

PERANCANGAN INSTALASI GEDUNG CENTRAL RUMAH SAKIT CAHAYA PANORAMA HUSADA BOYOLALI

Muhamad Cholil Nurrochman

Program Studi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul : 55183

Email : rachman.droid@gmail.com

Abstrak

Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan bagi masyarakat yang disediakan oleh pemerintah maupun swasta. Rumah sakit menyediakan beberapa jenis pelayanan seperti medik, perawatan, rehabilitas, pelatihan medik dan sebagainya. Maka dari itu rumah sakit dibuat aman dan nyaman bagi pasien untuk tinggal didalam rumah sakit. Rasa aman dan nyaman tersebut dapat didapatkan dari sarana dan prasarana yang mendukung, salah satunya instalasi listrik gedung rumah sakit. Instalasi listrik rumah sakit meliputi pencahayaan buatan, pemasangan kota kontak, sistem grounding dan proteksi sambaran petir. Oleh sebab itu, sistem instalasi listrik rumah sakit dirancang secara efektif dan tidak berlebihan, dengan menghitung beban listrik rumah sakit secara rinci dan akurat yang mampu mendukung sarana dan prasarana kebutuhan rumah sakit. Dari hasil analisa pada rancangan pembangunan Rumah Sakit Cahaya Panorama Husada membutuhkan total daya sebesar 278,8332 kW dan beban semu sebesar 329,0525 KVA. Dan jenis penyalur petir yang digunakan pada bangunan adalah penyalur petir KURN yang berbasis E.S.E (*Early Stream Emission*).

Kata kunci : Rumah sakit, Instalasai listrik, pencahayaan Buatan, Kotak Kontak, Beban Listrik.

Abstract

Hospital is a healthcare institution wich giving health service to civilitation that provided by government or private enterprise. Hospital serve some kind services like medic, nurses, rehabilitation, medic practice and others. Which is why hospital is place that can give secure and comfortable atmosphere for patient. The feelings of secure and comfortable can be achieved from the infrastructure which support the hospital, one of them is electrical instalation that can support the infrastructure. Electrical instalation of hospital includes artificial lightning, electric socket, grounding and lightning arrester system. Therefore, electrical instalation system of hospital is designed as efective as possible and not over design, by hospital electric load calculation as detailed and accurate as possible that can support the infrastructure of the hospital. From analysis, Cahaya Panorama Husada Hospital is require 278,8332 kW active power and 329,0525 KVA. Then arrester that installed into building is KURN with E.S.E (*Early Stream Emission*) type.

Key Word : Hospital, Electrical Instalation, Artificial Lightning, Electric Socket, Electric Load.

I. PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan salah satu sarana pelayanan kesehatan masyarakat yang disediakan oleh pemerintah. Rumah sakit harus dapat melayani dan memberi pelayanan yang aman kenyamanan yang dibutuhkan bagi masyarakat yang berobat juga pasien yang menjalani rawat inap serta pekerja didalamnya. Rasa man dan kenyamanan tersebut dapat dihadirkan dari sarana dan prasarana yang diberikan dan dibutuhkan rumah sakit tersebut.

Salah satu sarana dan prasarana tersebut adalah perancangan instalasi listrik rumah sakit yang memadai kebutuhan rumah sakit.

Dalam perancangan isntalasi listalasi sebuah rumah sakit harus disesuaikan dengan ketentuan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Hal ini dilakukan agar pemanfaatan energi listrik dapat digunakan secara aman, efektif dan handal. Perancagan instalasi listrik ini dibuat dengan tujuan untuk memahami peraturan umum instalasi listrik dan mempelajari serta cara mengetahui cara

perencanaan, pemasangan, pengujian, pemeriksaan maupun pengawasan sebuah instalasi listrik. Perancangan instalasi listrik rumah sakit juga harus dilakukan dengan secara rinci agar tidak terjadi *over design* yang mengakibatkan kerugian bagi pemilik gedung.

Pada perancangan ini dilakukan dengan menghitung beban listrik total yang akan dipakai, besar *drop power line*, lalu perhitungan total untuk mengetahui total daya listrik yang terpasang. Dari total daya yang terpasang dapat ditentukan besar daya trafo dan genset yang digunakan serta daya berlangganan dari PLN sehingga dapat digunakan secara maksimal. Juga termasuk pemasangan proteksi gedung dari sambaran petir, dengan perancangan saluran sambaran petir dan *grounding*.

1. Drop Voltage

Drop Voltage atau susut tegangan merupakan perbedaan antara tegangan sumber dengan tegangan beban, karena tegangan di beban tidak sama dengan tegangan sumber, yaitu tegangan beban lebih kecil dari tegangan sumber, dapat disebabkan oleh faktor arus dan impedansi saluran. Nilai tegangan jatuh didapat dari rumus berikut ini :

$$\Delta V \% = \frac{\sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \phi + X \sin \phi)}{V} \times 100\%$$

Dimana,

$\Delta V \% = \text{Drop tegangan } (\%)$

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

$L = \text{Panjang kabel/saluran (m)}$

$R = \text{Resistansi saluran } (\Omega)$

$X = \text{Induktansi saluran } (\Omega)$

2. Kapasitas Arus Hubung Singkat

Hubung singkat adalah terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung melalui media (resistor/beban) yang semestinya

sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal (sangat besar). Hubung singkat dapat berpotensi menghasilkan kebakaran apabila tidak segera diatasi, untuk itu diperlukan sebuah proteksi terhadap arus/beban yang berlebih yaitu menggunakan MCB (*Miniatur Circuit Breaker*). MCB berfungsi sebagai pengaman, yaitu memutus arus yang mengalir apabila arus yang melewatinya melebihi kapasitasnya.

Nilai rating *circuit breaker* untuk beban listrik ditentukan dari nilai KHA penghantarnya. Misalnya, nilai KHA suatu kabel penghantar adalah sebesar 23A. Maka nilai minimal rating CB harus lebih besar daripada 23A. Sesuai brosur di pasaran, nilai rating CB yang tersedia adalah 32A (untuk MCB) dan 30A (untuk MCCB). Namun jika di kemudian hari diprediksikan akan terjadi penambahan beban listrik, bisa dipasang CB dengan rating 40A dan seterusnya.

Perhitungan arus hubung singkat pada sebuah transformator 3 fasa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$I''_{KS} = \frac{c_{max} \times U_n}{\sqrt{3} \times Z_Q}$$

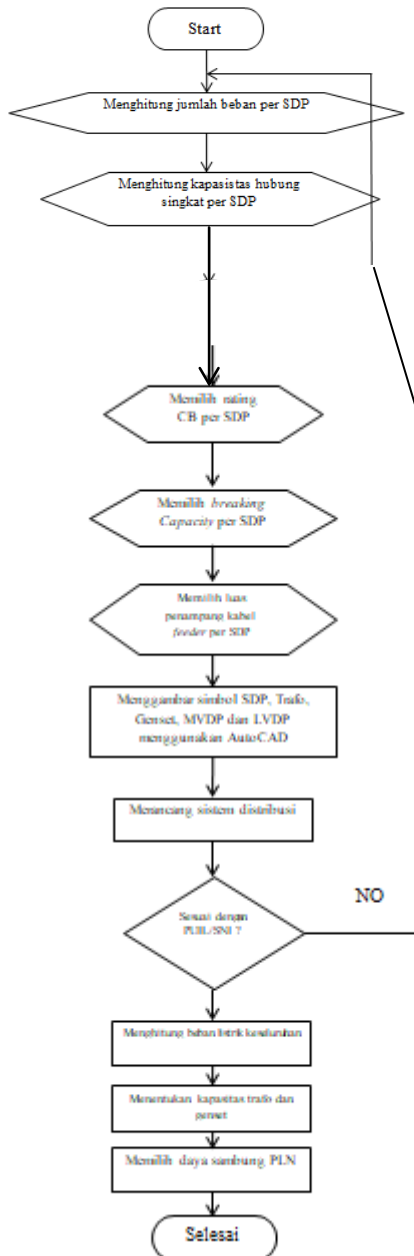
Dimana, Z_Q merupakan jumlah nilai impedansi hubung singkat transformator.

Tabel 1. Voltage Factor *c*

Nominal Voltage U_n	Factor <i>c</i> for calculation of	
	Max short-circuit current c_{max}	Min short-circuit current c_{min}
Low voltage	1,05	0,95
100V-1000V	1,10	

Medium volt >1kV-35 kV	1,10	1,00
High voltage >35 kV		

II. METODE PERANCANGAN



Gambar 1. Diagram Alir Distribusi Listrik

III. PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Drop Tegangan

Tabel 2. Besar Nilai Drop Tegangan Gedung

Panel	ΔV (volt)	ΔV %
LVMDP	1,15554	0,0053
LP <i>SBasement</i>	2,08673	0,0095
PP AC <i>Sbasement</i>	2,82263	0,0128
LP 1	3,90050	0,0177
PP 1	2,22854	0,0101
PP OK	2,11480	0,0096
PP Radiologi	3,17785	0,0144
PP AC 1	1,73994	0,0079
LP <i>Mezzanine</i>	3,40644	0,0155
PP <i>Mezzanine</i>	3,27386	0,0149
PP HD	7,58838	0,0345
PP AC <i>Mezzanine</i>	2,87522	0,0131
LP 2	0,75093	0,0034
PP 2	3,16276	0,0144
PP AC 2	3,04377	0,0138
LP 3	5,06599	0,0230
PP 3	3,61096	0,0164
PP AC 3	3,75708	0,0171
SDP Lift	4,65105	0,0211

Dari hasil data perhitungan *Drop* Tegangan yang ditunjukkan pada tabel 4.21, dengan sampel perhitungan pada Panel LVMDP, sebagai berikut :

Pada Panel LVMDP dengan jenis kabel yang digunakan adalah NYY 4x300 mm² dengan panjang kabel 10 m, R = 0,075 Ω /km dan X = 0,000231 H/km.

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L \times \left(\frac{R \cos \varphi}{1000} \right) + \left(\frac{X_L \sin \varphi}{1000} \right)$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 657,28 \times 10 \times \left(\left(\frac{0,075 \times 0,85}{1000} \right) + \left(\frac{0,0726 \times 0,52}{1000} \right) \right)$$

$$\Delta V = 1,1555 \text{ V}$$

Maka didapatkan,

$$\Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

$$\Delta V = \frac{1,1555}{220} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0,005 \%$$

Dan dari hasil perhitungan pada tabel 4.2, ada beberapa hal yang mempengaruhi besar nilai *drop* tegangan pada penyulang/penghantar yang digunakan pada sistem distribusi listrik, diantaranya :

a. Luas penampang penghantar

Luas penampang penghantar akan mempengaruhi *drop* tegangan pada jaringan distribusi listrik, semakin kecil luas penampang penghantar yang digunakan akan menambah besar *drop* tegangan yang terjadi.

b. Beban terpasang

Semakin besar beban yang terpasang pada sistem distribusi listrik gedung akan menambah besar *drop* tegangan pada kabel penghantar.

c. Panjang penghantar

Nilai *drop* tegangan akan semakin memburuk atau bertambah besar bila panjang penghantar distribusi listrik semakin panjang.

2. Perhitungan Arus hubung Singkat

Tabel 2. Spesifikasi Trafo

Daya semu transformator (S_{rT})	400 KVA
Tegangan transformator (U_{rT})	20 kV/ 0,4 kV
Frekuensi	50 Hz

Jumlah fasa	3
Tegangan hubung singkat (U_{kr})	4 %
Total rugi transformator (P_{krT})	5,44 kW

Pada IEC 60909 *International Standard* memberikan penjelasan perumusan untuk menghitung *fault-current* pada sistem AC tiga fasa 50 Hz atau 60 Hz. Dengan perumusan saebagai berikut :

$$I''_{ks} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z}; I''_k = I''_{ks}$$

Keterangan :

I''_k = Arus hubung singkat 3 fasa simetris awal (A)

U_n = Tegangan *line to line* (V)

Z = Impedansi transformator (Ω)

Dalam perhitungan arus hubung singkat maksimum, nilai faktor tegangan c dapat diasumsikan sama besar nilai c_{max} pada setiap tingkat tegangan (tabel 1). Untuk menghitung nilai impedansi (Z) hubung singkat pada transformator 3 fasa, sebagai berikut :

$$Z_{THV} = \frac{U_{kr}}{100\%} \times \frac{U_{rTHV}^2}{S_{rTHV}}$$

$$Z_{THV} = \frac{4\%}{100\%} \times \frac{20^2}{400}$$

$$Z_{THV} = 0,04 \Omega$$

$$R_{THV} = P_{krT} \times \frac{U_{rTHV}^2}{S_{rTHV}^2}$$

$$R_{THV} = 5440 \times \frac{20^2}{400^2} = 0,0136 \Omega$$

$$X_{THV} = \sqrt{Z_{rTHV}^2 - X_{rTHV}^2}$$

$$= \sqrt{(0,04)^2 - (0,0136)^2}$$

$$= 0,0376 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan impedansi hubung singkat diatas didapatkan nilai sebesar :

$$\begin{aligned} Z_{rTHV} &= R_{rTHV} + j X_{rTHV} \\ &= 0,0136 \\ &\quad + j 0,0376 \Omega \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung nilai arus hubung singkat simetris 3 fasa transformator sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I''_{ks} &= \frac{c_{max} \cdot U_n}{\sqrt{3} * Z} \\ &= \frac{(1.1) \times 400}{\sqrt{3} \times (0,0136 + j 0,0376)} \\ &= 1963,4 - j 6215,79 A \\ I''_k &= I''_{ks} = 1963,4 - j 6215,79 \\ &= \sqrt{(1963,4)^2 + (-1963,4)^2} \\ I''_k &= 6518,51 A = 6,518 kA \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas besar arus hubung singkat simetris awal (I''_k) didapatkan sebesar 6,518 kA.

3. Perhitungan *Breaking Capacity* dari Trafo ke LVMDP

Pada perhitungan impedansi penyulang/kabel nilai reaktansi kabel (X_L) dikoversi dari nilai induktansi kabel (L) yang tertera dalam tabel lampiran, sebagai berikut :

$$X_L = \omega \cdot L \Omega/km$$

Dimana,

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

f = Frekuensi (50 Hz)

L = Induktansi kabel (H/km)

Sehingga dari persamaan diatas, didapatkan nilai *reactance* pada kabel (X_L). Besar impedansi pada penghantar (Z) akan dipengaruhi oleh panjang kabel penghantar, dimana semakin panjang kabel penghantar yang digunakan akan semakin besar pula nilai hambatan/impedansi (Z) kabel penghantar. Berikut perhitungan impedansi kabel penghantar (Z) dari transformator ke panel LVMDP :

$$\begin{aligned} X'_L &= \frac{X_L}{1000} \cdot l \Omega/m \\ &= \frac{0,0726}{1000} \cdot 10 \\ &= 0,000726 \Omega/m \\ R' &= \frac{R}{1000} \cdot l \Omega/m \end{aligned}$$

$$R' = \frac{0,075}{1000} \cdot 10 = 0,00075 \Omega/m$$

l = panjang kabel penghantar (m)

Sehingga besar impedansi pada kabel penghantar (Z) menjadi :

$$\begin{aligned} Z &= R' + j X'_L \Omega/m \\ Z &= 0,00075 + j 0,000726 \Omega/m \end{aligned}$$

Maka besar impedansi hubung singkat total (Z_S) dari impedansi trafo dan kabel penghantar ke LVMDP adalah :

$$\begin{aligned} Z_S &= (0,00075 + j 0,000726) \\ &\quad + (0,0136 + j 0,0376) \Omega \\ &\quad /m \\ Z_S &= 0,01435 + j 0,03833 \Omega/m \end{aligned}$$

Besar arus hubung singkat pada kabel penghantar trafo ke LVMDP adalah :

$$\begin{aligned} I''_{ks} &= \frac{c_{max} \cdot U_n}{\sqrt{3} * Z} \\ &= \frac{(1.1) \times 400}{\sqrt{3} \times (0,01435 + j 0,038336)} \\ I''_{ks} &= 2177,45 - j 5820,75 A \\ I''_k &= I''_{ks} = 6214,69 A \\ &= 6,214 kA \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas besar arus hubung singkat simetris awal (I''_k) dari trafo menuju panel LVMDP didapatkan sebesar 6,214 kA. dan besar impedansi kabel penghantar dari LVMDP ke LP *Sbasement* menjadi :

$$\begin{aligned} X'_L &= \frac{X_L}{1000} \cdot l \Omega/m \\ &= \frac{0,1031}{1000} \cdot 10 \\ &= 0,000102 \Omega/m \\ R' &= \frac{R}{1000} \cdot l \Omega/m \\ &= \frac{14,478}{1000} \cdot 10 \\ &= 0,014478 \Omega/m \end{aligned}$$

l = panjang kabel penghantar (m)

Sehingga besar impedansi pada kabel penghantar (Z_S) menjadi :

$$\begin{aligned} Z_S &= R' + j X'_L \Omega/m \\ Z_S &= 0,000102 + j 0,014478 \Omega/m \end{aligned}$$

Maka besar impedansi hubung singkat total (Z_S) dari impedansi LVMDP dan kabel penghantar ke LP *SBasement* adalah :

$$Z_S = (0,000102 + j 0,014478) + (0,01435 + j 0,03833) \Omega /m$$

$$Z_S = 0,30391 + j 0,04039 \Omega/m$$

Dan besar arus hubung singkat pada kabel penghantar dari LVMDP ke LP *SBasement* adalah :

$$I''_{ks} = \frac{c_{max} \cdot U_n}{\sqrt{3} * Z} = \frac{(1.1) \times 400}{\sqrt{3} \times (0,30391 + j 0,04039)}$$

$$I''_{ks} = 822,36 - j 109,29 A$$

$$I''_k = I''_{ks} = 829,59 A = 0,83 kA$$

Tabel 3. Perhitungan Arus hubung Singkat

SUMBER	ARUS HUBUNG SINGKAT (kA)
Trafo ke LVMDP	6,21
Dari LVMDP	
LP <i>SBasement</i>	0,83
PP <i>Sbasement</i>	1,24
PP AC <i>Sbasement</i>	2,38
LP 1	0,99
PP 1	4,54
PP OK	3,75
PP Radiologi	2,83
PP AC 1	5,37
LP <i>Mezzanine</i>	0,50
PP <i>Mezzanine</i>	2,55
PP HD	0,76

PP AC <i>Mezzanine</i>	4,09
LP 2	3,10
PP 2	4,74
PP AC 2	3,82
LP 3	0,36
PP 3	4,53
PP AC 3	2,73
SDP Lift	3,37

Dari data perhitungan pada tabel 4.3 telah diperoleh besar arus hubung singkat pada setiap jalur distribusi instalasi listrik gedung. Untuk pemilihan rating pemutusan *Circuit Breaker* yang akan digunakan. Berdasarkan PUIL 2011 besar kapasitas pemutus harus 120% lebih besar dari arus hubung singkat pada penghantar, dan juga arus nominal (IN) yang telah dihitung sebelumnya, dan berikut hasil analisa pemilihan tipe trip *circuit breaker*-nya :

Tabel 4. Pemilihan MCCB

PANEL	KETERANGAN
LP <i>SBasement</i>	MCCB 16 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP <i>Sbasement</i>	MCCB 16 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP AC <i>Sbasement</i>	MCCB 32 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
LP 1	MCCB 16 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP 1	MCCB 80 A dengan kapasitas hubung singkat 6 kA
PP OK	MCCB 50 A dengan kapasitas hubung singkat 6 kA
PP Radiologi	MCCB 40 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA

PANEL	KETERANGAN
PP AC 1	MCCB 160 A dengan kapasitas hubung singkat 10 kA
LP Mezzanine	MCCB 11,2 A - 16 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP Mezzanine	MCCB 40 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP HD	MCCB 20 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP AC Mezzanine	MCCB 80 A dengan kapasitas hubung singkat 6 kA
LP 2	MCCB 63 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP 2	MCCB 125 A dengan kapasitas hubung singkat 6 kA
PP AC 2	MCCB 80 A dengan kapasitas hubung singkat 6 kA
LP 3	MCCB 10 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
PP 3	MCCB 125 A dengan kapasitas hubung singkat 6 kA
PP AC 3	MCCB 50 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA
SDP Lift	MCCB 80 A dengan kapasitas hubung singkat 4,5 kA

IV. KESIMPULAN

1. Didapatkan dari hasil analisa yang telah dilakukan, pada perencanaan pembangunan Rumah Sakit Cahaya Panorama Husada membutuhkan total daya aktif setelah pemfaktoran daya bersama sebesar 278,8332 kW dan total beban semu sebesar 329,0525 kVA.
2. Daya berlangganan PLN yang dibutuhkan oleh Rumah Sakit Cahaya Panorama Husada adalah sebesar 329 kVA.

3. Kapasitas trafo dan genset yang dibutuhkan gedung adalah sebesar 400 kVA.
4. Dari hasil perhitungan nilai *Drop Voltage* didapatkan bahwa besar nilai tersebut dipengaruhi oleh :
 - a. Panjang kawat penghantar yang digunakan.
 - b. Besar nilai resistansi dan induktansi yang dimiliki oleh kabel penghantar (sesuai dengan ketentuan setiap merk berbeda-beda).
5. Jenis penyalur petir yang digunakan pada gedung adalah penyalur petir KURN yang beroperasi dengan basis E.S.E (*Early Stream Emission*).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Khairy, Ezar Kutoro. 2016. *Perancangan Instalasi Listrik Gedung Rumah Sakit Al-Irsyad Surabaya* (Skripsi). Universitas Muhamadiyah Yogyakarta: Yogyakarta.
- Al-Kamil, Rafi'ah M. M. 2016. *Perancangan Sistem Instalasi Listrik Royal Sanur Hospital Bali* (Skripsi). Universitas Muhamadiyah Yogyakarta: Yogyakarta.
- Ismansyah. 2009. *Perancangan Instalasi Listrik pada Rumah dengan Daya Listrik Besar* (Skripsi). Universitas Indonesia: Jakarta.
- Direktorat Bina Upaya Kesehatan. 2012. *Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit, Ruang Perawatan Intensif*. Kementerian Kesehatan RI: Jakarta.
- Nilsson Mikael. 2010. *Short-circuit analysis of the onsite electric power system at Ringhals unit 4*. Department of Energy and Environment : Sweden.
- IEC. 2004. IEC TR 60909-4. *Short-circuit Current in Three-phase A.C. System*. International Electronical Commission. Switzerland.

<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-djoko-laras-budiyo-taruno/materi-instalasi-listrik.pdf>
(diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<https://www.slideshare.net/Arif211194/metode-darisistempencahayaanbuatan2001>
(Diakses pada tanggal 13 Oktober 2017)

<http://materiarsitektur.blogspot.co.id/2015/02/sistem-pencahayaan-buatan.html>
(Diakses pada tanggal 13 Oktober 2017)

<https://www.slideshare.net/Arif211194/metode-darisistempencahayaanbuatan2001>
(Diakses pada tanggal 13 Oktober 2017)

<https://amru1.wordpress.com/2015/03/21/pencahayaan-buatan-kotak-kontak-materi-pengenalan/> (Diakses pada tanggal 14/ oktober 2017)

<http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/sistem-elektrikal-gedung.html> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<https://pasangkabelnya.blogspot.co.id/2015/09/mengenal-transformator-trafo-step-down.html> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<http://abi-blog.com/alat-alat-listrik/> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<http://abi-blog.com/standard-operating-prosedure-panel-mvmdp/> (Diakses pada tanggal 14 oktober 2017)

<http://abi-blog.com/panel-mdp-fungsi-pengoperasian/> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<http://abi-blog.com/mengenal-komponen-elcb-dan-mcb/> (Diakases pada tanggal 14 Oktober 2017)

<http://aloekmantara.blogspot.co.id/2012/10/sistem-penangkal-petir-di-gedung.html>
(Diakases pada tanggal 14 Oktober 2017)

https://en.wikipedia.org/wiki/Lightning_rod
(Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<http://blog.unnes.ac.id/antosupri/hubungan-transformator-tiga-fasa-dan-rumus/>
(Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<http://sekawan-servis-electronic.blogspot.co.id/2012/05/fungsi-kapasitor-bank-buat-kelistrikan.html> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017)

<https://duniaberbagiilmuuntuksemua.blogspot.co.id/2017/07/menghitung-total-daya-reaktif-kvar.html> (Diakses pada tanggal 1 Februari 2018)

<http://ngelistrik.com/2017/12/24/cara-sederhana-menentukan-jenis-circuit-breaker-mcb-yang-dipakai-dalam-suatu-proyek/> (Diakses pada tanggal 1 Februari 2018)

<https://www.nationalelektronik.com/2014/08/cara-menghitung-kebutuhan-pemakaian-pk-ac-sesuai-ruangan/>
(Diakses pada tanggal 1 Februari 2018)