

Evaluasi Elektrikal Gedung Sekolah (Studi Kasus SMP N 5 Magelang)

Muhamad Risqi Febrian¹, Sapto Nisworo², Deria Pravitasari³

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar

E-mail: risqi.febrian@students.untidar.ac.id¹, saptonisworo@untidar.ac.id²
deria.pravitasari@untidar.ac.id³

Article History:

Received: 01 Februari 2023

Revised: 07 Februari 2023

Accepted: 07 Februari 2023

Keywords: *Electrical evaluation, Electrical installation, PUIL, Voltage drop.*

Abstract: *Safe school buildings have electrical systems that prevent short circuits, overloads, and fires both of which can result from electrical short circuits at specific points. In fact, school buildings' electrical installations cannot be maintained or repaired without also requiring electrical loads. Installations older than 15 years must be inspected. Electrical installations must be evaluated in accordance with the General Electrical Installation Requirements in order to resolve this issue. The findings indicated that the insulation resistance value and voltage drop remained above the PUIL; however, the voltage source decreased at 5500 VA, indicating that a more in-depth network evaluation was required. The results of inspection and testing of electrical installations show safe results, as do the selection of the type of conductor, the placement of facilities, and safety factors in accordance with PUIL standards. Some components are unsafe for use and put the user in danger. Establishment arranging likewise considers solace and security by adding electrical highlights like a public location framework, lightning bars and position of fire quenchers. The possibility of increasing activity in the future is taken into account when selecting cables and security components. For the re-planning of SMP N 5 Magelang, the RAB calculation is Rp. 452,737,848.00.*

PENDAHULUAN

Instalasi listrik pada bangunan yang tidak memenuhi standard bisa mengakibatkan gangguan-gangguan seperti, hubung singkat ataupun beban berlebih yang bisa menyebabkan pemadaman pada titik-titik tertentu bangunan maupun kebakaran yang sering terjadi karena listrik. Untuk mencegah hal-hal tersebut instalasi listrik harus mengikuti Pesyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), Standar Nasional Indonesia (SNI), serta estetika kerapihan pemasangan agar jaringan instalasi listrik yang ada tidak sulit dilakukan pemeliharaan (Manoa dan Rumbayan, 2019).

Kenyataannya, kebutuhan listrik yang meningkat tidak diimbangi dengan pemeliharaan dan

pembaharuan instalasi listrik di gedung sekolah. Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: Pasal 15 ayat 3 yang

disebutkan bahwa setiap 15 tahun sekali, instalasi penggunaan tenaga listrik konsumen tegangan tinggi, menengah, dan rendah harus diuji kelayakannya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kerugian dan memastikan keselamatan dan keamanan. (Fazlurahman, 2019)

Patel dkk (2019), melakukan penelitian evaluasi kelistrikan di ruangan data dan server kampus universitas maryland, penelitian dilakukan di setiap lokasi untuk menentukan kondisi infrastruktur dan masalah operasional yang ada, mengidentifikasi pertumbuhan dan potensi konsolidasi serta menentukan langkah-langkah hemat energi. Konservasi energi dibuat menggunakan *software* 6-sigma dari *future facilities*, hasil penelitian menunjukkan penghematan energi tahunan sebesar 93,7 MWh dengan melakukan tindakan bersifat kuantitatif seperti meningkatkan suhu titik setel udara dan jumlah unit mesin pendingin, serta tindakan kualitatif seperti mengoptimalkan lokasi ubin lantai berventilasi dan modifikasi tata letak untuk mengoptimalkan manajemen udara.

Sutrisno dan Pontia (2020), di RSUD Dr. Agoesdjam Ketapang, dilakukan penelitian perencanaan instalasi listrik di gedung operasi dan bersalin. Kajian literatur dan metode deskriptif analitis digunakan dalam penelitiannya tentang perencanaan instalasi gedung. Beberapa perhitungan dilakukan untuk menentukan kebutuhan penerangan penerangan, kapasitas AC, pengaman besar, luas penampang, beban total, dan jatuh tegangan, dan dibuat diagram garis. Berdasarkan temuan studi, dibutuhkan 433 lampu dan 41 AC, sehingga total beban yang dibutuhkan adalah 54.475 kW.

Delgado (2020), melakukan penelitian evaluasi jaringan tegangan rendah berdasarkan perubahan impedansi yang diciptakan oleh perangkat rumah tangga, analisis didasarkan pada pengukuran yang dilakukan di instalasi tegangan rendah, mengingat operasi simultan dari satu set inverter PV dan lampu LED untuk membuat perubahan impedansi dan emisi. Hasil penelitian menunjukkan propagasi supraharmolik meningkat atau berkurang dengan bertambahnya jumlah perangkat yang terhubung pada rasio antara impedansi perangkat dan impedansi jaringan.

Drewizke (2020), menjelaskan bahwa perlunya pengembangan strategi pengamanan dan pemeliharaan listrik jangka panjang yang baik, dapat dengan melakukan pelatihan pendidik terhadap teknisi yang dapat memimpin, bertanggung jawab dan bisa melakukan pemeliharaan terus-menerus agar instalasi listrik memiliki sistem yang aman dan dapat diandalkan. Kenyataannya instalasi listrik pada gedung sekolah tidak pernah dilakukan pemeliharaan dan tidak adanya penambahan kebutuhan beban saat dilakukan penambahan ruangan dan peralatan elektronik.

Bangunan sekolah di SMP N 5 Magelang akan dievaluasi kelistrikannya dan pencahayaan, kotak kontak, suara, dan penangkal petirnya akan direvisi sebagai bagian dari studi ini. dalam membuat perencanaan mengacu pada SNI dan PUIL. memikirkan kembali rencana pemasangan dan menentukan Rencana Anggaran Berdasarkan informasi dari pihak sekolah, evaluasi ini menemukan bahwa instalasi listrik tidak pernah dirawat atau diperiksa. Diharapkan temuan dari studi ini akan memungkinkan terciptanya jaringan instalasi yang aman dan andal.

LANDASAN TEORI

Menurut buku PUIL 2011 ayat (9.4.3.2), menyatakan bahwa pemeriksaan dan pengujian pada instalasi listrik dilakukan dengan berbagai macam tanda pengenal dan papan peringatan, perlengkapan listrik yang di pasang, cara memasang perlengkapan listrik, polaritas, pembumian, hambatan isolasi, keseimbangan beban dan fungsi proteksi pada sistem instalasi. Pengujian serta

pemeriksaan instalasi listrik pada isolasi kabel menggunakan alat ukur seperti megger. Pada penelitian ini ada dua kriteria yang dilakukan dalam pengukuran dan pengujian pada nilai tahanan isolasi antara lain tahanan isolasi pada penghantar dan susut tegangan pada instalasi, hal tersebut perlu dilakukan guna menghindari penyebab terjadinya arus bocor pada sebuah rangkaian instalasi yang ada pada gedung sekolah.

Harten (2001), menyampaikan bahwa dalam menentukan jumlah pencahayaan pada suatu ruangan perlu memperhitungkan beberapa faktor antara lain penggunaan ruangan, ukuran ruangan, faktor refleksi atau pemantulan, jenis armatur yang digunakan, serta faktor pengotoran yang terjadi akibat kondisi lingkungan. Pemilihan jenis lampu yang digunakan disarankan menggunakan jenis lampu hemat energi namun pencahayaan yang dihasilkan terang untuk mengurangi konsumsi energi listrik.

Persyaratan umum instalasi listrik

Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) merupakan hasil revisi dari PUIL 2000. PUIL ini sekarang telah diterbitkan dengan versi paling baru tahun 2011. BSN merilisnya dengan judul SNI 0225:2011 tentang PUIL 2011. Kemudian sudah dilakukan lagi amandemen 1 pada tahun 2013, sehingga judulnya sudah berubah menjadi SNI 0225:2011/Amd 1:2013. Sebagaimana Maksud dan tujuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini ialah agar instalasi listrik dapat dioperasikan dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia, terjaminnya keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, terjaminnya keamanan gedung serta isinya dari bahaya kebakaran, dan tercapainya tujuan dari pencahayaan yaitu terwujudnya interior yang efisien dan nyaman.

Instalasi listrik

Instalasi listrik merupakan suatu perlengkapan yang dipergunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber listrik ke peralatan-peralatan yang membutuhkan tenaga listrik. Cara memasang penyaluran tenaga listrik, dimana pada pemasangannya harus sesuai dengan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). Persyaratan tersebut diperlukan agar sistem instalasi listrik handal dan aman ketika sudah digunakan. Instalasi tenaga listrik merupakan cara yang diterapkan dalam pemasangan sistem penyaluran jaringan tenaga listrik pada suatu jaringan listrik baik pemasangan pada sistem 1 fasa maupun 3 fasa.

Nilai hambatan isolasi

Nilai hambatan isolasi atau nilai resistan merupakan parameter tingkat kinerja penghantar, yang utama adalah nilai hambatan isolasi, nilai resistan berpengaruh terhadap lapisan isolasi. Semakin besar nilai hambatan isolasi tersebut maka semakin baik fungsi isolasi tersebut, dalam saluran penghantar dan peralatan listrik, ditentukan nilai pada hambatan isolasi antara dua kawat harus memiliki nilai paling sedikit 1000 kali dari nilai tegangan kerjanya. Tegangan kerja dinyatakan dalam satuan volt, misalnya pada tegangan kerja 220V maka besarnya hambatan isolasi adalah $1000 \times 220V = 220.000V$.

Susut tegangan

Susut tegangan (*drop voltage*) merupakan tegangan yang hilang pada suatu penghantar saat proses penyaluran listrik. Menurut SPLN No. 1:1978, batas toleransi untuk kenaikan tegangan 5% dan penurunan tegangan 10% dari tegangan nominal. Beberapa penyebab timbulnya susut tegangan yaitu:

- a. penyambungan kabel dengan atau tanpa menggunakan soket kurang baik;
- b. sambungan kabel yang korosi atau kotor;
- c. kabel instalasi yang digunakan terlalu panjang dari standar yang diizinkan;

- d. arus listrik yang dialirkan melalui penghantar besar namun luas penampang penghantar terlalu kecil.

Menentukan tegangan kerja pada susut tegangan dapat dihitung menggunakan metode pengukuran tegangan yang dinyatakan dalam persamaan 2.6 berikut:

$$\text{Susut tegangan} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Menentukan susut tegangan berdasarkan luas penampang penghantar dengan menggunakan persamaan 2 dan 3 sebagai berikut:

Arus bolak balik satu fasa, penampang minimum :

$$V = (2 \times \rho \times L \times I \times \cos \varphi) : A \dots \dots \dots (2)$$

Arus bolak balik tiga fasa, penampang minimum :

$$V = (\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \varphi) : A \dots \dots \dots (3)$$

Kuat hantar arus (KHA)

Menentukan luas penampang penghantar dapat ditentukan berdasarkan arus yang melalui penghantar. Arus nominal dapat dihitung menggunakan persamaan 4 dan 5 sebagai berikut:

Persamaan arus nominal AC satu fasa:

$$I = \frac{p}{V \times \cos \varphi} \dots \dots \dots (4)$$

Persamaan arus nominal AC tiga fasa:

$$I = \frac{p}{V \times \cos \varphi \times \sqrt{3}} \dots \dots \dots (5)$$

Impedansi

Penghantar listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam setiap instalasi, terutama kabel listrik. Saluran yang digunakan memiliki besaran impedansi yang mempengaruhi aliran arus listrik. Untuk mengetahui seberapa besar tahanan atau hambatan yang dihasilkan dari penghantar listrik dalam suatu instalasi listrik, maka menggunakan persamaan 2.16 sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots \dots \dots (6)$$

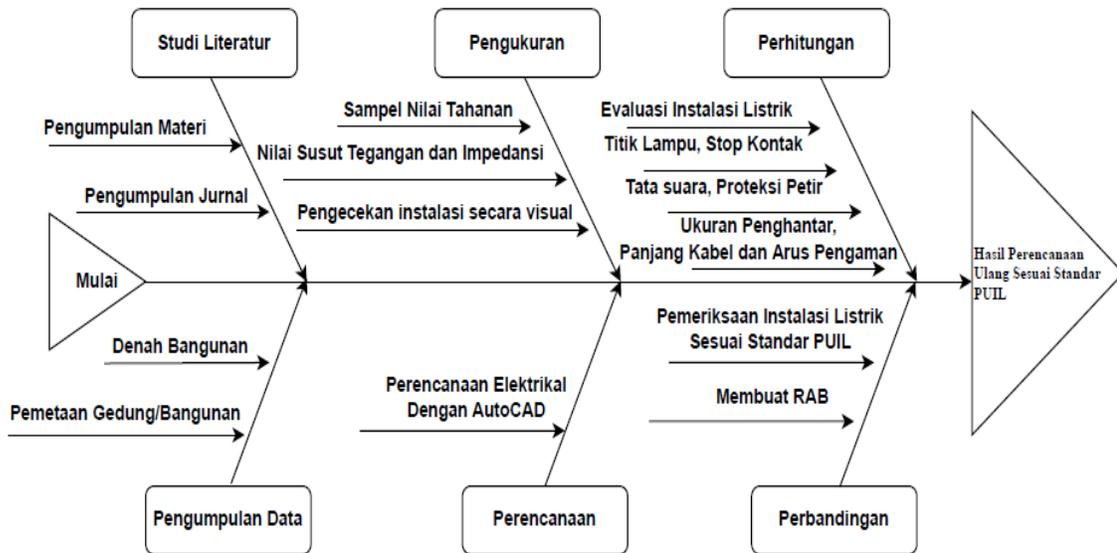
Software autocad

AutoCAD merupakan suatu program CAD, untuk menggambar 2 dimensi ataupun 3 dimensi karena berbagai kemudahan dan keunggulan yang bisa mempermudah pekerjaan, Bulan Desember tahun 1982 AutoCAD 1.0 rilis untuk pertama kalinya, AutoCAD mengalami banyak perubahan khususnya dari tampilan dan fungsi-fungsi, mengacu pada perkembangan di dunia industri manufaktur. AutoCAD memiliki fungsi-fungsi seperti *point*, *polygon*, dan *circle*, *point* merupakan perintah yang berfungsi untuk membuat titik, menu ini terdapat pada menu *draw* pada menu *home*. *Polygon* merupakan perintah yang berfungsi untuk membuat obyek *polygon* atau membuat segi banyak beraturan seperti segi enam, segi empat dan segi delapan. *Circle* merupakan perintah yang berfungsi membuat objek lingkaran, pada dasarnya perintah ini hampir sama seperti membuat objek Elips.

METODE PENELITIAN

Penelitian dalam mengevaluasi instalasi listrik gedung SMP N 5 Magelang dibagi dalam tahap-tahap yang dilakukan secara irit dan di susun secara sistematis untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan teori yang dijelaskan pada gambar 1. Tahapan penelitian dimulai dari studi literature, pengumpulan data, evaluasi instalasi listrik, rekondisi instalasi listrik, perhitungan RAB, dan yang terakhir adalah kesimpulan. Diagram alir penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan

pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Tahap Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Terkumpul

Penelitian dilakukan di SMP N 5 Magelang, Lokasi Penelitian berada di Jalan Jeruk No. 3 Kramat Magelang, Kramat Selatan, Kecamatan Magelang, Provinsi Jawa Tengah.

Nilai Hambatan Isolasi

Pengukuran nilai hambatan isolasi dilakukan dengan mengambil sampel pada bangunan di SMP N 5 Magelang, dengan ketentuan bangunan tersebut memiliki usia instalasi listrik lawas dan pengukuran dilakukan saat bangunan atau ruang tidak sedang digunakan atau pada saat tidak ada aktivitas di sekolah, pengukuran dilakukan pada salah satu ruang pada blok bangunan, hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Pengukuran nilai tahanan isolasi

No	Nama Ruang	Hambatan Isolai (MΩ)
		F-N
1	Bangunan Kelas 7	400
2	Bangunan Kelas 8	400
3	Bangunan Kelas 9	400
4	Bangunan Aula	400

Pengukuran impedansi penghantar

Pengukuran impedansi penghantar dilakukan pada sumber listrik menuju salah satu kotak

kontak terjauh yang terdapat pada blok bangunan SMP N 5 Magelang. Tabel 2 Menunjukkan hasil pengukuran resistansi penghantar.

Tabel 2 Hasil pengukuran resistansi penghantar

No	Nama ruang	Jenis Penggunaan	Material	Panjang	Luas Penampang (mm ²)
1	Bangunan Kelas 9	Kotak kontak	tembaga	196m	2.5
2	Bangunan Kelas 8	Kotak kontak	tembaga	185m	2.5
3	Bangunan Kelas 7	Kotak kontak	tembaga	94m	2.5
4	Bangunan Aula	Kotak kontak	tembaga	126m	2.5

Pengukuran susut tegangan

Pengukuran susut tegangan dilakukan pada setiap ruang SMP N 5 Magelang, pengukuran dilakukan di kotak kontak yang tidak digunakan pada ruangan yang terdapat pada SMP N 5 Magelang, setiap ruang diambil dua sampel pengukuran di kotak kontak yang berbeda, hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Pengukuran susut tegangan

No	Nama Ruangan	Susut Tegangan	
		Tegangan sumber (v)	Tegangan di kotak kontak (v)
1	Kelas 7A	220	218
2	Kelas 7B	220	218
3	Kelas 7C	220	218
4	Kelas 7D	201	198
5	Kelas 7E	201	196
6	Kelas 7F	201	196
7	Kelas 7G	201	196
8	Kelas 7H	201	199
9	Kelas 8A	201	199
10	Kelas 8B	201	199
11	Kelas 8C	204	201
12	Kelas 8D	204	201
13	Kelas 8E	204	204
14	Kelas 8F	204	204
15	Kelas 8G	204	204
16	Kelas 8H	204	204
17	Kelas 9A	220	218
18	Kelas 9B	220	218
19	Kelas 9C	220	218
20	Kelas 9D	220	218
21	Kelas 9E	220	218

22	Kelas 9F	220	218
23	Kelas 9G	220	218
24	Kelas 9H	220	218
25	Ruang Guru	201	196
26	Ruang Kepala Sekolah	220	216
27	Ruang TU	220	216
28	Mushola	201	196
29	Perpustakaan	201	199
30	UKS	220	216
31	Sanggar Pramuka	220	216
32	Lab Komputer 1	220	216
33	Lab Komputer 2	220	216
34	Lab Komputer 3	220	216
35	Koperasi	220	218
36	Ruang BK	220	218
37	Ruang Kurikulum	201	196
38	Kantin 1	220	216
39	Kantin 2	201	198
40	Lab IPS	201	196
41	Lab IPA	204	203
42	Ruang Osis	201	196
43	Ruang Kesenian	220	218
44	Ruang Aula	220	214

Perhitungan nilai impedansi penghantar

Penghantar listrik memiliki peran penting pada setiap instalasi listrik, terutama kabel listrik. Untuk mengetahui seberapa besar tahanan atau hambatan yang dihasilkan dari penghantar listrik pada suatu instalasi listrik. Perhitungan impedansi penghantar di SMP N 5 Magelang. Diketahui sampel pada ruang kelas 9 hambatan jenis tembaga ($1,68 \times 10^{-8} \text{ m}\Omega$) dengan estimasi panjang penghantar 196m dan luas penampang kabel jalur kotak kontak 2.5mm^2 .

$$R = 0.0000000168 \frac{196}{0.0000025}$$

Hasil perhitungan nilai impedansi di blok bangunan ruang kelas 9 SMP N 5 Magelang yaitu 1.31712Ω , tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan nilai impedansi penghantar.

Tabel 5 Hasil perhitungan nilai impedansi penghantar

No	Nama ruang	Jenis penghantar Tembaga (ΩM)	Panjang penghantar (m)	Luas Penampang (m)	Nilai resistan (Ω)
1	Bangunan Kelas 9	1.68E-08	196	0.0000025	1.31712
2	Bangunan Kelas 8	1.68E-08	185	0.0000025	1.2432
3	Bangunan Kelas 7	1.68E-08	94	0.0000025	0.63168
4	Bangunan Aula	1.68E-08	126	0.0000025	0.84672

Perhitungan persentase susut tegangan

Menurut PUIL 2011 susut tegangan tidak boleh melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%. Menentukan persentase susut tegangan menggunakan persamaan 2.6 berikut.

$$\text{susut tegangan} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

Keterangan:

V_s = tegangan pengirim (V);

V_r = tegangan penerima (V);

Perhitungan persentase pengukuran susut tegangan di SMP N 5 Magelang. Diketahui sampel pengukuran pada blok bangunan kelas 9 tegangan pengirim 220V dan tegangan penerima 218V

$$\text{susut tegangan} = \frac{220 - 218}{218} \times 100\%$$

Hasil perhitungan persentase pengukuran susut tegangan di SMP N 5 Magelang yaitu 0.9%. Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan persentase pengukuran susut tegangan.

Tabel.6 Persentase susut tegangan

No	Nama Ruangan	Susut Tegangan		
		Tegangan sumber (v)	Tegangan di kotak kontak (v)	drop voltage (%)
1	Kelas 7A	220	218	0.9
2	Kelas 7B	220	218	0.9
3	Kelas 7C	220	218	0.9
4	Kelas 7D	201	198	1.5
5	Kelas 7E	201	196	2.6
6	Kelas 7F	201	196	2.6
7	Kelas 7G	201	196	2.6
8	Kelas 7H	201	199	1.0
9	Kelas 8A	201	199	1.0
10	Kelas 8B	201	199	1.0
11	Kelas 8C	204	201	1.5
12	Kelas 8D	204	201	1.5
13	Kelas 8E	204	204	0.0
14	Kelas 8F	204	204	0.0
15	Kelas 8G	204	204	0.0
16	Kelas 8H	204	204	0.0
17	Kelas 9A	220	218	0.9
18	Kelas 9B	220	218	0.9
19	Kelas 9C	220	218	0.9
20	Kelas 9D	220	218	0.9
21	Kelas 9E	220	218	0.9

22	Kelas 9F	220	218	0.9
23	Kelas 9G	220	218	0.9
24	Kelas 9H	220	218	0.9
25	Ruang Guru	201	196	2.6
26	Ruang Kepala Sekolah	220	216	1.9
27	Ruang TU	220	216	1.9
28	Mushola	201	196	2.6
29	Perpustakaan	201	199	1.0
30	UKS	220	216	1.9
31	Sanggar Pramuka	220	216	1.9
32	Lab Komputer 1	220	216	1.9
33	Lab Komputer 2	220	216	1.9
34	Lab Komputer 3	220	216	1.9
35	Koperasi	220	218	0.9
36	Ruang BK	220	218	0.9
37	Ruang Kurikulum	201	196	2.6
38	Kantin 1	220	216	1.9
39	Kantin 2	201	198	1.5
40	Lab IPS	201	196	2.6
41	Lab IPA	204	203	0.5
42	Ruang Osis	201	196	2.6
43	Ruang Kesenian	220	218	0.9
44	Ruang Aula	220	214	2.8

Kondisi komponen instalasi listrik

Pengecekan komponen instalasi listrik penting dilakukan karena untuk mengetahui kondisi komponen tersebut masih layak digunakan atau tidak.

1. Komponen penerangan

Komponen penerangan saklar pada beberapa ruang kelas dapat membahayakan terutama pada pengguna, karena pada pemasangan saklar yang kurang baik dan saklar yang sudah rusak namun masih digunakan dapat mengakibatkan pengguna tersengat listrik. Gambar 4.1 dan gambar 4.2 memperlihatkan sampel saklar yang rusak pada ruang kelas SMP N 5 Magelang.



Gambar 2 Saklar ruang kelas SMP N 5 Magelang



Gambar 3 Saklar ruang kelas SMP N 5 Magelang

PEMBAHASAN

Evaluasi instalasi listrik pada sampel ruang di SMP N 5 Magelang, hasil dari pengukuran hambatan isolasi menunjukkan bahwa isolasi pada kabel pada ruang di SMP N 5 Magelang masih diatas nilai standar yaitu $0.5 \text{ M}\Omega$.

Pengukuran susut tegangan pada setiap ruang di SMP N 5 Magelang masih diatas standar yaitu kurang dari 5% namun pada blok bangunan kelas 8 dan 7 dengan sumber 5500 VA yang mengalami drop tegangan pada sumber dari PLN, dari yang seharusnya sumber tegangan dari PLN adalah 220V menjadi 204V dan 201V sedangkan untuk persentase susut tegangan paling tinggi 2.8% yang berarti bahwa nilai dari susut tegangan tersebut masih aman dan andal karena di bawah standar namun penurunan tegangan sumber dari 220V mejadi 204V perlu dilakukan adanya pengecekan penyebab terjadinya penurunan tegangan yang dapat terjadi karena gangguan pada sumber listrik yang berasal dari PLN, adanya korsleting (Hubung singkat), penggunaan alat listrik yang berlebihan atau ukuran kabel yang terlalu kecil tidak sesuai dengan standar.

Impedansi penghantar dipengaruhi oleh panjang kabel, semakin panjang kabel yang digunakan pada instalasi kelistrikan maka semakin besar hambatan pada kabel dan sebaliknya semakin pendek kabel yang digunakan pada instalasi kelistrikan semakin kecil nilai hambatan pada kabel.

Kondisi beberapa komponen pada ruang di SMP N 5 Magelang perlu diperbaiki dan diganti, karena kondisi yang kurang layak seperti saklar yang rusak, kotak kontak yang tidak

terpasang dengan benar sambungan kabel yang terbuka, serta kondisi komponen pengaman yang terdapat sambungan kabel terbuka dan kotak pengaman yang menjadi tempat sarang serangga. Kondisi tersebut dapat membahayakan pengguna sekitar dan korsleting pada komponen yang dapat mengakibatkan terbakarnya komponen.

Perencanaan Ulang Instalasi Listrik

Perencanaan ulang instalasi listrik pada SMP N 5 Magelang meliputi perencanaan penerangan, kotak kontak, tata suara, proteksi petir serta pemilihan jenis penghantar, pemilihan arus pengaman dan gambar perencanaan instalasi listrik.

Perencanaan sistem penerangan

Perencanaan sistem penerangan meliputi setiap ruang SMP N 5 Magelang.

1. Data ruang SMP N 5 Magelang

Warna cat dinding dan langit-langit yang digunakan adalah berwarna putih dan mempunyai ruang sebagai berikut:

Tabel 7 Data ruangan SMP N 5 Magelang

No	Ruang	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Kebutuhan pencahayaan (lux)
1	Kelas 7	9	7	3	350
2	Ruang Guru	12	10	3	300
3	Ruang Kepala Sekolah	7	6.86	3	250
4	Ruang TU	9	7	3	350
5	Mushola	8	7.5	3	200
6	Perpustakaan	12	10	3	300
7	UKS	4	7	3	150
8	Sanggar Pramuka	5	7	3	250
9	Lab Komputer 1	15	8	3	500
10	Lab Komputer 2	15	8	3	500
11	Lab Komputer 3	15	8	3	500
12	Koperasi	7	2	3	150
13	Ruang BK	7	4	3	200
14	Ruang Kurikulum	6	7	3	200
15	Kantin 1	16	8.5	2.5	250
16	Kantin 2	3	6	2.5	250
17	Lab IPS	2	7	3	300
18	Lab IPA	15	8	3	500
19	Ruang Osis	3	7	3	200
20	Ruang Kesenian	10	10	3	300
21	Ruang Aula	18.7	7	4	500
22	Pos Satpam	2	2.5	2	150
23	Tempat parkir	6.6	10	3	100
24	Gudang 2	8	8	3	200

25	Gudang 3	7	6	3	200
26	Gudang OR	2	9	3	200
27	Toilet 1 (5)	1	1	2	200
28	Toilet 2 (7)	1	1	2	200
29	Toilet 3 (5)	1	1	2	200
30	Toilet 4 (10)	1	1	2	200
31	Doorloop 1	7	3	3	100
32	Doorloop 2	7	3	3	100
33	Koridor (32)	9	1.5	3	100
34	Koridor Lab Kom (3)	15	1.5	3	100
35	Gudang 1	9.3	9	3	200
36	Ruang komite	7	2.2	3	200

2. Perhitungan sistem penerangan

Perhitungan pada ruang kelas di SMP N 5 Magelang dengan ukuran sebagai berikut:

Panjang (P) : 9 meter

Lebar (l) : 7 meter

Tinggi (h) : 3 meter – 0.8 meter = 2.2 meter

Warna cat dinding putih dan langit-langit yang digunakan putih. Kebutuhan pencahayaan ruang ini menurut SNI 6197:2011 adalah 350 lux. Dari data tersebut dapat dihitung nilai indeks bentuk dengan persamaan 2.2, nilai faktor refleksi, dan nilai faktor utility. Berikut perhitungan menggunakan persamaan 2.2 tersebut

- Indeks bentuk (k)

$$k = \frac{pxl}{h(p+l)}$$

$$k = \frac{9 \times 7}{2.2(9+7)}$$

$$k = 1.79$$

- Faktor utility (kp)

Setelah menghitung nilai indeks bentuk, selanjutnya menghitung nilai faktor refleksi dinding dan langit-langit. Nilai faktor refleksi tersebut sebagai berikut:

Faktor refleksi langit-langit (rw) = 0.7;

Faktor refleksi dinding (rp) = 0.5;

Faktor refleksi lantai (rm) = 0.1;

Dari data nilai faktor refleksi di atas, didapatkan nilai sebagai berikut:

$K1 = 1.5$

$K2 = 2$

$Kp1 = 2.7$

$Kp2 = 3.2$

Nilai faktor utility, untuk nilai indeks bentuk (k) = 1.79 adalah

$$kp = kp_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 2.7 + \frac{1.79 - 1.5}{2 - 1.5} (3.2 - 2.7)$$

$$kp = 2.99$$

- Jumlah armatur yang digunakan
- Jenis lampu yang digunakan adalah philips TL LED 1x18 Watt;
Fluks cahaya lampu = 2100 lumen;
Illuminasi penerangan yang dibutuhkan ruangan (E) = 350 Lux;
Faktor depreasi (kd) = 0.85;
Luas ruangan (A) = 63m²;
Dari data tersebut dapat dihitung jumlah armatur dengan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times \phi_{arm} \times kd}$$

$$n = \frac{350 \times 63}{2100 \times 2.99 \times 0.7 \times 0.85}$$

$$n = 5.9$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dibutuhkan jumlah armatur sebanyak 6 unit dengan menggunakan lampu Philips TL LED 1x18Watt.

Pemilihan penghantar

Pemilihan penghantar atau kabel pada instalasi listrik memperhatikan standar yang digunakan yaitu SNI IEC 6629.1-2011. Pemilihan kabel juga mempertimbangkan ukuran luas penampang juga jumlah inti kabel

1. Perhitungan luas penampang penghantar

Pemilihan luas penampang kabel memperhatikan jumlah beban yang terpasang, untuk menghindari nilai kuat hantar arus yang melebihi kapasitas penghantar. Contoh menghitung nilai kuat hantar arus yang mengalir pada penghantar:

- Menghitung arus nominal

Blok bangunan ruang kelas 8C, 8D dan 8E terdapat 18 Lampu jenis LED TL, 3 lampu LED Bulb, 3 Proyektor dan 12 Kotak kontak dengan total daya untuk grup lampu 354watt dan grup kotak kontak 1050watt. Faktor daya diasumsikan sebesar 0,9.

Menghitung nilai arus nominal instalasi penerangan yang mengalir pada penghantar sebagai berikut:

$$In = \frac{p}{V \times \cos \varphi}$$

$$In = \frac{354}{220 \times 0.9}$$

$$In = 1.45 \text{ A}$$

Menghitung nilai arus nominal kotak kontak yang mengalir pada penghantar sebagai berikut:

$$In = \frac{p}{V \times \cos \varphi}$$

$$In = \frac{1050}{220 \times 0.9}$$

$$In = 4.30 \text{ A}$$

Dari perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas didapatkan nilai arus nominal pada instalasi penerangan dan kotak kontak sebesar 1.45A dan 4.30A.

- Menghitung kuat hantar arus

Setelah nilai arus nominal sudah diketahui maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai kuat hantar arus (KHA).

Menghitung nilai kuat hantar arus instalasi penerangan pada penghantar dengan persamaan berikut:

$$KHA = 1.25 \times In$$

$$KHA = 1.25 \times 1.45$$

$$KHA = 1.81 A$$

Menghitung nilai kuat hantar arus kotak kontak pada penghantar dengan persamaan berikut:

$$KHA = 1.25 \times In$$

$$KHA = 1.25 \times 4.30$$

$$KHA = 5.37 A$$

Hasil yang diperoleh dari perhitungan kuat hantar arus yaitu sebesar 1.81A untuk instalasi penerangan dan 5.37 A untuk kotak kontak. Dari nilai tersebut berdasarkan tabel kuat hantar arus dengan menggunakan kabel jenis NYM diperoleh ukuran penghantar NYM 1.5mm², namun dalam perencanaan ini dipilih jenis penghantar NYM 3 x 2.5mm² untuk instalasi penerangan dan NYM 3 x 2.5mm². Pemilihan jenis kabel ini dengan tujuan untuk memperkecil nilai susut tegangan dan pertimbangan penggunaan daya yang lebih besar pada waktu yang akan datang mengingat akan terus bertambahnya ruang pada SMP N 5 Magelang.

Menghitung arus pengaman

Sebelum memilih pemutus daya pada instalasi listrik, terlebih dahulu harus memperhitungkan arus nominal yang mengalir pada rangkaian instalasi listrik. Dalam memilih arus pengaman, untuk instalasi penerangan adalah lebih besar atau sama dengan arus nominal. Berikut syarat-syarat pengaturan pengaman yang perlu diperhatikan :

1. Tidak ada elemen pengaman yang memutuskan hubungan selama rangkaian dalam keadaan normal;
2. Jika terjadi gangguan, pengaman yang harus bekerja adalah pengaman terdekat dengan titik gangguan, sedangkan rangkaian tidak mendapat gangguan dan harus dapat tetap beroperasi;
3. Jika pengaman terdekat dari titik gangguan tidak dapat bekerja, maka pengaman pelindung yang harus bekerja.

Blok bangunan ruang kelas 8C, 8D dan 8E terdapat 21 Lampu jenis LED TL, 3 lampu LED Bulb, 3 Proyektor dan 12 Kotak kontak dengan total daya untuk grup lampu 354watt dan grup kotak kontak 1050watt. Faktor daya diasumsikan sebesar 0,9.

Menghitung nilai arus nominal instalasi penerangan sebagai berikut:

$$In = \frac{p}{Vx \cos \varphi}$$

$$In = \frac{354}{220 \times 0.9}$$

$$In = 1.45 A$$

Menghitung nilai arus nominal kotak kontak sebagai berikut:

$$In = \frac{p}{Vx \cos \varphi}$$

$$In = \frac{1050}{220 \times 0.9}$$

$$In = 4.30 A$$

Dari perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas didapatkan nilai arus nominal

pada instalasi penerangan dan kotak kontak sebesar 1.45A dan 4.30A. dalam perencanaan pengaman digunakan pengaman MCB 2A untuk instalasi penerangan, dan MCB 6A untuk instalasi kotak kontak, namun dalam perencanaan ini dipilih pengaman 4A untuk instalasi penerangan dan 6A untuk instalasi kotak kontak, pemilihan pengaman berdasarkan pertimbangan penggunaan daya yang lebih besar pada waktu yang akan datang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bangunan pada SMP N 5 Magelang memiliki beberapa komponen instalasi yang sudah tidak baik untuk digunakan, untuk itu perlu dilakukan perbaikan ulang sesuai standar yang berlaku yaitu PUIL 2011. Hasil dari reinstalasi diperoleh hasil instalasi listrik yang aman dan dapat diandalkan dengan pemilihan jenis pengantar, jenis lampu, tata letak komponen instalasi dengan pemilihan jenis pengaman yang sesuai standar PUIL 2011. Jika membandingkan dengan pemilihan dan pemasangan penghantar serta tata letak kompenen sebelum dilakukan perencanaan ulang. Perencanaan instalasi juga mempertimbangkan kenyamanan dan keamanan dengan menambah peralatan listrik antara lain tata suara, proteksi petir dan penempatan APAR. Pemilihan kabel dan komponen pengaman berdasarkan pertimbangan penggunaan daya yang lebih besar pada waktu yang akan datang. Hasil perhitungan RAB perancangan ulang instalasi listrik pada SMP N 5 Magelang mendapatkan hasil Rp 452,737,848,00,-.

DAFTAR REFERENSI

- Bagwan, S.U. *dkk.* (2020) 'Audit dan Analysis of Energy Utilization in Engineering Institution Buildings in Maharashtra'. doi:10.1109/ICCES48766.2020.9137996.
- Delgado, E., Bussato, T. dan Sarah (2020) 'Evaluation of Supraharmonic Propagation in LV Networks Based on the Impedance Changes Created by Household Devices', *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe)*.
- Dongka, R.H. (2020) 'Evaluasi Sistem Instalasi Listrik Pada Kantor DPRD Kota Palopo', *Jurnal Elektro Luciat*, 6.
- Drewizke, G. (2020) 'How To Sell an Investment in Electrical Safety dan Maintenance', *IEEE* [Preprint]. doi:978-1-7281-6438-0/20/.
- Effendi, B.A., Winardi, B. dan Macrina, Z. (2020) 'Redesain Sistem Instalasi Listrik Gedung Teknik Kimia Universitas Diponegoro.', *TRANSIENT*, 9.
- Fazlurahman, M.F. (2019) 'Perancangan Ulang Instalasi Listrik Lantai Dua Gedung Direktorat Politeknik Negeri Bandung', *Politeknik Negeri Bandung*.
- Harten, P.V. dan Setiawan (2001) *Instalasi Arus Kuat 2*. Bandung: Bina Cipta.
- Muhamad, Y.F., Nisworo, S. dan Pravitasari, D. (2021) 'evaluasi instalasi listrik Gedung Rumah Sakit Jiwa Magelang. Yusuf Fadil Muhamad, Supto Nisworo, Deria Pravitasari3', *THETA OMEGA: Journal of Electrical Engineering, Computer, dan Information Technology*.
- Patel, M., Battaglia, F. dan Singer, F. (2019) 'Energy Audit Of Data Center Dan Server Room On An Academic Campus', *IEEE*.