pembumian pengamanan

PENDAHULUAN

Peraturan instalasi listrik yang pertama kali digunakan sebagai pedoman beberapa instansi yang berkaitan dengan instalasi listrik adalah AVE (*Algemene Voorschriften voor Electriche Sterkstroom Instalaties*) yang diterbitkan sebagai Norma N 2004 oleh Dewan Normalisasi Pemerintah Hindia Belanda. Kemudian AVE N 2004 ini diterjemahkan kedalam Bahasa Indonesia dan diterbitkan pada tahun 1964 sebagai Norma Indonesia N16 yang kemudian dikenal sebagai Peraturan Umum Instalasi Listrik disingkat PUIL 1964, yang merupakan penerbitan pertama dan PUIL 1977 dan 1987 adalah penerbitan PUIL yang kedua dan ketiga yang merupakan hasil penyempurnaan atau revisi dari PUIL sebelumnya, maka PUIL 2000 ini merupakan terbitan keempat. Jika dalam penerbitan PUIL 1964, 1977 dan 1987 nama buku ini adalah Peraturan Umum Instalasi Listrik maka pada penerbitan tahun 2000, namanya menjadi Persyaratan Umum Instalasi Listrik dengan tetap mempertahankan singkatan yang sama yaitu PUIL.

Penggantian kata "Peraturan" menjadi "Persyaratan" dianggap lebih tepat karena pada kata "Peraturan" terkait pengertian adanya kewajiban untuk mematuhi ketentuan dan sanksinya. Sebagaimana diketahui sejak AVE sampai PUIL 1987 pengertian kewajiban mematuhi ketentuan dan sanksinya tidak diberlakukan, sebab isinya selain mengandung hal-hal yang dapat dijadikan peraturan juga mengandung rekomendasi ataupun ketentuan atau persyaratan teknis yang dapat dijadikan pedoman dalam pelaksanaan pekerjaan instalasi listrik.

Sejak dilakukannya penyempurnaan PUIL 1964, publikasi atau terbitan standar IEC (*International Electrotechnical Commission*), khususnya IEC 60364 menjadi salah satu acuan utama disamping standar internasional lainnya. Juga dalam terbitan PUIL 2000, usaha untuk mengacu IEC ke dalam PUIL terus dilakukan, walaupun demikian dari segi kemanfaatan atau kesesuaian dengan keadaan di Indonesia

beberapa ketentuan mengacu pada standar dari NEC (National Electric Code), VDE (*Verband Deutscher Elektrotechniker*) dan SAA (*Standards Association Australia*).

PUIL 2000 merupakan hasil revisi dari PUIL 1987, yang dilaksanakan oleh Panitia Revisi PUIL 1987 yang ditetapkan oleh Menteri Pertambangan dan Energi dalam Surat Keputusan Menteri No. 24-12/40/600.3/1999, tertanggal 30 April 1999 dan No. 51-12/40/600.3/1999, tertanggal 20 Agustus 1999. Anggota Panitia Revisi PUIL tersebut terdiri dari wakil dari berbagai departemen seperti DEPTAMBEN, DEPKES, DEPNAKER, DEPERINDAG, BSN, PT PLN, PT PERTAMINA, YUPTL, APPI, AKLI, INKINDO, APKABEL, APITINDO, MKI, HAEI, Perguruan Tinggi ITB, ITI, ISTN, UNTAG, STTY-PLN, Pt Schneider Indonesia dan pihak-pihak lain yang terkait.

Isi PUIL 2000

Bagian 1 dan 2 tentang pendahuluan dan persyaratan dasar yang merupakan padanan dari IEC 364-1 Part 1 dan Part 2 tentang *Scope, Object Fundamental Principle and Definitions*. Bagian 3 tentang proteksi untuk keselamatan, banyak mengacu pada IEC 60364 Part 4 tentang *Protection for Safety*. Bahkan istilah yang berkaitan dengan tindakan proteksi seperti SELV yang dalam bahasa Indonesia dikenal dengan tegangan ekstra rendah pengaman digunakan sebagai istilah baku, demikian pula istilah PELV dan FELV. PELV adalah istilah SELV yang dibumikan, sedang FELV adalah sama dengan tegangan ekstra rendah fungsional. Sistem kode untuk menunjukkan tingkat proteksi yang diberikan oleh selungkup dari sentuh langsung ke bagian berbahaya, seluruhnya diambil dari IEC dan kode IP (*International Protection*). Demikian pula halnya dalam pengkodean jenis pembumian. Kode TN mengganti kode PNP dalam PUIL 1987, demikian juga kode TT untuk PP dan kode IT untuk kode HP. Bagian 4 tentang perancangan instalasi listrik, dalam IEC 60364 Part 3 yaitu *Assessment of General Characteristics*, tetapi isinya banyak mengutip dari SAA *Wiring Rules* dalam *Section General Arrangement* tentang perhitungan kebutuhan maksimum dan penentuan jumlah titik sambung pada sirkit akhir.

Bagian 5 tentang perlengkapan listrik, mengacu pada IEC 60364 Part 5 yaitu *Selection and Erection of Electrical Equipment* dan standar NEC.

Bagian 6 tentang Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) serta komponennya, merupakan pengembangan Bab 6 PUIL 1987 dengan ditambah unsur-unsur dari NEC.

Bagian 7 tentang penghantar dan pemasangannya tidak banyak berubah dari Bab 7 PUIL 1987. Perubahan yang ada mengacu pada IEC, misalnya cara penulisan kelas tegangan dari penghantar. Ketentuan dalam bagian 7 ini banyak mengutip dari standar VDE. Dan hal-hal yang berkaitan dengan tegangan tinggi dihapus.

Bagian 8 tentang ketentuan untuk berbagai ruang dan instalasi khusus merupakan pengembangan dari Bab 8 PUIL 1987. Dalam PUIL 2000 dimasukkan pula klarifikasi zona yang diambil dari IEC, yang berpengaruh pada pemilihan dari perlengkapan listrik dan cara pemasangannya diberbagai ruang khusus. Ketentuan dalam bagian 8 ini merupakan bagian dari IEC 60364 Part 7 yaitu *Requirment for Special Instalation or Locations*.

Bagian 9 meliputi Pengusahaan instalasi listrik. Pengusahaan dimaksudkan sebagai perancangan, pembangunan, pemasangan, pelayanan, pemeliharaan, pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik serta proteksinya. Di IEC 60364,

pemeriksaan dan pengujian awal instalasi listrik dibahas dalam Part 6 yaitu tentang *Verification*.

PUIL 2000 berlaku untuk instalasi listrik dalam bangunan dan sekitarnya untuk tegangan rendah sampai 1000V arus bolak balik dan 1500V arus searah dan gardu transformator distribusi tegangan menengah sampai 35KV. Ketentuan tentang transformator distribusi tegangan menengah mengacu pada NEC 1999.

Pembagian dalam sembilan bagian dengan judulnya pada dasarnya sama dengan bagian yang sama pada PUIL 1987. PUIL 2000 tidak menyebutkan pembagiannya dalam pasal, sub-pasal, ayat atau su-bayat. Perbedaan tingkatnya dapat dilihat dari sistem penomorannya dengan digit. Contohnya Bagian 4 dibagi dalam 4.1; 4.2 dan seterusnya. Sedangkan 4.2 dibagi dalam 4.2.1 sampai 4.2.9, dibagi lagi dalam 4.2.9.1 sampai dengan 4.2.9.4. Jadi untuk menunjuk kepada suatu ketentuan cukup dengan menuliskan nomor dengan jumlah digitnya.

Seperti halnya pada PUIL 1987, PUIL 2000 dilengkapi pula dengan indeks dan lampiran-lampiran lainnya pada akhir buku. Lampiran mengenai pertolongan pertama pada korban kejut listrik yang dilakukan dengan pemberian pernafasan bantuan, diambilkan dari standar SAA, berbeda dengan PUIL 1987.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini berlaku untuk semua perusahaan instalasi listrik tegangan rendah arus bolak balik sampai 1000V, arus searah 1500V dan tegangan menengah sampai 35KV dalam bangunan dan sekitarnya baik perancangan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya dengan memperhatikan ketentuan yang terkait.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini merupakan hasil penyempurnaan Peraturan Umum Instalasi Listrik 1987 dengan memperhatikan standar IEC, terutama terbitan TC 64 "*Electrical Instalation of Buildings*" dan standar internasional lainnya yang terkait. Penunjukan dalam Persyaratan dalam PUIL 2000 dilakukan dengan menyebutkan nomornya, dan PUIL 2000 ini diberlakukan untuk seluruh wilayah Republik Indonesia.

Fungsi Dan Jenis Gambar Dalam Perancangan Instalasi Listrik

Selain menguasai persyaratan, perancangan dan memiliki pengetahuan tentang peralatan instalasi, hal yang tidak boleh ditinggalkan oleh seorang ahli listrik adalah kemampuan membaca gambar instalasi. Gambar instalasi memegang peranan yang sangat vital dan menentukan dalam suatu perancangan instalasi, karena hanya dengan bantuan gambar, suatu proyek pemasangan instalasi dapat dilaksanakan.

Gambar teknik merupakan perpaduan antara gambar seni dan gambar *science* yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan beberapa persoalan keteknikan. Seni dalam hal ini mengenai aspek keindahan bentuknya, sedangkan *science* menyangkut segi ukuran, kekuatan, ketahanan, bahan, efisiensi, cara mengerjakan dan sebagainya.

Gambar teknik berfungsi sebagai bahasa tertulis dalam bentuk gambar antara perencana dan pelaksana, sebagai konsekuensinya kedua pihak harus betul-betul memahami dalam arti harus dapat membuat, membaca dan mengoreksi gambar. Gambar teknik juga mengandung unsur seni, tetapi juga harus memperhatikan aturan-aturan tertentu, seperti di Indonesia dalam dunia teknik listrik aturan yang ada antar lain PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik).

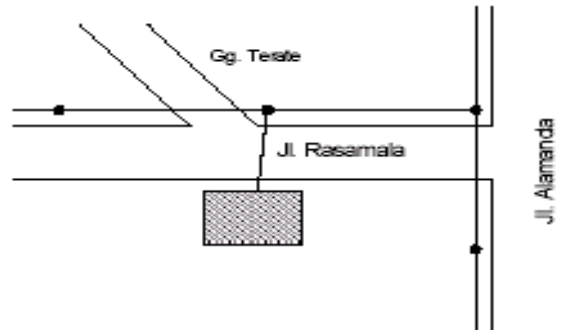
Dalam suatu perancangan, produk yang dihasilkan adalah gambar dan analisa. Gambar adalah bahasa teknik yang diwujudkan dalam kesepakatan simbol. Gambar ini dapat berupa gambar sket, gambar perspektif, gambar proyeksi, gambar denah

serta gambar situasi. Gambar denah ruangan atau bangunan rumah (gedung) yang akan dipasang instalasi digambar dengan menggunakan lambanglambang (simbol-simbol) yang berlaku untuk instalasi listrik.

Ada beberapa jenis gambar yang harus dikerjakan dalam tahap perancangan suatu proyek pemasangan instalasi listrik penerangan dan tenaga yang baku menurut PUIL 2000. Rancangan instalasi listrik terdiri dari:

1. Gambar situasi

Gambar situasi adalah gambar yang menunjukkan dengan jelas letak bangunan instalasi tersebut akan dipasang dan rencana penyambungannya dengan jaringan listrik PLN.



Gambar 1. Gambar Situasi

2. Gambar instalasi

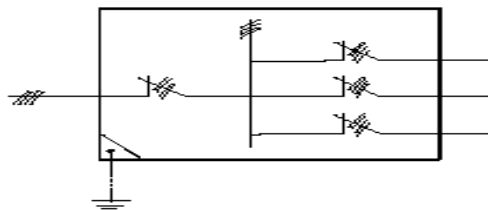
Gambar instalasi meliputi:

- Rancangan tata letak yang menunjukkan dengan jelas tata letak perlengkapan listrik beserta sarana pelayanannya (kendalinya), seperti titik lampu, saklar, kotak kontak, motor listrik, panel hubung bagi dan lain-lain.
- Rancangan hubungan peralatan atau pesawat listrik dengan pengendalinya.
- Gambar hubungan antara bagian-bagian dari rangkaian akhir, serta pemberian tanda yang jelas mengenai setiap peralatan atau pesawat listrik.

3. Gambar diagram garis tunggal

Yang tercantum dalam diagram garis tunggal ini meliputi:

- Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran nominal komponennya.
- Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya.
- Ukuran dan besar penghantar yang dipakai.
- Sistem pembumiannya.



Gambar 2. Diagram Garis Tunggal

4. Gambar detail

Gambar detail meliputi :

- Perkiraan ukuran fisik dari panel.
- Cara pemasangan alat listrik.

- c. Cara pemasangan kabel.
- d. Cara kerja instalasi kontrolnya.

Selain gambar-gambar diatas, dalam merancang atau menggambar instalasi listrik penerangan dan tenaga, juga dilengkapi dengan analisa data perhitungan teknis mengenai susut tegangan, beban terpasang dan kebutuhan beban maksimum, arus hubung singkat dan daya hubung singkat. Disamping itu masih juga dilengkapi juga dengan daftar kebutuhan bahan instalasi, dan uraian teknis sebagai pelengkap yang meliputi penjelasan tentang cara pemasangan peralatan/bahan, cara pengujian serta rencana waktu pelaksanaan, rencana anggaran biaya dan lama waktu pengerjaan.

Pengujian Fisik Instalasi Penerangan Dan Tenaga

Pengujian fisik instalasi listrik penerangan dan tenaga didahului dengan pemeriksaan secara fisik (yang terlihat mata) keadaan suatu instalasi listrik apakah sudah memenuhi ketentuan-ketentuan di dalam PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) di Indonesia sebagai berikut :

1. Keadaan tata letak pemasangan perlengkapan instalasi listrik.
2. Pemasangan kabel instalasi listrik.
3. Penggunaan warna pada kabel.
4. Jumlah titik beban instalasi listrik
5. Pemeriksaan pada terminal dan sambungan kabel.
6. Pemeriksaan pada pipa instalasi.

Pengujian Tahanan Isolasi Instalasi Listrik

Tahanan (resistansi) isolasi dari kabel instalasi listrik merupakan salah satu unsur yang menentukan kualitas instalasi listrik, mengingat fungsi utama isolasi sebagai sarana pengamanan instalasi listrik. Ketentuan-ketentuan tentang tahanan isolasi ini sudah diatur dalam PUIL sebagai berikut :

1. Tahanan isolasi dari bagian instalasi listrik dalam ruangan yang kering harus mempunyai nilai sekurang-kurangnya 1000 ohm tiap 1 Volt tegangan nominalnya, dengan pengertian bahwa arus bocor dari tiap bagian instalasi listrik pada tegangan nominalnya tidak boleh melebihi 1 mA tiap 100 m panjang instalasi listrik.
2. Tahanan isolasi dari bagian instalasi listrik dalam ruang yang lembab atau basah harus mempunyai nilai sekurang-kurangnya 100 ohm tiap 1 volt tegangan nominalnya.
3. Batas-batas kemampuan alat ukur tahanan isolasi.

Bagian yang diukur tahanan isolasinya adalah sebagai berikut :

1. Antara penghantar fase dengan penghantar nol, yaitu antara fase R dengan N, fase S dengan N, dan fase T dengan N.
2. Antara penghantar fase dengan fase, yaitu antara fase R dengan fase S, fase R dengan fase T, dan fase T dengan fase S.
3. Antara penghantar fase dengan penghantar pengaman (pembumi) yaitu antara fase R dengan ground, fase S dengan ground, fase T dengan ground.
4. Antara penghantar nol (N) dengan penghantar pengaman (ground / G).

Pengujian Sistem Pengaman Yang Menggunakan Penghantar Pengaman

Pengujian sistem pengaman ini dimulai dengan pemeriksaan awal untuk mengetahui hal-hal berikut ini :

1. Ukuran penghantar fase dan pengaman arus lebih telah sesuai atau belum.
2. Penghantar pengaman mempunyai luas penampang sesuai dengan ketentuan dan terpasang serta terhubung sebagaimana mestinya atau tidak.
3. Penghantar pengaman mempunyai sambungan yang baik atau tidak.
4. Pembatas pengaman tidak terhubung dengan bagian yang bertegangan.
5. Penghantar nol dan penghantar pengaman telah mempunyai tanda pengenal sebagai mana mestinya atau belum.
6. Kotak kontak dan tusuk kontak telah mempunyai penghantar pengaman dengan luas penampang yang cukup dan telah terhubung pada kontak pengamannya atau belum. Bila BKT (Bagian Konduktif Terbuka) kotak kontak dan tusuk kontak dibuat dari logam, maka penghantar pengaman harus tersambung pada BKT tersebut.
7. Khusus untuk pengujian sistem saklar pengaman tegangan ke bumi (SPTB) dan sistem saklar pengaman arus sisa (SPAS), apakah tegangan nominal saklar pengaman tersebut sudah sesuai dengan tegangan nominal jaringan atau belum.

Sistem pembumian pengaman

Ada dua macam sistem pembumian pengaman, yaitu :

1. Pembumian BKT perlengkapan listrik terpisah dari pembumian sistem listriknya.
2. Pembumian BKT perlengkapan listrik dihubungkan dengan pembumian sistemnya dengan melalui jaringan pipa air dari logam yang sama.

Pada pembumian terpisah, bila terjadi kegagalan isolasi, arus gangguan akan mengalir ke sumber melalui bumi. Tahanan pembumi BKT perlengkapan dan instalasi listrik yang diamankan tidak boleh melebihi nilai berikut ini :

$$R_p = \frac{50}{I_A} \text{ ohm}$$

di mana : $I_A = k \times I_N$.

R_p = tahanan pembumi dalam ohm.

I_A = nilai arus yang dapat menyebabkan pengaman bekerja dalam waktu maksimum 5 detik.

I_N = nilai arus nominal pengaman arus lebih.

K = faktor yang nilainya bergantung pada karakteristik alat pengaman arus lebih. Untuk pengaman lebur, nilai k berkisar antara 2,5 - 5, sedangkan untuk gawai (alat) pengaman lain berkisar antara 1,25 - 3,5.

Pada pembumi yang terhubung, maka bila terjadi kegagalan isolasi, arus gangguan akan mengalir kembali ke sumber melalui jaringan pipa air tersebut. Tahanan lingkaran tidak boleh melebihi nilai berikut ini :

$$R_{lk} = \frac{V}{I_A} \text{ ohm}$$

dimana :

V = tegangan fasa netral dalam bentuk volt.

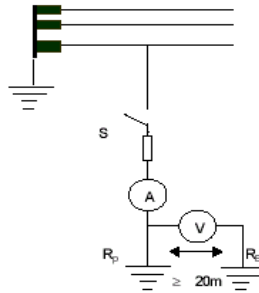
I_A = $k \times I$ dalam ampere.

R_{lk} = tahanan lingkaran dalam ohm.

$I_A = I_N$ dan k seperti pada penjelasan sebelumnya (diatas).

Pengukuran tahanan pentanahan pada sistem pembumian terpisah, dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Pengukuran dengan menggunakan voltmeter dan amperemeter, ditunjukkan seperti gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran Dengan Voltmeter dan Amperemeter

2. Pengukuran dengan menggunakan alat ukur tahanan pentanahan.

Jika elektrode buminya termasuk elektrode batang maka elektroda bantu yang diperlukan untuk pengukuran ini harus berjarak minimum 20 m. Dan jika elektrode buminya termasuk jenis elektrode pita, maka jarak elektrode bantu dan elektrode bumi minimum 3 kali diameter elektrode bumi tersebut. Alat ukur tahanan pentanahan harus dapat menghasilkan tegangan sendiri. Pengukuran tahanan lingkaran pentanahan pada sistem pembumian terhubung dilakukan dengan cara: menghubungkan elektrode bumi yang akan diukur ke penghantar fase, setelah pengaman arus lebih melalui saklar S_n dan S_v , tahanan antara fase dan tanah (V_E) diukur dengan volt meter saat saklar S_n dan S_v terbuka. Mula-mula saklar S_v ditutup, jika tegangan tidak turun banyak, saklar S_n baru boleh ditutup. Penunjukan tegangan V_{E1} dan arus I dicatat, maka besarnya tahanan lingkaran :

$$R_{lk} = \frac{V_E - V_{E1}}{I}$$

di mana : R_{lk} = tahanan lingkaran.

V_E = tegangan fase terhadap bumi (keadaan saklar terbuka).

V_{E1} = tegangan pada tahanan R_h (keadaan saklar S_n tertutup).

I = arus terukur pada ampere meter (keadaan saklar S_n tertutup).

Pengukuran Arus Hubung Pendek pada Sistem PNP (Pembumian Netral Pengaman)

Pembumian Netral Pengaman (PNP) ialah pengaman dengan cara menghubungkan BKT perlengkapan dengan penghantar netral yang dibumikan (penghantar nol) sehingga bila terjadi kegagalan isolasi maka tegangan sentuh yang terlalu tinggi tidak tertahan karena bekerjanya pengaman arus lebih. Cara menghubungkan BKT perlengkapan dengan penghantar nol, dilaksanakan melalui penghantar pengaman sebagai berikut :

1. Untuk penghantar pengaman dengan luas penampang kurang dari 10 mm² tembaga, caranya melalui penghantar itu sendiri dihubungkan ke rel / terminal

- pengaman, kemudian dihubungkan ke rel / terminal nol di dalam PHB yang sama atau PHB di sebelah hulunya.
2. Untuk penghantar pengaman dengan luas penampang 10 mm² tembaga atau lebih, penghantar pengaman tersebut dapat berfungsi ganda, yaitu sebagai penghantar pengaman juga sebagai penghantar netral (disebut penghantar nol), sehingga BKT perlengkapan dapat dihubungkan melalui penghantar tersebut ke rel / terminal pengaman PHB, sedangkan terminal netral perlengkapan cukup dihubungkan ke BKT perlengkapan.
 3. Untuk perlengkapan tanpa penghantar netral, BKT perlengkapan dihubungkan melalui penghantar pengaman rel / terminal pengaman PHB. Bila PHB tidak memiliki terminal / rel pengaman, maka penghantar pengaman dihubungkan ke terminal nol PHB.

Persyaratan sistem PNP

Penampang penghantar antara sumber listrik atau transformator dan perlengkapan listrik harus cukup luas supaya bila terjadi hubung singkat antara penghantar fase dengan penghantar nol, penghantar netral, penghantar pengaman atau BKT perlengkapan listrik. Besar arus gangguan minimal sama dengan arus I dari pengaman leburnya atau pengaman arus lebih terdekat lainnya, di mana $IA = k \times IN$.

Pada umumnya transformator yang dihubungkan bintang-bintang tidak sesuai bagi sistem PNP, karena reaktansnya terhadap arus hubung singkat seperti tersebut di atas terlalu besar. Jika persyaratan tersebut di atas tidak bisa terpenuhi pada sebagian jaringan distribusi dan instalasi konsumen maka sistem PNP tidak boleh dipakai. KHA penghantar fasenya (dengan pengecualian) diperbolehkan sesuai dengan tabel di bawah ini.

Tabel Luas Penampang untuk Penghantar Netral
dari Bahan yang Sama dengan Penghantar Fasenya.

Ukuran penghantar fase (mm ²)	Ukuran penghantar netral (kabel berinti banyak, kabel bumi) (mm ²)
1,5	1,5
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10
16	16

PENUTUP

Pemasangan jaringan listrik tegangan rendah harus memenuhi persyaratan PUIL 2000, yang pada dasarnya merupakan ketentuan baku. Pelanggaran terhadap persyaratan tidak diperkenankan, tetapi belum ada sangsi hukum yang jelas. Karena listrik sudah merupakan kebutuhan pokok, maka tidak ditolerir pelanggaran pemasangan instalasi. Oleh sebab itu setiap pengusaha yang berkecimpung dalam bidang kelistrikan harus memahami PUIL 2000 dan aspek-aspek keselamatan perusahaan jaringan listrik tegangan rendah dan ketatalaksanaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Budyo A dan Tj. Pater. 1995. *Menggambar Teknik 2*. Penerbit CV Marisa. Surabaya.
- Djumadi, Martin B dan bambang A. 1997. *Instalasi Listrik Bangunan*. Penerbit Angkasa . Bandung.
- P. Van Harten, E. Setiawan, 1998, *Instalasi Arus Kuat. Jilid I dan II*. Penerbit Bina Cipta. Bandung.
- Sudarto. 1987. *Teknik Perencanaan dan Pemasangan Instalasi Listrik*. Penerbit Karya Remaja. Bandung.
- Zan Scbotsman. 1996. *Instalasi*. Edisi Kelima. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 10 tahun 1989 tentang *Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik*
- Peraturan Pemerintah No. 25 tahun 1995 tentang *Usaha Penunjang Tenaga Listrik*
- Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/40/M.PE/1990 tentang *Instalasi Ketenagalistrikan*
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Penerbit Yayasan PUIL. Jakarta.
- Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang *Keselamatan Kerja*
- Undang-undang No. 15 tahun 1985 tentang *Ketenagalistrikan*.