

- Djoko Laras Budiyo Taruno
- Zamtinah
- Alex Sandria Jaya Wardhana

INSTALASI LISTRIK INDUSTRI



INSTALASI LISTRIK INDUSTRI

Djoko Laras Budiyo Taruno
Zamtinah
Alex Sandria Jaya Wardhana

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 28 TAHUN 2014
TENTANG HAK CIPTA**

Pasal 2

Undang-Undang ini berlaku terhadap:

- a. semua Ciptaan dan produk Hak Terkait warga negara, penduduk, dan badan hukum Indonesia;
- b. semua Ciptaan dan produk Hak Terkait bukan warga negara Indonesia, bukan penduduk Indonesia, dan bukan badan hukum Indonesia yang untuk pertama kali dilakukan Pengumuman di Indonesia;
- c. semua Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dan pengguna Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait bukan warga negara Indonesia, bukan penduduk Indonesia, dan bukan badan hukum Indonesia dengan ketentuan:
 1. negaranya mempunyai perjanjian bilateral dengan negara Republik Indonesia mengenai perlindungan Hak Cipta dan Hak Terkait; atau
 2. negaranya dan negara Republik Indonesia merupakan pihak atau peserta dalam perjanjian multilateral yang sama mengenai perlindungan Hak Cipta dan Hak Terkait.

**BAB XVII
KETENTUAN PIDANA**

Pasal 112

Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (3) dan/atau Pasal 52 untuk Penggunaan Secara Komersial, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp300.000.000,00 (tiga ratus juta rupiah).

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

INSTALASI LISTRIK INDUSTRI

Djoko Laras Budiyo Taruno
Zamtinah
Alex Sandria Jaya Wardhana



INSTALASI LISTRIK INDUSTRI

Oleh:

Djoko Laras Budiyo Taruno

Zamtinah

Alex Sandria Jaya Wardhana

ISBN: 978-602-498-090-0

Edisi Pertama, September 2019

Diterbitkan dan dicetak oleh:

UNY Press

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY

Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp: 0274 – 589346

Mail: unypress.yogyakarta@gmail.com

© 2019 Djoko Laras Budi Taruno, dkk.

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)

Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)

Editor : Muh. Hasan

Desain Sampul : Ngadimin

Tata Letak : Aqmar Yazid

Isi di luar tanggung jawab percetakan

Perpustakaan Nasional RI: Katalog dalam Terbitan (KdT)

Djoko Laras Budi Taruno, dkk.

INSTALASI LISTRIK INDUSTRI

-Ed.1, Cet.1.- Yogyakarta: UNY Press 2019

ix + 271 hlm; 15 x 23 cm

ISBN: 978-602-498-090-0

1. Instalasi Listrik Industri

1.judul

Kata Pengantar

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya yang telah tercurah, sehingga penulis bisa menyelesaikan Buku *Instalasi Listrik Industri* ini. Buku ini ditulis dan disesuaikan dengan standar kompetensi lulusan mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro (JPTE), dan disertai contoh-contoh aplikasi instalasi listrik di industri. Buku ini diharapkan mempunyai sumbangan yang besar terhadap peningkatan kualitas pencapaian kompetensi mahasiswa JPTE, di samping itu diharapkan buku ini dapat digunakan untuk updating kompetensi guru SMK, dan dicetak ulang untuk konsumsi pendidik, mahasiswa, dan para profesional di lapangan kerja industri. Tersusunnya buku ini tentu bukan dari usaha penulis seorang. Dukungan moral dan material dari berbagai pihak sangatlah membantu tersusunnya buku ini. Untuk 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. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan agar buku ini bisa lebih baik nantinya.

Yogyakarta, September 2019

Penulis

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. View	2
B. Bahaya Kelistrikan	4
C. Gangguan Kelistrikan	10
D. Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	11
BAB II. MATERIAL DAN PERLENGKAPAN INSTALASI LISTRIK INDUSTRI.....	13
A. KWh meter	14
B. Volt meter	16
C. Ampere meter	17
D. Frekuensi meter	21
E. Cosphi meter	22
F. Time Delay Relay	23
G. Magnetic Contactor	24
H. Automatic Main Failure (AMF)	27
I. Power Factor Regulator	38
J. Programmable Logic Control.....	45
K. Demo Penyelesaian Soal PLC	60
L. Soal Latihan	62
M. Soal Evaluasi.....	63
BAB III. PENGHANTAR LISTRIK.....	65
A. Pengertian Penghantar Listrik.....	66
B. Klasifikasi Penghantar Listrik.....	68
C. Perhitungan Penghantar listrik.....	76
D. Soal Latihan	78

BAB IV. PEMUTUS DAYA DAN PENGAMAN	81
A. Konsep Dasar	82
B. Jenis dan Karakteristik Pengaman Listrik	87
C. Cara Membaca Kurva Proteksi.....	104
D. Perhitungan Rating Pengaman	105
E. Soal Latihan.....	108
F. Soal Evaluasi.....	112
BAB V. INSTALASI PENERANGAN LISTRIK.....	115
A. Jenis-jenis Pengaman.....	116
B. Perencanaan Penentuan Titik Lampu.....	126
C. Soal Evaluasi.....	128
BAB VI. INSTALASI TENAGA LISTRIK.....	129
A. Karakteristik Instalasi Tenaga Listrik.....	130
B. Beban-beban Instalasi Tenaga Listrik	140
C. Pengendalian Beban Listrik	143
D. Soal Latihan	152
BAB VII. SISTEM PENTANAHAN	153
A. Pengertian Sistem Pentanahan	154
B. Tujuan Pentanahan	154
C. Jenis Pentanahan	155
D. Elektroda Pentanahan.....	159
E. Faktor yang Memengaruhi Tahanan Pentanahan	164
F. Perhitungan Tahanan Pentanahan	167
G. Soal Evaluasi.....	168
BAB VIII. PENANGKAL PETIR	169
A. Konsep Dasar	170
B. Komponen Sistem Proteksi Petir	179
C. Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Aspek Bangunan.....	197

D. Penentuan Elektrode Pentanahan.....	203
E. Soal Evaluasi.....	209
BAB IX. TESTING AND COMMISSIONING.....	217
A. Pengertian <i>Testing and Commissioning</i>	218
B. Jenis-jenis <i>Testing and Commissioning</i>	219
C. Tujuan <i>Testing and Commissioning</i>	220
D. Acuan <i>Testing and Commissioning</i>	221
E. Prosedur <i>Testing and Commissioning</i>	222
F. Pelaksanaan <i>Testing and Commissioning</i>	224
G. Evaluasi.....	241
BAB X. PERBAIKAN FAKTOR DAYA	243
A. Konsep Dasar	244
B. Komponen Panel Kapasitor	258
C. Metode Pemasangan Capasitor	262
D. Pengaturan C/K pada Power Factor Regulator.....	264
E. Metode Pengamanan Kapasitor	266
F. Soal Evaluasi.....	268
DAFTAR PUSTAKA.....	269

BAB I

PENDAHULUAN

Peta Konsep

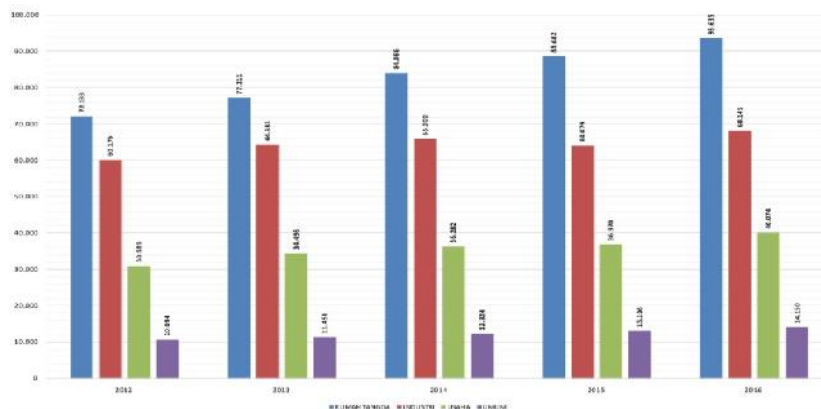


Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Bab 1, mahasiswa dapat :

1. Mengetahui perkembangan pemanfaatan tenaga listrik di Indonesia.
2. Memahami potensi bahaya kelistrikan.
3. Mengetahui jenis-jenis gangguan kelistrikan.
4. Menerapkan budaya kesehatan dan keselamatan kerja.

A. Pendahuluan



Gambar 1.1 Penjualan Tenaga Listrik PLN Tahun 2012-2016 (MWh)

Sumber: DJK ESDM, 2017

Semakin tingginya tingkat daya saing dalam pengembangan individu maupun kelompok mempengaruhi peningkatan penggunaan energi listrik di kalangan rumah tangga, sosial, komersial, dan industri. Peningkatan penggunaan energi listrik dari sisi konsumen pertahunnya selalu meningkat seperti yang terlihat pada Gambar 1.1. Usaha PLN untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang dikonsumsi dengan cara peningkatan kapasitas daya pada sisi pembangkit seperti yang terlihat pada Tabel 1.1 Namun sayangnya, pengetahuan masyarakat tentang pentingnya keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan energi listrik masih kurang. Sehingga sering kita melihat/mendengar berita kabar tentang kebakaran di suatu hunian, tempat usaha, bahkan perusahaan yang diakibatkan oleh listrik. Oleh sebab itu, sangat penting bagi konsumen untuk mengetahui bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Tabel 1.1 Kapasitas Daya yang Terpasang dari Pembangkit Tenaga Listrik PLN (MW)

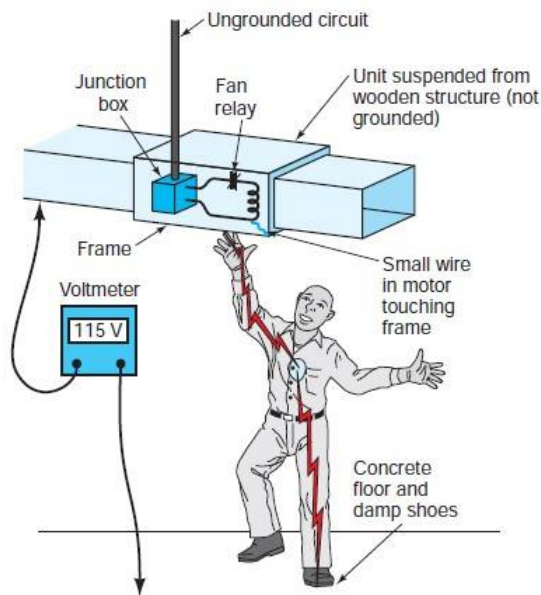
TAHUN /YEAR	PLTU/ Steam PP	PLTG/ Gas PP	PLTGU/ Combined Cycle PP	PLTMG/ Gas Engine PP	PLTD/ Diesel PP	PLTA/ Hydro PP	PLTM/ Mini Hydro PP	PLTMH/ Micro Hydro PP	PLTP/ Geother mal PP	PLTB/ Wind Power PP	PLTS/ Solar PP	PLTGB/ Coal Gasi cation PP	PLTSA/ Waste PP	Jumlah/ Total
2011	16.318,00	4.236,02	8.480,97	169,54	5.471,93	3.880,83	57,66	5,93	1.209,00	0,93	1,16	41	26	39.898,97
2012	19.714,00	4.343,82	9.461,11	198,74	5.973,58	4.078,24	61,46	6,71	1.343,80	0,93	4,09	41	26	45.253,47
2013	23.812,53	4.389,09	9.852,21	448,12	5.935,00	5.058,87	77,05	29,69	1.345,40	0,63	9,02	6	26	50.898,51
2014	25.104,23	4.310,50	10.146,11	610,74	6.206,99	5.059,06	139,87	30,46	1.405,40	1,12	9,02	6	36	53.065,50
2015	27.229,73	4.310,50	10.146,11	818,74	6.274,79	5.079,06	151,17	30,46	1.435,40	1,12	9,02	6	36	55.528,10
2016	29.880,23	4.420,50	10.146,11	1.852,74	6.274,79	5.124,06	192,57	65,76	1.640,40	1,12	16,02	6	36	59.656,30

Sumber: DJK ESDM, 2017

B. Bahaya Kelistrikan

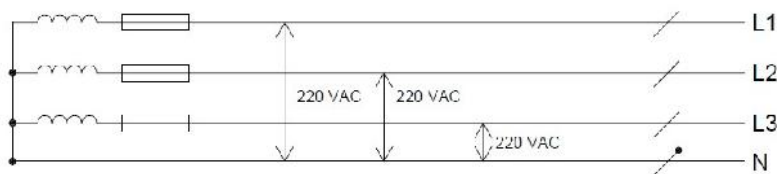
Bahaya listrik dibedakan menjadi dua, yaitu bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya sekunder merupakan bahaya yang disebabkan listrik secara tidak langsung, namun potensi bahayanya sama dengan bahaya primer. Contoh dari bahaya sekunder seperti jatuh dari ketinggian, terbakar di area kerja baik langsung 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 kebakaran 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.

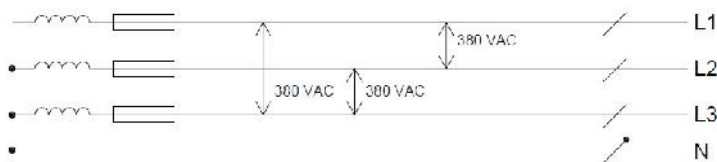


Gambar 1.2 Sentuhan Tidak langsung
 Sumber: Russel E. Smith, 2011

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 Ω (kulit kering) sampai 100 Ω (kulit basah) sedangkan tahanan dalam tubuh manusia antara 100 Ω sampai 500 Ω .



Gambar 1.3 Tegangan Satu Fasa
 Sumber: *International Electrotechnical Commission, 2005*



Gambar 1.4 Tegangan Tiga Fasa

Sumber: *International Electrotechnical Commission, 2005*

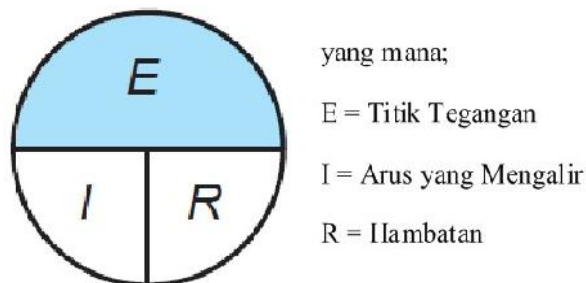
Besarnya arus yang mengalir pada tubuh manusia akibat sentuhan pada titik tegangan dapat kita ketahui dengan hukum ohm. Berdasarkan aliran lintasan maka kita memiliki dua nilai perhitungan arus yang menuju ke tanah melalui tubuh manusia. Perhitungan pertama dilihat pada kondisi terburuk yang mengacu 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 1.5 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.

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

Tabel 1.3 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, hubungan 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 sepetember 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 (<https://metro.sindonews.com/read/1235160/170/selama-agustus-2017-ada-123-kebakaran-di-jakarta-1504069784> diakses pada 11 September 2019).



Gambar 1.6 Contoh Kasus Kebakaran
Sumber: metro.sindonews.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 pengamanan masih belum terdistribusikan ke pengguna listrik secara keseluruhan.



Gambar 1.7 Gedung Museum Bahari

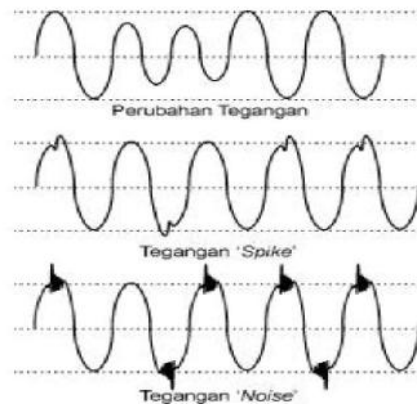
Sumber:(<https://megapolitan.kompas.com/read/2018/01/16/14081981/kebakaran-museum-bahari-diduga-akibat-korsleting-listrik> diakses pada 11 September 2019).

C. 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. Adapun 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 1.8 Gangguan pada Jalur Listrik

D. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

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:

1. Memasang/melengkapi alat penangkal petir pada lokasi-lokasi kerja/bangunan yang terbuka dan tinggi.
2. Memastikan sistem pentanahan sudah terpasang dengan baik.
3. Memasang pengaman listrik sesuai dengan tujuan perlindungan.
4. Memberi tanda bahaya pada setiap peralatan instalasi listrik yang mengandung risiko.
5. Melakukan pemeriksaan rutin terhadap panel atau instalasi listrik lainnya.

6. Selalu menggunakan APD dan melakukan prosedur yang benar setiap menyangkut pekerjaan kelistrikan.

E. Soal Evaluasi

1. Kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat setiap tahun, bagaimana respon PLN terhadap kondisi tersebut?
2. Pak Ahmad sedang melakukan pekerjaan perbaikan instalasi listrik, kemudian pada saat bekerja pak Ahmad tersengat listrik, setelah mendapat pertolongan pertama detak jantung pak Ahmad diperiksa dan menunjukkan detak jantung yang tidak normal yaitu lebih lemah dari kondisi normal serta tangan dan kaki terasa dingin, gejala tersebut merupakan dampak dari tersengat listrik yang disebut dengan?
3. Berdasarkan gejala yang terlihat, berapa arus yang mengalir di tubuh pak Ahmad saat tersengat listrik?
4. Apa yang dimaksud gangguan listrik internal?
5. Jelaskan langkah-langkah prosedur kerja perbaikan instalasi sesuai dengan kaidah K3!

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 Enggining 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 Tenag 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 INDUSTRI

Buku ini ditulis dan disesuaikan dengan standar kompetensi lulusan mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro (JPTE), dan disertai contoh-contoh aplikasi instalasi listrik di industri. Buku ini diharapkan mempunyai sumbangan yang besar terhadap peningkatan kualitas pencapaian kompetensi mahasiswa JPTE, di samping itu diharapkan buku ini dapat digunakan untuk updating kompetensi guru SMK, dan dicetak ulang untuk konsumsi pendidik, mahasiswa, dan para profesional di lapangan kerja industri.



ISBN : 978-602-4980-90-0



9 786024 980900

UNY Press

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

Telp: 0274 - 589346

E-Mail: unypress.yogyakarta@gmail.com

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)

Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)