

Dr. Ir. Djoko Laras B.T  
Dr. Zamtinah



# INSTALASI LISTRIK KOMERSIAL



# INSTALASI LISTRIK KOMERSIAL



Dr. Ir. Djoko Laras B.T  
Dr. Zamtinah



**Instalasi Listrik Komersial**

© Djoko Laras & Zamtinah

---

Cetakan I, Oktober 2020

---

Penulis : Dr. Ir. Djoko Laras B.T  
Dr. Zamtinah  
Penyunting Bahasa : Renaldo Rizqi Yanuar, M.Pd.  
Nur Rohman Eko Nugroho, S.Pd.  
Tata Letak : Arief Mizuary  
Cover : Ngadimin

---

**Diterbitkan dan dicetak oleh:**

**UNY Press**

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY  
Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp : 0274-589346

Mail : unypenerbitan@uny.ac.id

*Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)*

*Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)*

---

ISBN : 978-602-498-192-1

---

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
PRAKATA .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Bangunan Komersial.....	2
B. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) .....	4
1. Bahaya Listrik.....	4
2. Gangguan Kelistrikan .....	9
3. Penerapan K3 .....	10
BAB II MATERIAL DAN PERLENGKAPAN INSTALASI	
LISTRIK KOMERSIAL .....	11
A. kWh Meter.....	12
B. Voltmeter .....	14
C. Amperemeter .....	15
D. Frekuensimeter .....	18
E. <i>Cos Phi Meter</i> .....	19
F. <i>Time Delay Relay</i> .....	20
G. <i>Magnetic Contactor</i> .....	21
H. <i>Automatic Main Failure (AMF)</i> .....	23
I. <i>Power Factor (PF) Regulator</i> .....	33
BAB III PENGHANTAR LISTRIK.....	39
A. Pengertian Penghantar (Kabel) Listrik .....	40
B. Klasifikasi Penghantar.....	41
1) Penghantar Berselubung.....	41
2) Penghantar berdasarkan jumlah inti.....	43

3)	Berdasarkan Konstruksi Penghantar.....	44
4)	Berdasarkan Tipe Penghantar .....	44
C.	Perhitungan Penghantar Listrik.....	49
1.	Berdasarkan Kemampuan Hantar Arus .....	49
2.	Menentukan penghantar untuk tenaga listrik .....	50
	LATIHAN.....	50
BAB IV	PEMUTUS DAYA DAN PENGAMAN.....	53
A.	Konsep Dasar .....	54
B.	Jenis dan Karakteristik Pengaman Listrik .....	58
1.	MCB .....	58
2.	MCCB .....	59
3.	NFB.....	61
4.	Fuse.....	62
5.	ELCB .....	62
6.	Thermal Overload Relay (TOR) .....	65
7.	<i>Circuit breaker</i> (CB).....	66
8.	<i>Sectionalizer</i> (SSO / Saklar Seksi Otomatis).....	71
C.	Cara Membaca Kurva Proteksi .....	72
D.	Perhitungan Rating Pengaman .....	73
E.	Analisis Sistem Proteksi Menggunakan <i>Software</i> Ecodial.....	75
1.	<i>Software</i> Ecodial.....	75
2.	Latihan Simulasi Menggunakan <i>Software</i> Ecodial .....	76
3.	Simulasi Gangguan Hubung Singkat .....	93
	TUGAS .....	95
	LATIHAN.....	96
	EVALUASI .....	101
BAB V	PANEL LISTRIK.....	103
A.	PHB (Panel Hubung Bagi).....	104
Bentuk Konstruksi PHB .....	106	
Pemilihan PHB .....	108	
B.	Panel SDP.....	109
C.	Kubikel .....	109
I.	Komponen-komponen kubikel antara lain .....	111
II.	Peralatan Pengaman .....	118
III.	Pemeliharaan Kubikel .....	119

D. AMF & ATS PANEL (Automatic Mains Failure & Automatic Transfer Switch ).....	119
I. Komponen-komponen pada ATS – AMF .....	120
II. Perawatan dan Pemeliharaan .....	122
III. Jenis-jenis pemeliharaan yang dilakukan .....	124
RANGKUMAN .....	129
LATIHAN.....	129
BAB VI INSTALASI PENERANGAN LISTRIK.....	131
A. Jenis- Jenis Pengaman .....	132
1. Patron Lebur.....	132
2. Miniatur Circuit Breaker .....	133
B. Perancangan Penentuan Titik Lampu.....	139
C. Software DIALux .....	141
D. Fungsi Software DIALux.....	141
E. Kelebihan Software DIALux.....	142
BAB VII INSTALASI TENAGA LISTRIK .....	151
A. Karakteristik Instalasi Tenaga listrik.....	152
1. Faktor Beban ( <i>Load Factor</i> ).....	153
2. Beban Harian .....	153
3. Penilaian Beban .....	154
4. Diversitas .....	158
5. Kebersamaan (waktu) .....	159
6. <i>Coincident</i> .....	159
7. Pengguna ( <i>utility factor</i> ) .....	159
B. Beban-beban Instalasi Tenaga Listrik.....	160
1. Beban resistif .....	160
2. Beban induktif.....	161
3. Beban Kapasitif .....	161
C. Pengendalian Beban Listrik .....	162
1. <i>Direct On-line</i> .....	162
2. Pengendali motor berurutan.....	164
3. Pengendali motor dengan dua arah putaran.....	165
4. Pengendali motor dengan pengasut Y- $\Delta$ .....	166
EVALUASI.....	170
BAB VIII SISTEM PENTANAHAN.....	171
A. Pengertian Sistem Pentanahan.....	172

B.	Tujuan Pentanahan .....	172
C.	Jenis jenis pentanahan .....	173
1.	Pentanahan Sistem .....	173
2.	Pentanahan Peralatan.....	173
3.	Pentanahan Penangkal Petir .....	174
D.	Elektrode Pentanahan .....	176
a.	Elektrode Batang.....	176
b.	Elektrode Pelat .....	178
c.	Elektrode Pita .....	179
E.	Faktor yang Memengaruhi Tahanan Pentanahan .....	180
F.	Perhitungan Tahanan Pentanahan .....	182
	EVALUASI .....	184
BAB IX PROTEKSI PETIR.....		185
A.	Konsep Dasar .....	186
•	Sejarah dan Perkembangan Sistem Proteksi Petir.....	186
•	Sistem Proteksi Tipe Konvensional.....	187
•	Perbedaan Proteksi Petir Konvensional dan Elektrostatik .....	191
B.	Komponen Sistem Proteksi Petir.....	194
a.	Komponen Sistem Proteksi Internal .....	194
b.	Komponen Sistem Proteksi Eksternal.....	199
c.	Komponen Tambahan.....	204
C.	Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir Berdasar Aspek Bangunan...208	
a.	Tingkat Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Jenis Bangunan.....	209
b.	Tingkat Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Jenis Kontruksi .....	209
c.	Tingkat Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Tinggi Bangunan .....	210
d.	Tingkat Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Situasi Bangunan .....	211
e.	Tingkat Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Hari Guruh ..211	
f.	Perkiraan Tingkat Kebutuhan Proteksi Petir .....	212
D.	Penentuan Elektrode Pentanahan .....	212
a.	Jenis Elektrode Pentanahan.....	213
b.	Pemasangan dan Susunan Elektrode .....	215
c.	Pemilihan Bahan Elektrode.....	216

LATIHAN.....	217
EVALUASI.....	218
BAB X <i>TESTING AND COMMISSIONING</i> .....	221
A. Pengertian <i>Testing and Commissioning</i> .....	222
B. Jenis-Jenis <i>Testing and Commissioning</i> .....	223
C. Tujuan <i>Testing and Commissioning</i> .....	224
D. Acuan <i>Testing and Commissioning</i> .....	224
E. Prosedur <i>Testing and Commissioning</i> .....	225
1. Kelengkapan Data Pendukung.....	225
2. Ketentuan Penguji.....	225
3. Syarat Pengujian.....	226
F. Pelaksanaan <i>testing commissioning</i> .....	226
1. Pemeriksaan Dokumen.....	226
2. Pemeriksaan Fisik .....	228
3. Pengujian .....	230
DAFTAR PUSTAKA.....	241



# PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya yang telah tercurah, sehingga penulis bisa menyelesaikan Buku *Instalasi Listrik Komersial* ini. Buku ini ditulis dan disesuaikan dengan standar kompetensi lulusan mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro (JPTE) dan disertai contoh-contoh aplikasi instalasi listrik pada bangunan komersial. Buku ini diharapkan memiliki sumbangsih yang besar terhadap peningkatan kualitas pencapaian kompetensi mahasiswa JPTE. Buku ini diharapkan dapat digunakan untuk *updating* kompetensi guru SMK, dan dicetak ulang untuk dapat digunakan sebagai referensi pendidik, mahasiswa, dan para profesional di Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI). Tersusunnya buku ini tentu bukan dari usaha penulis seorang. Dukungan moral dan material dari berbagai pihak sangatlah membantu tersusunnya buku ini. Oleh karena itu, penulis ucapkan terima kasih kepada keluarga, sahabat, rekan-rekan, dan pihak-pihak lainnya yang membantu secara moral dan material bagi tersusunnya buku ini.

Buku yang tersusun sekian lama ini tentu masih jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan agar buku ini bisa lebih baik nantinya.

Yogyakarta, 16 Oktober 2020

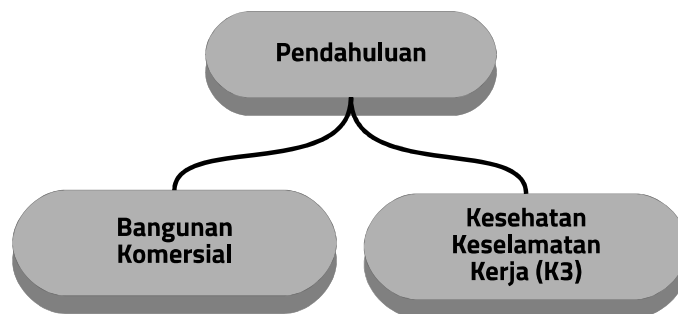
Penulis



# BAB I

## PENDAHULUAN

### PETA KONSEP



### TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari Bab 1, mahasiswa dapat:

1. Mengetahui kriteria bangunan komersial.
2. Memahami potensi bahaya kelistrikan.
3. Mengetahui jenis-jenis gangguan kelistrikan.
4. Menerapkan budaya kesehatan dan keselamatan kerja.

### A. Bangunan Komersial



Gambar 1.1 Bangunan Komersial  
Sumber: chinahotelsreservation.com

Bangunan adalah sarana yang memberikan perlindungan terhadap mesin, peralatan pengolahan, aktivitas manusia, dan penyimpanan harta benda manusia. Dalam aturan membentuk rancangan sebuah bangunan, terdapat prinsip-prinsip yang harus dipenuhi antara lain:

1. Bangunan harus dibangun untuk melayani tujuan yang ditentukan oleh klien.
2. Desain harus dapat dibangun dengan teknik yang dikenal dan tersedia tenaga kerja dan peralatan, dalam waktu yang dapat diterima.
3. Bangunan harus mampu menahan unsur-unsur dan penggunaan normal untuk jangka waktu tertentu yang ditentukan oleh klien.
4. Baik di dalam maupun di luar, bangunan harus menyenangkan secara visual.
5. Tidak ada bagian dari bangunan yang dapat membahayakan keselamatan atau kesehatannya penghuni dalam penggunaan normal, dan bangunan harus menyediakan evakuasi yang aman atau berlindung dalam keadaan darurat.
6. Bangunan harus menyediakan tingkat perlindungan dari unsur-unsur dan dari kontrol lingkungan interior — udara, suhu, kelembaban, cahaya, dan akustik- Tics — ditentukan oleh klien dan tidak kurang dari minimum yang diperlukan untuk keselamatan dan kesehatan penghuninya.
7. Bangunan harus dibangun untuk meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan.

8. Pengoperasian bangunan harus mengonsumsi energi minimum saat mengizinkan struktur untuk melayani tujuannya.
9. Jumlah biaya konstruksi, operasi, pemeliharaan, perbaikan, dan diantisipasi perubahan di masa depan harus disimpan dalam batas yang ditentukan oleh klien.

Bangunan komersial adalah bangunan yang mewadahi berbagai fungsi komersial seperti vila, hotel, resort, perdagangan, ruang kantor sewa, dan lain-lain. Sesuai jenisnya, bangunan komersial merupakan bangunan yang direncanakan dan dirancang untuk mendatangkan keuntungan bagi pemilik maupun penggunanya. Fungsi komersial meliputi perdagangan seperti ruang kantor sewa, hotel, gudang, pertokoan, supermarket, pusat perbelanjaan dan layanan jasa seperti servis, laundry, dan lain sebagainya. Atas dasar pemikiran ini, perancangan bangunan komersial harus mempertimbangkan sembilan aspek (Wungow, 2011) yaitu:

1. Karakter (citra)  
Bangunan komersial yang dirancang dengan karakter atau citra yang kuat akan meningkatkan daya tarik kunjungan konsumen.



Gambar 1.2 Citra Bangunan Komersial  
Sumber: aeonmall vietnam

2. Nilai ekonomis bangunan  
Salah satu syarat penting yang harus dipenuhi oleh bangunan komersial adalah efisiensi. Kata efisiensi erat kaitannya dengan aspek ekonomi.
3. Lokasi strategis  
Tujuan bangunan komersial direncanakan secara umum adalah agar banyak dikunjungi konsumen. Oleh karenanya, pemilihan lokasi menjadi salah satu pertimbangan penting untuk mencapai maksud tersebut.

4. Prinsip keamanan bangunan  
Sebagai bangunan publik, bangunan komersial harus dirancang dengan berbagai fasilitas keselamatan bangunan. Secara umum, fasilitas keamanan bangunan dibedakan menjadi keselamatan (*safety*) dan keamanan (*security*).
5. Prinsip kenyamanan bangunan  
Bangunan komersial sebaiknya dirancang dengan kelengkapan kenyamanan bangunan seperti kenyamanan termal, kenyamanan pencahayaan, kenyamanan audio, dan kenyamanan sirkulasi dalam bangunan.
6. Kebutuhan jangka panjang  
Rancangan bangunan mudah disesuaikan dengan kebutuhan jangka panjang untuk mengantisipasi dinamika perubahan tuntutan masyarakat.
7. Kondisi, potensi dan karakter kawasan  
Terjadi kesesuaian antara kegiatan pada bangunan komersial dengan kondisi, potensi dan karakter kawasan yang akan dikembangkan.
8. Kondisi sosial budaya masyarakat  
Keberadaan bangunan diterima secara sosial, budaya dan psikologis oleh masyarakat sekitar.
9. Perkembangan teknologi  
Rancangan bangunan dapat mengaplikasikan perkembangan teknologi bangunan modern.

Sesuai dengan prinsip-prinsip perancangan bangunan umum dan bangunan komersial dimana sebuah bangunan harus didukung dengan aspek kenyamanan baik itu dari sisi pencahayaan, utilitas, dan keamanan maka instalasi listrik dalam bangunan komersial juga memiliki peran penting guna mewujudkan prinsip-prinsip perancangan bangunan komersial yang baik.

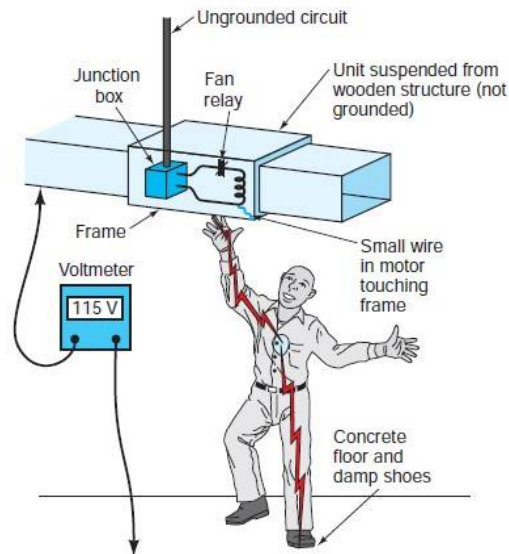
## **B. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)**

### **1. Bahaya Listrik**

Bahaya listrik dibedakan menjadi dua, yaitu *bahaya primer* dan *bahaya sekunder*. Bahaya sekunder merupakan bahaya yang disebabkan listrik secara tidak langsung, namun potensi bahayanya sama dengan bahaya primer. Contoh dari bahaya sekunder seperti jatuh dari ketinggian, terbakar di area kerja baik langsung maupun tidak langsung, dan lain sebagainya. Adapun bahaya yang disebabkan oleh listrik secara langsung disebut dengan bahaya primer, contohnya

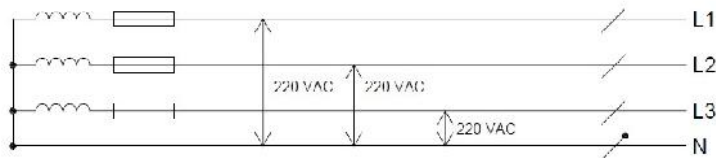
sentuhan langsung dengan sumber tegangan dan kebaran serta ledakan pada rangkaian tertutup. Sentuhan langsung dengan sumber tegangan sering disebut dengan istilah *tersengat listrik*. Bahaya dari sengatan listrik ditentukan dari besar kecilnya arus yang mengalir pada tubuh manusia, semakin besar arus yang mengalir maka semakin terasa sengatan listriknya.

Sengatan listrik yang terjadi pada tubuh manusia ada dua cara, yaitu sentuhan langsung dan tidak langsung. Dampak bagian tubuh akibat bersentuhan langsung pada titik tegangan disebut bahaya sentuh langsung, sedangkan bahaya sentuh tidak langsung dapat berupa sengatan listrik akibat tegangan liar yang terhubung ke bodi atau bagian luar peralatan. Besar kecilnya sengatan listrik pada tubuh manusia ditentukan oleh tiga faktor, yakni besar arus, lintasan aliran, dan lama pada tubuh.

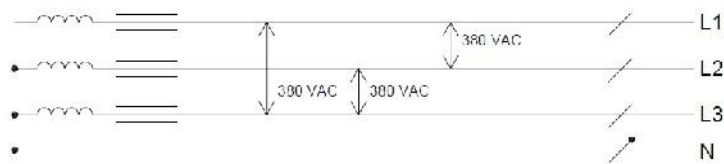


Gambar 1.3 Sentuhan Tidak Langsung  
Sumber: Russel E. Smith, 2011

Besar arus listrik yang mengalir pada tubuh manusia dipengaruhi oleh titik tegangan dan besar tahanan tubuh. Besarnya titik tegangan tergantung sistem yang digunakan (Gambar 1.2 dan Gambar 1.3) sedangkan tahanan tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ukuran tubuh, berat badan, kelembaban kulit, dan lain-lain. Besar tahanan kontak kulit bervariasi dari 1.000 k $\Omega$  (kulit kering) sampai 100  $\Omega$  (kulit basah) sedangkan tahanan dalam tubuh manusia antara 100  $\Omega$  sampai 500  $\Omega$ .



Gambar 1.4 Tegangan Satu Fasa  
sumber: *International Electrotechnical Commission, 2005*



Gambar 1.5 Tegangan Tiga Fasa  
sumber: *International Electrotechnical Commission, 2005*

Besarnya arus yang mengalir pada tubuh manusia akibat sentuhan pada titik tegangan dapat kita ketahui dengan hukum ohm. Berdasarkan aliran lintasan maka kita memiliki dua nilai perhitungan arus yang menuju ke tanah melalui tubuh manusia. Perhitungan pertama dilihat pada kondisi terjelek yang mengacu pada saat nilai tahanan kontak kulit dan tubuh ( $R_k$ ) paling kecil sedangkan perhitungan kedua kedua dilihat pada saat kondisi terbaik atau pada saat nilai tahanan kontak kulit dan tubuh ( $R_k$ ) paling besar. Berdasarkan Gambar 1.4 dan faktor tahanan tubuh manusia maka dapat kita lihat perhitungan kedua jenis kondisi pada titik tegangan 220V sebagai berikut:

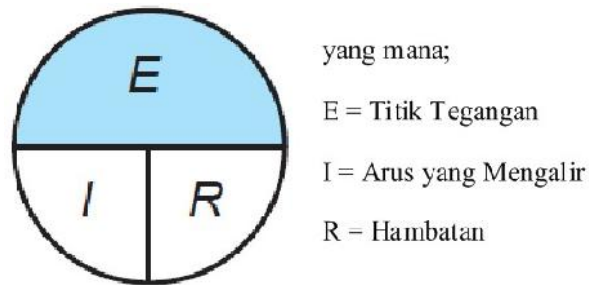
a. Kondisi terjelek

$$I = \frac{V}{R_k} = \frac{220V}{100\Omega + 100\Omega} = \frac{220V}{200\Omega} = 1,1 A$$

b. Kondisi terbaik

$$I = \frac{V}{R_k} = \frac{220V}{1000 k\Omega} = 0,22 mA$$





Gambar 1.6 Hukum Ohm  
 Sumber: John C. Pfeiffer, 2008

Aliran listrik yang mengalir menuju ke tanah melalui tubuh manusia tidak hanya memberikan beda potensial namun juga bahaya. Russel E. Smith memaparkan bahaya listrik yang mengacu laju arus pada tubuh manusia dalam Tabel 1.1. Berikut adalah dampak sengatan listrik yang dialami oleh manusia atau korban menurut prih sumardjati.

- Ventricular Fibrillation* atau melemahnya denyut jantung sehingga menyebabkan tidak mampu mensirkulasi darah dengan baik.
- Gangguan pernapasan akibat kontaksi (*suffocation*) yang dialami oleh paru-paru.
- Kerusakan sel tubuh akibat energi listrik yang mengalir di dalam tubuh dan bahkan terbakar pada bagian tertentu akibat dari efek panas listrik.

Tabel 1.1 Dampak kejut listrik

No	Arus	Dampak orang yang dialiri
1	1 mA	merasakan sensasi kejut listrik
2	20 mA	tidak bisa melepaskan diri dari titik sentuh
3	0.1 A	mengalami <i>ventricular fibrillation</i>
4	> 0.2 A	terbakar

(Sumber: Russel E. Smith, 2011)

Bahaya yang kedua dari bahaya primer adalah kebakaran, hal ini sangat berkaitan dengan panas yang muncul akibat adanya aliran listrik yang mengalir pada suatu penghantar. Besarnya panas yang ditimbulkan sebanding dengan kuadrat arus, besarnya resistansi, dan waktu. Semakin banyak beban yang terpasang maka akan mempengaruhi nilai resistansi dan arus yang mengalir pada

rangkaian tersebut sehingga apabila arus nominal melebihi KHA dari penghantar maka akan terjadi pemanasan pada penghantar dan bahkan kebakaran. Bahaya ketiga adalah ledakan yang mana bisa terjadi dari proses lanjutan dari pemanasan penghantar. Penghantar yang panas menyebabkan terbakarnya isolasi kabel sehingga memungkinkan terjadi hubung singkat. Kondisi kedua, hubung singkat bisa terjadi di titik terminasi kabel yang tidak sempurna. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kebakaran suatu kecelakaan diakibatkan oleh listrik, seperti ancaman kebakaran terus menghantui Manado, sepanjang tahun 2014 hingga awal September 2016, tercatat sudah 628 kasus kasus terjadi. Kecelakaan akibat kebakaran juga dijelaskan oleh Dinas Tenaga Kerja dan Sertifikasi Kompetensi Pemerintah Kota Denpasar pada tahun 2014 mencatat kecelakaan kerja akibat listrik mencapai 40%. Secara umum, kecelakaan yang terjadi merupakan dampak penggunaan peralatan listrik yang tidak berstandar SNI. Penyebab terjadinya kebakaran diakibatkan karena beban berlebih dan bahan yang digunakan tidak sesuai ukuran. Kepala Seksi Operasional Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan DKI Jakarta, Mulyanto, mengatakan bahwa sejak Januari sampai Agustus 2017 terjadi 588 kasus kebakaran yang diakibatkan oleh arus hubung singkat.



Gambar 1.7 Contoh Kasus Kebakaran  
Source: metro.sindonews.com

(eventkompasiana.com) kondisi buruknya instalasi listrik di rumah atau kabel yang tidak sesuai dengan daya listrik yang mengalir merupakan beberapa akibat penyebab kebakaran akibat arus listrik. Arus listrik merupakan penyebab kecelakaan yang dominan. Diketahui sekitar 73,4% dari jumlah kebakaran di Jakarta tahun 2017 diakibatkan oleh gangguan listrik. Schneider electric tidak berhenti berinovasi untuk menjamin keamanan dan kenyamanan hunian

masyarakat. Salah satunya dengan meluncurkan produk RCBO Slim Domae yang berfungsi memutus listrik secara otomatis apabila terjadi hubung singkat dan beban lebih serta saat ada kebocoran arus listrik ke tanah. Namun, pada tanggal 16/1/2018 masih terjadi kebakaran akibat hubung singkat di UPT Museum Kebaharian Husnison Nizar yang mengakibatkan koleksi miniatur model dan alat-alat navigasi bersejarah hangus terbakar. Hal ini dikarenakan piranti penanganan masih belum terdistribusikan ke pengguna listrik secara keseluruhan.

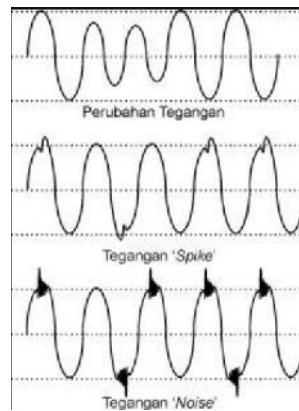


Gambar 1.8 Gedung Museum Bahari  
Sumber: Kompas.com

## 2. Gangguan Kelistrikan

Gangguan sistem tenaga listrik disebabkan oleh dua faktor, yaitu berasal dari faktor internal dan eksternal. Penyebab gangguan yang berasal dari dalam sistem (internal), antara lain tegangan dan arus abnormal, pemasangan yang kurang baik, kesalahan mekanis karena proses penuaan, beban lebih, dan kerusakan material. Sedangkan gangguan yang berasal dari luar sistem (eksternal), seperti gangguan-gangguan mekanis, pengaruh cuaca, dan pengaruh lingkungan. Namun, apabila ditinjau dari segi lamanya waktu gangguan maka dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni gangguan yang bersifat temporer dan permanen. Terdapat tiga jenis gangguan yang sering ditemui dalam sistem tenaga listrik, yakni; (i) gangguan hubung singkat, (ii) gangguan *upper and under voltage*, dan (iii) gangguan instabilitas. Gangguan sistem tenaga listrik seperti terjadinya fluktuasi tegangan sering terjadi dan tidak dapat terdeteksi secara kasat mata. Gangguan listrik dalam bentuk tegangan transien sering terjadi tetapi tidak dapat dirasakan secara langsung sehingga dampak kerusakan peralatan listrik akan

terasa setelah gangguan ini terjadi beberapa kali. Tegangan transien biasanya sering terjadi pada instalasi yang menggunakan peralatan listrik besar seperti rumah sakit, industri, dan tempat penjualan yang didominasi oleh elevator.



Gambar 1.9 Gangguan pada Jalur Listrik  
Sumber: PLN

### 3. Penerapan K3

Penerapan dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berfungsi untuk menjamin keandalan instalasi listrik agar tidak membahayakan tenaga kerja, penghuni, dan peralatan di suatu bangunan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Langkah-langkah konkrit untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja akibat listrik adalah sebagai berikut:

- Memasang/melengkapi alat penangkal petir pada lokasi-lokasi kerja/bangunan yang terbuka dan tinggi.
- Memastikan sistem pentanahan sudah terpasang dengan baik.
- Memasang pengaman listrik sesuai dengan tujuan perlindungan.
- Memberi tanda bahaya pada setiap peralatan instalasi listrik yang mengandung risiko.
- Melakukan pemeriksaan rutin terhadap panel atau instalasi listrik lainnya.
- Selalu menggunakan APD dan melakukan prosedur yang benar setiap menyangkut pekerjaan kelistrikan.

Pemeriksaan penggunaan kabel dilakukan pada tiga objek, yaitu bagaimana cara pemasangan kabel, apakah kabel terpasang memiliki spesifikasi sesuai dengan kebutuhan, dan apakah warna kabel atau sepatu kabel sesuai standar yang berlaku. Dalam pemeriksaan penggunaan kabel dapat berpedoman pada tabel berikut. FORM.

Tabel 10.2. Form pemeriksaan Kabel

TABEL OBSERVASI KABEL			
No	OBJEK	HASIL	KET
1.	Pemasangan kabel	Sesuai/Tidak sesuai	
2.	Pemasangan kabel pada pintu panel dilindungi terhadap kerusakan	Sesuai/Tidak sesuai	
3.	Terminal kabel dilengkapi dengan pelindung kabel/ soket	Sesuai/Tidak sesuai	
4.	Semua peralatan dan terminal diberi kode dan nama indikasi	Sesuai/Tidak sesuai	
5.	Pemasangan kabel masuk dan keluar	Sesuai/Tidak sesuai	
6.	Kabel terpasang pada jaringan dilindungi dengan pipa atau <i>tray</i>	Sesuai/Tidak sesuai	
7.	Ukuran kabel sesuai dengan kebutuhan	Sesuai/Tidak sesuai	
8.	Warna kabel terpasang atau sepatu kabel sesuai standar yang berlaku	Sesuai/Tidak sesuai	

### 3. Pengujian

#### a. Pengujian Tahanan isolasi

Keamanan dan keandalan sebuah isolasi penghantar harus dipastikan dalam kondisi baik. Perlu dilakukan pengujian tahanan isolasi dengan tujuan untuk memastikan penghantar dalam kondisi baik (tidak terjadi kegagalan isolasi/ isolasi mengalami kerusakan), untuk mengetahui kebenaran rangkaian, untuk menghindari gangguan tegangan tembus pada sebuah penghantar.



Gambar 10.1 Pengukuran Tahanan Isolasi  
Sumber: sibay-rb.ru

- b. Nilai tahanan isolasi antara dua saluran penghantar pada instalasi listrik minimal  $2.000 \Omega$  tiap 1 V tegangan kerja ditambah  $1.000.000 \Omega$ . Apabila tegangan kerja yang digunakan adalah 220 V, maka besar nilai tahanan isolasi minimal sebesar:  $2.000 \times 220 + 1.000.000 = 1.440.000 \Omega$  atau  $1.44 \text{ M}\Omega$ . Arus yang diizinkan di dalam tahanan isolasi 1 mA/V. Hasil pengujian harus memenuhi nilai minimal yang telah ditetapkan untuk dapat dihubungkan dengan sumber tegangan. Apabila hasil pengukuran nilai lebih rendah dari ketentuan minimum yang sudah ditetapkan, maka saluran penghantar tersebut tidak layak untuk dihubungkan dengan sumber tegangan.

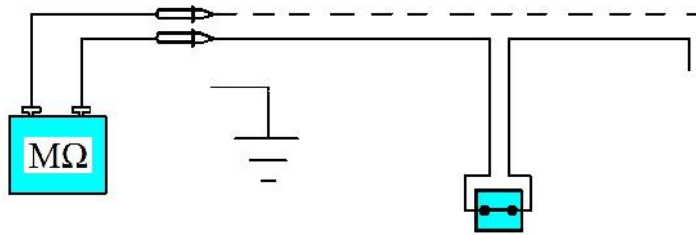
Pengukuran tahanan isolasi dilakukan oleh inspektor dimulai dari panel hubung bagi (PHB) karena semua beban yang terpasang pada instalasi terhubung pada PHB. Pengujian tahanan isolasi pada sistem instalasi dilakukan pada penghantar Fasa-Fasa (pada sistem tiga fasa), Fasa – Netral, Fasa – Ground, dan Netral Ground.

Pengujian tahanan isolasi dilakukan pada seluruh rangkaian dengan menggunakan alat ukur *insulation tester*. Tegangan uji yang digunakan untuk instalasi penerangan adalah 500VDC. Dalam pengukuran tahanan isolasi beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya:

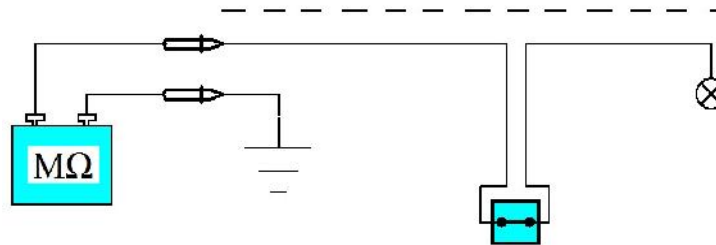


Gambar 10.2 Insulation Tester Kyoritsu 3005A  
Sumber: [www.kew-ltd.co.jp](http://www.kew-ltd.co.jp)

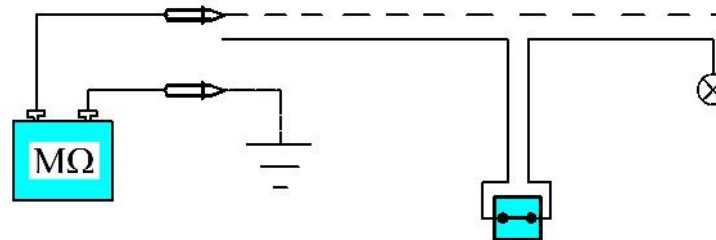
- 1) Saat melakukan pengujian instalasi tidak boleh dalam keadaan bertegangan.
- 2) MCB pada KWh meter dalam posisi off.
- 3) Saklar yang terpasang dalam posisi on.
- 4) Beban terpasang dilepas selama pengujian (kecuali pengujian terhadap *ground*).



Gambar 10.3 Pengukuran pada Fasa-Netral



Gambar 10.4 Pengukuran pada Fasa-Ground



Gambar 10.5 Pengukuran pada Netral-Ground

Hasil pengukuran dicatat ke dalam tabel kerja kemudian ditarik simpulan yang dituliskan dalam kolom keterangan, apabila hasil pengukuran memenuhi standar maka beri keterangan *layak*, kemudian apabila hasil pengukuran kurang memenuhi standar maka beri keterangan *tidak layak*. Pengujian tahanan isolasi dapat menggunakan tabel atau formulir tahanan isolasi.

LOGO	Formulir			No:			
	Tes Tahanan Isolasi (Megger)			Revisi:			
				Tanggal:			
				Halaman:			
Kontraktor : .....			Proyek/ Cluster : .....				
Pelaksana : .....			Inspector : .....				
Mandor : .....			Inspector MK : .....				
Blok/ No : .....			Tanggal Mulai : .....				
No	Uraian Pekerjaan (Line)	Hasil Uji			Tanggal/ Paraf		
		P-N	P-G	N-G	KONT	MK	SB
A.							
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
B.							
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
P-N : Phase – Netral P-G : Phase – Ground N-G : Netral – Ground <input type="checkbox"/> Wiring Diagram <input type="checkbox"/> Tes Ulang		Catatan:					
Demikian berita acara tes tahanan isolasi/ megger ini dibuat dan ditandatangani pada tanggal tersebut diatas dalam rangkap 1 (satu) asli dan dapat digandakan untuk dipergunakan seperlunya DISETUJUI/ DITOLAK TGL:							
Menyetujui: Departemen Proyek:		Departemen Proyek:		Kontraktor PT.			
_____		_____		_____			
Project Manager		Site Manager ME		Project Manager			



c. Pengujian Tahanan tanah

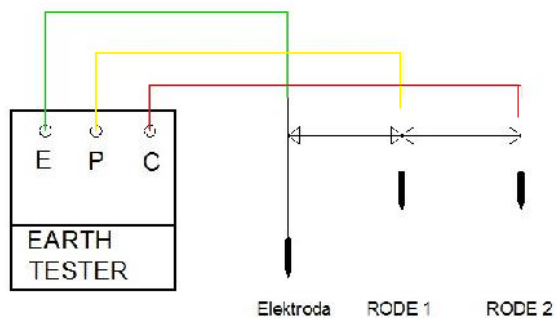
Pengujian kualitas *grounding* dalam suatu sistem pentanahan dapat menggunakan *earth tester*. Hasil yang ditunjukkan dari hasil pengukuran maksimum  $5\Omega$ .



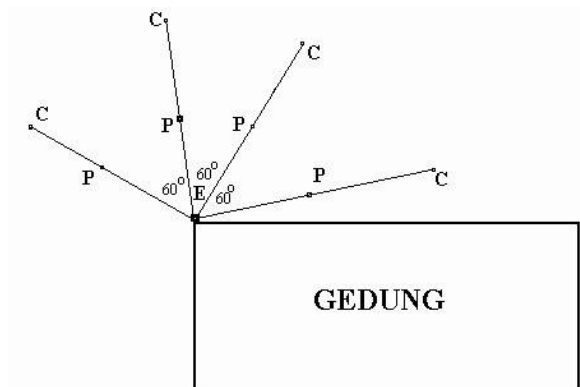
Gambar 10.6 Earth Tester Kyoritsu 4105A  
Sumber: UGE Electronics

Pengukuran tahanan pentanahan dilakukan dengan menghubungkan alat ukur dengan elektrode pentanahan pentanahan yang akan diukur dan elektrode bantu. Jarak antara elektrode menuju elektrode bantu 1 (rode 1) dan rode 1 menuju elektrode bantu 2 (rode 2) masing-masing adalah 5-10 m dengan jarak yang sama. Jika jarak elektrode menuju rode 8 m maka jarak rode 1 menuju rode 2 juga harus 8 m. Pastikan melakukan pemeriksaan baterai (jika diperlukan) dan rangkaian sebelum pengujian dilakukan. Sebaiknya pengujian *grounding* dilakukan lebih dari 1 kali pengujian dengan arah yang berbeda (disarankan 4 arah berbeda).

Apabila pengujian pertama elektrode, rode 1, dan rode 2 dibentangkan ke arah utara maka percobaan selanjutnya dilakukan dengan membentangkan ke arah selain utara. Hasil pengujian kemudian dicatat dan diambil rerata pengujian sebelum dilakukan pengambilan kesimpulan yang dicatat di kolom keterangan.



Gambar 10.7 Rangkaian Pengukuran Tahanan Pentanahan



Gambar 10.8 Titik Pengukuran Tahanan Pentanahan

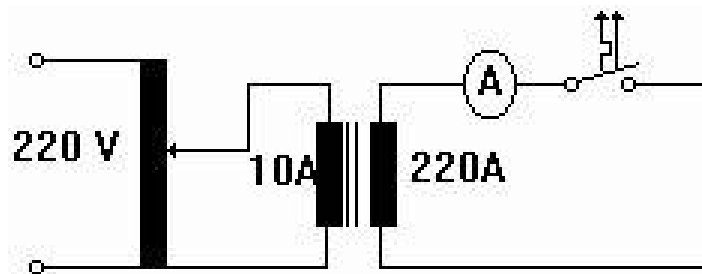
Tabel 10.2 Formulir Pemeriksaan Tahanan Pentanahan

Formulir Tes Tahanan Pentanahan			
Pengujian ke 1	Hasil Pengukuran	Rerata Hasil Pengukuran	Keterangan
1	1 $\Omega$	0.87 $\Omega$	Grounding bagus
2	1 $\Omega$		
3	0.5 $\Omega$		
4	1 $\Omega$		

- d. Pengujian Perlengkapan Pemutus Daya  
 Pengujian perangkat proteksi dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat proteksi terpasang dapat bekerja dengan baik.

1) MCB

Pengujian MCB dapat dilakukan dengan melakukan pembebanan berdasarkan rating arus pada MCB. Pengujian dapat dilakukan berulang dengan arus pengujian variatif, variasi yang dapat digunakan adalah 0.75 x rating arus, 1 x rating arus, 1.25 x rating arus dan 2 x rating arus. Pada arus pengujian 0.75 x rating arus dan 1 x rating arus MCB dikatakan normal apabila tidak merespon (tidak trip), sedangkan pada arus 1.25 x rating arus dan 2 x rating arus MCB dikatakan normal apabila merespon (trip).



Gambar 10.9 Rangkaian Pengujian MCB

Variasi arus pengujian MCB dapat dilakukan dengan rangkaian diatas, besaran arus dapat diatur dengan mengubah nilai tegangan. Sebagai contoh apabila MCB terpasang pada suatu grup memiliki rating arus 4 A maka atur arus pengujian sebesar 3A, 4A, 5A, dan 8A. Contoh tabel percobaan dapat dilihat pada Tabel 10.3.

Tabel 10.3 Pengujian MCB

TABEL PENGUJIAN MCB				
No	OBYEK	ARUS UJI	HASIL	KET
1.	MCB 1 (4A)	3 A	TRIP/ <del>TIDAK</del>	
		4 A	TRIP/ <del>TIDAK</del>	
		5 A	<del>TRIP</del> /TIDAK	Trip sebelum 5A
		8 A	<del>TRIP</del> /TIDAK	Trip sebelum 8A
2.	MCB 2 (4A)	3 A	TRIP/ <del>TIDAK</del>	
		4 A	TRIP/ <del>TIDAK</del>	
		5 A	<del>TRIP</del> /TIDAK	Trip sebelum 5A
		8 A	<del>TRIP</del> /TIDAK	Trip sebelum 8A

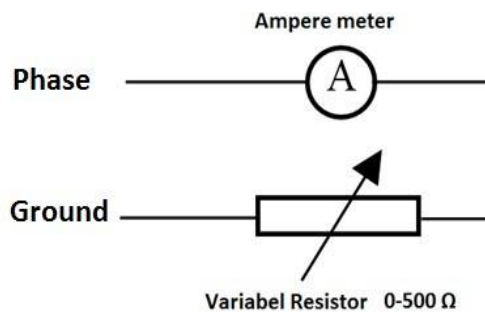
## 2) ELCB

Pengujian ELCB dapat dilakukan menggunakan alat uji ELCB atau pengujian konvensional, salah satu alat uji ELCB adalah *RCD Tester*.



Gambar 10.10 RCD Tester Kyoritsu 5406A

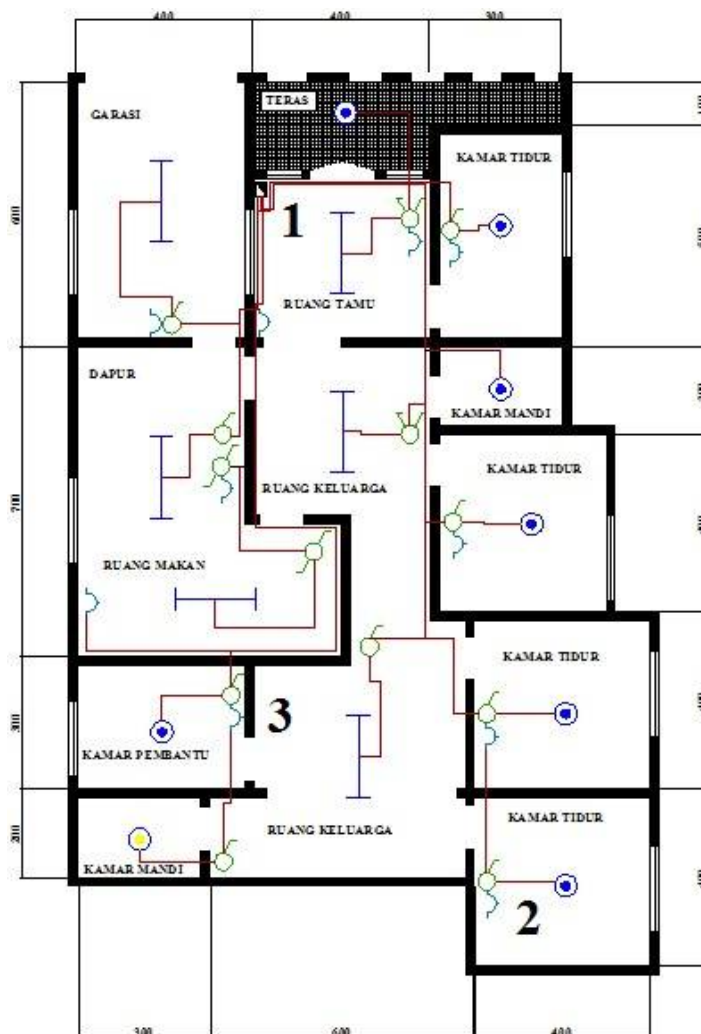
Pengujian menggunakan *RCD Tester* dapat menggunakan opsi auto ramp test yaitu dengan cara menempatkan selector switch pada posisi auto ramp kemudian tekan dan tahan tombol uji hingga ELCB trip dan menunjukkan arus bocor dan waktu yang dibutuhkan untuk ELCB bekerja atau dapat menggunakan opsi x 1/2, x 1, dan x 5 akan tetapi pada opsi ini *RCD Tester* hanya menunjukkan waktu yang dibutuhkan ELCB untuk bekerja. Untuk lebih detail instruksi penggunaan *RCD Tester* dapat dilihat pada manual terlampir. Cara lain yang dapat dilakukan adalah cara konvensional yaitu dengan mengalirkan arus dari penghantar fasa menuju ground. Proses mengalirkan arus menuju ground dapat dilakukan dengan menghubungkan fasa pada kotak kontak menuju ground.



Gambar 10.11 Rangkaian pengujian ELCB

e. Pengukuran Susut Tegangan

Tegangan jatuh atau biasa disebut dengan *drop tegangan* maksimum 4% sehingga apabila tegangan pada sumber tegangan bernilai 220 V maka tegangan pada titik beban atau titik akhir dalam suatu instalasi tidak boleh lebih kecil dari 211 V. Pengukuran dilakukan menggunakan voltmeter pada titik awal tegangan didistribusikan dan titik beban yang jauh dari sumber tegangan awal. Untuk contoh penentuan titik ukur dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 10.12 Gambar titik ukur tegangan

Sumber tegangan awal ditandai dengan notasi angka 1 ada gambar lokasi tersebut merupakan titik referensi atau titik awal pengukuran dilakukan. Sedangkan pada titik dengan notasi angka 2 dan 3 merupakan titik beban yang berlokasi jauh dari sumber tegangan awal. Titik 2 dan 3 merupakan titik ukur tegangan akhir. Sehingga dapat dianalisa tegangan pada titik 2 dan 3 tidak boleh lebih kecil dari ((Tegangan titik 1-(4% X Tegangan titik 1)))

f. Pengukuran Temperatur

g. uji fungsi

Periksa dan pastikan instalasi dapat berfungsi sesuai spesifikasi kontrak atau desain awal pemasangan instalasi. Gunakan form pengujian untuk membantu proses pengujian fungsi instalasi listrik.

Tabel 10.4 Form Tes Nyala

No	Komponen Pengujian	Lokasi	Kondisi		Keterangan
			Sesuai	Tidak	
1	Saklar	Teras	✓		
		Ruang Tamu	✓		
		Dapur	✓		
2	lampu	Teras	✓		
		Ruang Tamu	✓		
		Dapur	✓		
3	Kotak Kontak	Ruang Tamu 1	✓		
		Ruang Tamu 2	✓		
		Kamar Tidur 1	✓		
	. . . . . Dst..				



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2001), SNI 03-6575-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim, (2011), SNI 0225-2011: Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011, Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. (2004). *Commissioning Building Electrical System*. National Electrical Contractors Association.
- Anonim. (2007). *Testing and Commissioning for Electrical Installation*. Architectural Services Department The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.
- Ashour H., dkk. 2014. EX1: Direct Online Motor Starter. Automated Industrial System I. College of Engginering and Technology.
- Data sheet. SR2A201FU compact smart relay zelio logic-20 I/O-100..240VAC. Schneider Electric.
- Dorf, Richard C., (2000), *The Electrical Engineering Handbook*, Boca Raton: CRC Press LLC.
- Hanif Said.(2012). *Aplikasi Programmabale Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta: ANDI.
- <http://apekselectric.en.made-in-china.com> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)
- <http://indonetwork.co.id> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)
- <http://parts.digikey.com> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)
- <http://pdbintangtimur.itrademarket.com> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)
- <http://www.lestariintiutama.co.id/images> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)
- <http://www.shyuanfong.com> (diakses tanggal 25 Oktober 2011)



- <http://www.woodward.com/power/easygen-300.cfm> (diakses tanggal 25 juli 2011)
- IEEE Committee. (1975). *Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams*. IEEE. New York.
- Kustrianto, Herwin. (2008). *Instalasi Sistem Automatic Mains Failure Menggunakan Modul Woodward Easygen 350X*. Laporan Tugas Akhir. UNY. Yogyakarta.
- Merlin Gerlin. *Zelio Logic2 Smart Relay User Manual*. Schneider Electric.
- Mullin, Ray C and Smith, Robert L. 1987. *Electrical Wiring Commercial Sixth Edition*. New York: Delmar Publishers, Inc.
- Mustagfirin Amin, M. 2014. *Instalasi Motor Listrik*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indoonesia.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja.
- Pratama, Z., N. 2013. Analisis Pengaruh Pemasangan Kapasitor Terhadap Faktor Daya pada Motor Induksi Tiga Fasa. Laporan Akhir. Palembang.
- Scadan, Brian. 2008. *IEE Wiring Regulation Explained Illustrated 17th Edition*. Slovenia: Charon Tec.
- Sharma, A., et. al. 2013. *Dependence of Power Factor on Inductive Loads for Microcontroller based Power Systems*. IOSR-JEE. Vol.7, Issue 2.
- Singh, Bimb, Ambrish Chandra, Kamal AL-Hadad., (2015), *Power Quality Problems and Mitigation Techniques*, Chicester: John Wiley and Sons Ltd.
- Suhendar.(2005). *Programmable Logic Control (PLC)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suswanto, D. 2010. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Files. Wordpress.
- Tao, William KY. And Janis, Richard. R. (1997). *Mechanical and Electrical Systems in Building*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Tim Revisi PUIL. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. BSN. Jakarta.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2013 tentang Ketenagakerjaan.
- Widodo, Agung.(2010). *Unit Automatic Main Failure (Amf) Power System Sebagai Bahan Ajar Pada Mata Pelajaran Perbaikan dan Pemeliharaan Panel di Smkn 3 Yogyakarta*. Skripsi. UNY. Yogyakarta.
- William Bolton.(2004). *Programmable Logic Control (PLC) Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga.
- Zamtinah,dkk.(2008). *Pengembangan Unit Automatic Main Failure Power System Sebagai Sarana Up-dating Kompetensi Guru-Guru SMK Jurusan Listrik*. Laporan Penelitian. UNY. Yogyakarta.

# INSTALASI LISTRIK KOMERSIAL



Tenaga listrik memiliki peran yang sangat penting dalam suatu industri. Semakin berkembangnya suatu industri semakin besar pula tenaga listrik yang di perlukan untuk memenuhi kebutuhan industri tersebut. Hal ini bisa kita lihat dalam kehidupan sehari-hari, hampir setiap bangunan membutuhkan energi listrik seperti sekolah atau kampus, perkantoran, rumah sakit, hotel, dan sebagainya. Dalam operasionalnya, gedung-gedung bertingkat tersebut pasti memerlukan sistem perancangan distribusi daya listrik yang baik dan berkualitas.

Instalasi listrik adalah jaringan perlengkapan rangkaian listrik yang dirangkai sedemikian rupa yang menghubungkan komponen satu dengan lainnya dalam ruangan tertentu untuk membangkitkan, memakai, mengubah, mengalihkan, mengumpulkan atau membagikan tenaga listrik.



#### UNY Press

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY  
Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp: 0274 - 589346

E-Mail: [unypenerbitan@uny.ac.id](mailto:unypenerbitan@uny.ac.id)

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)

Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)