



# Analisis Sistem dan Kelayakan Instalasi Listrik Sekolah SMKN 1 Narmada

**Nurul Fatin Jannatin**

SMKN 1 Narmada, Lombok, Indonesia

[fatinnurul06@gmail.com](mailto:fatinnurul06@gmail.com)**Article History***Manuscript submitted:***24 September 2025***Manuscript revised:***04 October 2025***Accepted for publication:***06 October 2025****Keywords***electrical installations,  
electrical systems,  
feasibility,  
PUIL 2011,  
SMKN 1 Narmada***Abstract**

Electrical installation is a vital component in supporting teaching and learning activities in a school environment. A good installation system not only ensures the smooth distribution of electrical power, but also guarantees safety, reliability, and energy efficiency. This study aims to analyze the electrical installation system and evaluate its feasibility at SMKN 1 Narmada School. The analysis was conducted by combining a descriptive approach regarding the installed electrical installation system, including lighting installations, power installations, distribution panels, and protection components, with a feasibility evaluation based on the General Requirements for Electrical Installations (PUIL 2011) standards. The research methods used were direct observation, interviews, and field measurements using standard electrical test equipment, such as a megger for insulation resistance testing and an earth tester for grounding resistance testing. The data obtained were analyzed descriptively qualitatively with an emphasis on compliance with the PUIL 2011 standards related to installation equipment, conductor cross-sections, protection systems, insulation resistance, and grounding systems. The results of the study indicate that the electrical installation system at SMKN 1 Narmada generally meets the school's operational needs, both for classroom lighting and laboratory equipment power supply. However, several findings indicated that some installation components did not meet standards, particularly the unbalanced load distribution between phases and the safety features, some of which had deteriorated due to age. Based on the feasibility evaluation, approximately 70% of the installations were deemed feasible, while 30% required repair or replacement to meet PUIL 2011 requirements. Therefore, it can be concluded that the electrical installations at SMKN 1 Narmada are generally functioning well, but still require regular maintenance and repairs to some components to meet safety and efficiency standards. The results of this study are expected to serve as a reference for the school in managing electrical installations and as a consideration in planning improvements to the quality of electrical infrastructure in educational environments.

**How to Cite:** Jannatin Nurul Fatin (2025). Analisis Sitem dan Kelayakan Instalasi Listrik Sekolah SMKN 1 Narmada. *Research Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.71094/resjet.v1i1.63>

**Pendahuluan**

Listrik merupakan energi yang sangat vital dalam kehidupan modern. Hampir seluruh aktivitas manusia, baik di rumah tangga, industri, perkantoran, maupun pendidikan, sangat bergantung pada energi listrik. Dalam konteks pendidikan, ketersediaan listrik tidak hanya mendukung kenyamanan belajar melalui sistem penerangan, tetapi juga menjadi faktor penentu dalam berjalannya berbagai fasilitas penunjang, seperti laboratorium komputer, bengkel praktik, sistem pendingin ruangan, serta perangkat elektronik lainnya. Oleh karena itu, sistem instalasi listrik yang baik, aman, dan sesuai standar menjadi syarat mutlak dalam menunjang keberlangsungan kegiatan belajar mengajar di sekolah (Dwilesmama & Cahyono, 2023).

Peningkatan kebutuhan energi listrik di sekolah menengah kejuruan, seperti di SMKN 1 Narmada, semakin tinggi seiring berkembangnya teknologi pembelajaran. Laboratorium komputer, bengkel pertanian, hingga fasilitas multimedia, semuanya memerlukan pasokan listrik yang stabil. Jika sistem instalasi tidak direncanakan, dipasang, atau dipelihara dengan baik, maka risiko terjadinya gangguan listrik, kerusakan peralatan, hingga kecelakaan kerja akan semakin besar. Menurut Zainal, Pongky, dan Yoga (2021), kualitas instalasi listrik sangat dipengaruhi oleh penerapan standar instalasi yang berlaku, khususnya Persyaratan



Copyright © 2025, The Author(s).

This is an open-access article under the CC-BY-SA license.

Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011). Standar ini menekankan aspek keselamatan, keandalan, serta efisiensi dalam penyediaan tenaga listrik.

Sistem instalasi listrik secara umum terdiri dari dua bagian utama, yaitu instalasi penerangan dan instalasi daya. Instalasi penerangan berfungsi memberikan kenyamanan visual, terutama dalam ruang kelas, laboratorium, dan area belajar lainnya. Sementara itu, instalasi daya melayani kebutuhan energi listrik untuk peralatan yang memerlukan kapasitas daya lebih besar, seperti komputer, mesin praktik, AC, dan pompa air (Dwilesmara & Cahyono, 2023). Untuk menjaga kelancaran distribusi listrik, instalasi tersebut dilengkapi dengan panel distribusi, pengaman seperti MCB dan MCCB, serta sistem pembumian.

Namun, seiring bertambahnya usia gedung sekolah, banyak instalasi yang mengalami penurunan kualitas. Kabel yang telah digunakan lebih dari sepuluh tahun dapat mengalami degradasi isolasi, mengeras, dan berpotensi menimbulkan kebocoran arus. Demikian pula, peralatan pengaman seperti MCB yang aus dapat kehilangan fungsinya, sehingga risiko kebakaran akibat hubung singkat semakin tinggi. Zainal et al. (2021) menunjukkan bahwa lebih dari 50% instalasi listrik pada gedung Sekolah SMKN 1 Narmada tidak memenuhi syarat kelayakan PUIL 2011 karena lemahnya aspek pemeliharaan dan perawatan. Hal ini menjadi peringatan penting bahwa evaluasi berkala perlu dilakukan, termasuk pada bangunan sekolah.

#### Relevansi Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu memberikan gambaran tentang pentingnya analisis sistem instalasi listrik. Penelitian oleh Dwilesmara & Cahyono (2023) menekankan pentingnya dokumentasi sistem instalasi listrik pada sebuah gedung bertingkat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan instalasi yang baik, dengan pembagian panel distribusi yang jelas dan komponen pengaman yang sesuai, mampu menunjang operasional gedung secara optimal. Sementara itu, penelitian oleh Zainal et al. (2021) memberikan sudut pandang berbeda, yaitu menilai kelayakan instalasi listrik dengan standar PUIL 2011. Hasilnya menunjukkan bahwa banyak instalasi yang tidak layak dan perlu perbaikan.

Kedua penelitian ini saling melengkapi. Penelitian pertama menyoroti desain dan fungsi instalasi, sedangkan penelitian kedua fokus pada kesesuaian terhadap standar kelayakan. Penelitian ini akan menggabungkan kedua pendekatan tersebut untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi instalasi listrik di SMKN 1 Narmada. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan sistem instalasi yang ada, tetapi juga mengevaluasi apakah instalasi tersebut telah memenuhi standar PUIL 2011.

#### Kondisi Nyata di SMKN 1 Narmada

Sebagai sekolah kejuruan, SMKN 1 Narmada memiliki berbagai fasilitas yang memerlukan listrik dalam kapasitas besar, mulai dari ruang kelas, laboratorium, bengkel praktik, hingga ruang administrasi. Ketersediaan listrik yang stabil sangat menentukan kualitas pembelajaran, terutama pada program studi yang berhubungan langsung dengan praktik teknologi, seperti teknik listrik, teknik komputer, maupun teknik mesin. Namun, berdasarkan observasi awal, instalasi listrik di beberapa bagian sekolah masih menggunakan kabel lama dengan isolasi yang sudah mulai mengeras. Beberapa panel distribusi juga belum dilengkapi dengan pengaman yang memadai, sehingga rawan terhadap risiko kelebihan beban dan hubung singkat.

Selain itu, sistem distribusi daya belum sepenuhnya seimbang antar fasa. Ketidakseimbangan beban ini berpotensi menimbulkan kerugian daya dan mempercepat kerusakan peralatan listrik. Sistem grounding yang ada juga perlu diuji ulang untuk memastikan tahanan pembumian masih sesuai standar. Jika tidak, risiko sengatan listrik bagi siswa dan guru yang menggunakan peralatan listrik di bengkel maupun laboratorium akan meningkat.

#### Pentingnya Standar PUIL

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) merupakan pedoman nasional dalam merancang, memasang, dan memelihara instalasi listrik. PUIL 2011, yang masih banyak dijadikan acuan di Indonesia, mengatur aspek perlengkapan instalasi, ukuran penampang kabel, sistem pengaman, tahanan isolasi, hingga pembumian. Tujuan utama dari penerapan PUIL adalah untuk menjamin keselamatan manusia, melindungi peralatan, serta memastikan penyediaan tenaga listrik yang handal dan efisien (BSN, 2011).

Dengan menerapkan standar ini, instalasi listrik di sekolah dapat beroperasi sesuai prinsip aman, andal, dan ramah lingkungan. Evaluasi kelayakan berdasarkan PUIL menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa infrastruktur listrik di sekolah benar-benar layak digunakan dalam mendukung proses pendidikan.

## **Metodologi Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus. Pendekatan deskriptif dipilih karena penelitian bertujuan menggambarkan kondisi nyata sistem instalasi listrik di Sekolah SMKN 1 Narmada serta mengevaluasi kesesuaianya dengan standar *Persyaratan Umum Instalasi Listrik* (PUIL 2011). Studi kasus dilakukan karena objek penelitian terbatas pada satu lokasi, yaitu gedung SMKN 1 Narmada. Pendekatan ini juga merujuk pada penelitian sebelumnya oleh Dwilesmara dan Cahyono (2023) yang menggunakan observasi untuk mengidentifikasi sistem instalasi listrik pada sebuah gedung bertingkat, serta penelitian Zainal, Pongky, dan Yoga (2021) yang menilai kelayakan instalasi listrik berdasarkan PUIL 2011. Dengan menggabungkan kedua pendekatan tersebut, penelitian ini berfokus pada deskripsi sistem instalasi serta penilaian kelayakannya.

## **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di **Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Narmada**, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Pemilihan lokasi didasarkan pada tingginya kebutuhan listrik di sekolah ini, mengingat adanya berbagai fasilitas laboratorium dan bengkel praktik yang membutuhkan daya besar. Penelitian dilaksanakan pada bulan **Maret–Mei 2025**.

## **Objek Penelitian**

Objek penelitian adalah sistem instalasi listrik yang terpasang pada gedung SMKN 1 Narmada, meliputi:

1. Instalasi penerangan di ruang kelas, laboratorium, bengkel, dan area umum.
2. Instalasi daya untuk peralatan listrik seperti komputer, AC, mesin praktik, dan pompa.
3. Panel distribusi utama, panel cabang, serta sub-panel.
4. Perlengkapan proteksi seperti MCB, MCCB, dan APP.
5. Sistem pembumian (grounding).

## **Sumber Data**

Sumber data penelitian terdiri dari:

1. Data primer: diperoleh melalui observasi langsung, wawancara dengan teknisi sekolah, serta pengukuran menggunakan alat uji kelistrikan.
2. Data sekunder: berupa dokumen teknis, blueprint instalasi listrik sekolah, serta literatur pendukung terkait standar PUIL 2011.

## **Teknik Pengumpulan Data**

### 1. Observasi Lapangan

- a. Dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi instalasi listrik, jenis kabel, kapasitas MCB/MCCB, distribusi panel, serta beban terpasang.
- b. Dokumentasi berupa foto dan catatan lapangan mendukung keakuratan data.

### 2. Wawancara

Dilakukan dengan teknisi sekolah dan pihak pengelola sarana prasarana untuk mendapatkan informasi terkait pemeliharaan instalasi listrik dan permasalahan yang sering terjadi.

### 3. Pengukuran Teknis

- a. Tahanan Isolasi: menggunakan *megger tester* KYORITSU model 3001B untuk mengukur resistansi isolasi kabel. Instalasi dinyatakan layak apabila nilai tahanan isolasi  $\geq 1 \text{ M}\Omega$  sesuai PUIL 2011.
- b. Tahanan Pembumian (Grounding Resistance): menggunakan *earth tester* KYORITSU model 4102A. Instalasi dinyatakan layak jika tahanan pembumian  $\leq 5 \Omega$ .

- c. Arus dan Tegangan: menggunakan clamp meter untuk memeriksa keseimbangan arus antar fasa serta kesesuaian dengan kapasitas MCB/MCCB.
- d. Visual Checking: pemeriksaan fisik pada kabel, panel distribusi, sakelar, dan stop kontak untuk memastikan tidak ada kerusakan atau keausan.

Tabel 1  
Instrumen Penelitian

No	Alat/Instrumen	Fungsi Utama	Merk/Model
1	<i>Megger Tester</i>	Mengukur tahanan isolasi kabel	KYORITSU 3001B
2	<i>Earth Tester</i>	Mengukur tahanan pembumian (grounding)	KYORITSU 4102A
3	<i>Clamp Meter</i>	Mengukur arus listrik pada kabel fasa	Hioki CM4371
4	<i>Multimeter Digital</i>	Mengukur tegangan, resistansi, dan kontinuitas	Fluke 115
5	Kamera & Dokumentasi	Mendukung bukti observasi lapangan	Canon EOS 200D

### Teknik Analisis Data

Data dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif sederhana.

1. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menjelaskan kondisi instalasi listrik berdasarkan observasi dan wawancara.
2. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghitung persentase kelayakan instalasi berdasarkan kriteria PUIL 2011:
  - a. Perlengkapan instalasi (sakelar, stop kontak, fitting, panel).
  - b. Pengaman instalasi listrik (MCB, MCCB, fuse).
  - c. Penampang pengantar (kabel).
  - d. Tahanan isolasi.
  - e. Tahanan pembumian.

Setiap kriteria diberi bobot 20% sehingga total kelayakan 100% (Zainal et al., 2021). Jika nilai akhir mencapai  $\geq 80\%$ , instalasi dinyatakan layak, sedangkan jika  $< 80\%$  dinyatakan tidak layak.

### Validitas Data

Keabsahan data dijaga dengan cara:

1. Triangulasi metode, yaitu membandingkan hasil observasi, wawancara, dan pengukuran lapangan.
2. Rujukan standar PUIL 2011 sebagai acuan objektif.
3. Diskusi dengan pakar/teknisi listrik untuk mengklarifikasi hasil pengukuran.

### Hasil dan Pembahasan

#### 1. Kondisi Umum Instalasi Listrik di SMKN 1 Narmada

Berdasarkan hasil observasi, instalasi listrik di SMKN 1 Narmada terbagi atas dua sistem utama, yaitu instalasi penerangan dan instalasi daya. Instalasi penerangan meliputi ruang kelas, laboratorium, bengkel praktik, ruang guru, serta area publik seperti koridor dan lapangan. Sedangkan instalasi daya mencakup suplai untuk komputer, mesin praktik di bengkel, pendingin ruangan (AC), pompa air, dan peralatan laboratorium lainnya. Panel distribusi di sekolah terdiri atas Panel Utama (Main Distribution Panel), Panel Cabang (Sub Distribution Panel), dan Sub-sub Distribution Panel (SSDP). Setiap panel dilengkapi dengan Miniature Circuit Breaker (MCB) untuk pengaman arus lebih, sementara pada panel utama juga terdapat Moulded Case Circuit Breaker (MCCB) dengan kapasitas 100 A. Namun, dari pemeriksaan fisik ditemukan beberapa MCB yang aus dan perlu diganti. Kondisi kabel secara umum masih baik, tetapi terdapat beberapa saluran lama dengan isolasi mulai mengeras.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Dwilesmana dan Cahyono (2023) yang menyebutkan bahwa pembagian panel distribusi yang jelas sangat penting untuk memastikan keandalan sistem listrik di gedung bertingkat.

Namun, berbeda dengan kasus di PT. Multi Group Holding Company yang relatif baru, instalasi di SMKN 1 Narmada sudah berusia lebih dari 10 tahun sehingga risiko degradasi komponen lebih tinggi.

## 2. Hasil Pengukuran Kelayakan Instalasi

Evaluasi kelayakan instalasi dilakukan berdasarkan lima kriteria PUIL 2011 (BSN, 2011). Hasil pengukuran dan penilaian ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2  
Hasil Penilaian Kelayakan Instalasi Listrik SMKN 1 Narmada

Kriteria Evaluasi (PUIL 2011)	Jumlah Instalasi Diperiksa	Jumlah Layak	Jumlah Tidak Layak	Persentase Layak (%)
Perlengkapan instalasi (sakelar, stop kontak, fitting, panel)	20	14	6	70%
Pengaman instalasi (MCB, MCCB, fuse)	20	15	5	75%
Penampang pengantar (kabel)	20	13	7	65%
Tahanan isolasi kabel	20	20	0	100%
Tahanan pembumian (grounding)	20	17	3	85%

**Rata-rata kelayakan keseluruhan = 79%**

Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar komponen masih layak pakai, khususnya dari aspek isolasi kabel (100%) dan grounding (85%). Namun, kelemahan ditemukan pada perlengkapan instalasi dan penampang kabel, yang sebagian tidak sesuai standar karena ukuran penampang lebih kecil dari kebutuhan beban aktual.

## 3. Pembahasan

### 3.1. Perlengkapan Instalasi

Perlengkapan instalasi seperti sakelar, stop kontak, dan panel hubung bagi sangat penting untuk mendukung keamanan sistem. Dari hasil observasi, 30% perlengkapan instalasi dinyatakan tidak layak karena adanya aus pada sakelar, fitting longgar, serta stop kontak yang menghitam akibat panas. Kondisi ini berpotensi menimbulkan arus bocor dan risiko kebakaran. Hasil ini lebih baik dibandingkan penelitian Zainal et al. (2021) yang menemukan hanya 46,6% perlengkapan instalasi memenuhi standar PUIL 2011 di PT. Honda Semoga Jaya Prima.

### 3.2. Sistem Pengaman

Pengaman instalasi di SMKN 1 Narmada sebagian besar berfungsi dengan baik (75%). Namun, beberapa MCB sudah mengalami penurunan sensitivitas dan terlambat memutus arus saat terjadi hubung singkat. Menurut Meier (2006), keandalan sistem distribusi listrik sangat bergantung pada performa perangkat proteksi. Jika pengaman tidak berfungsi optimal, maka seluruh sistem berisiko gagal.

### 3.3. Penampang Kabel

Dari 20 jalur instalasi yang diperiksa, 7 di antaranya menggunakan kabel dengan ukuran penampang lebih kecil dari standar PUIL 2011. Misalnya, beban AC 1 PK (780 W) masih disuplai dengan kabel 1,5 mm<sup>2</sup>, padahal sesuai standar minimal 2,5 mm<sup>2</sup>. Kondisi ini dapat menimbulkan panas berlebih dan memperpendek umur kabel. Cholish et al. (2020) juga menekankan bahwa ketidaksesuaian ukuran kabel dengan beban dapat menyebabkan ketidakseimbangan sistem distribusi daya.

### 3.4. Tahanan Isolasi Kabel

Hasil pengukuran dengan *megger tester* menunjukkan seluruh kabel memiliki tahanan isolasi di atas 1 MΩ, sehingga masih memenuhi standar. Hasil ini konsisten dengan penelitian Zainal et al. (2021) yang menemukan 100% instalasi di PT. Honda Semoga Jaya Prima masih layak dari aspek isolasi.

### 3.5. Sistem Pembumian (Grounding)

Tahanan pembumian diukur menggunakan *earth tester* dengan hasil rata-rata  $3,5 \Omega$ , masih di bawah batas maksimal  $5 \Omega$  sesuai PUIL 2011. Namun, terdapat tiga titik instalasi dengan tahanan  $> 4,8 \Omega$  yang perlu diperhatikan. Grounding yang baik berfungsi untuk melindungi pengguna dari sengatan listrik berbahaya (Wonorahardjo, 2010).

### 3.6. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Jika dibandingkan dengan Dwilesmama & Cahyono (2023), sistem instalasi di SMKN 1 Narmada memiliki kelemahan pada distribusi beban dan perlengkapan instalasi. Sementara jika dibandingkan dengan Zainal et al. (2021), kondisi SMKN 1 Narmada relatif lebih baik dengan tingkat kelayakan rata-rata 79% (dibandingkan 46,6% di PT. Honda Semoga Jaya Prima). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun instalasi sekolah cukup tua, pemeliharaan yang dilakukan masih cukup baik, meskipun perlu perbaikan di beberapa komponen.

## 4. Analisis Instalasi Listrik Berdasarkan Fungsi Ruangan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kebutuhan listrik di SMKN 1 Narmada sangat bervariasi antar ruangan. Pada ruang kelas reguler, instalasi listrik didominasi oleh penerangan dan beberapa stop kontak untuk keperluan pengisian perangkat elektronik guru maupun siswa. Beban listrik per ruang kelas relatif kecil, sekitar 500–800 W. Namun, pada laboratorium komputer, kebutuhan daya meningkat signifikan karena adanya komputer desktop, pendingin ruangan, serta proyektor. Total daya yang dibutuhkan di laboratorium komputer mencapai lebih dari 6.000 W.

Pada bengkel praktik teknik mesin dan listrik, beban lebih besar lagi karena adanya mesin las, bor listrik, kompresor, serta motor listrik. Instalasi di bengkel harus mampu menangani lonjakan arus saat mesin dinyalakan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beberapa stop kontak dan kabel di bengkel masih menggunakan ukuran penampang yang tidak sesuai dengan kapasitas mesin. Kondisi ini berisiko menimbulkan pemanasan kabel berlebih, terutama saat beberapa peralatan digunakan secara bersamaan.

Perbedaan beban antar ruangan ini seharusnya diakomodasi melalui sistem distribusi panel yang terpisah untuk tiap kategori ruangan. Namun, hasil observasi menunjukkan bahwa beberapa panel cabang masih menggabungkan beban kelas, laboratorium, dan bengkel dalam satu jalur. Hal ini mengakibatkan distribusi daya kurang seimbang dan memperbesar risiko kelebihan beban pada salah satu fasa.

## 5. Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa

Ketidakseimbangan beban antar fasa menjadi salah satu temuan penting dalam penelitian ini. Berdasarkan pengukuran arus pada panel utama menggunakan clamp meter, diperoleh nilai arus fasa R = 28 A, fasa S = 19 A, dan fasa T = 15 A. Ketidakseimbangan ini cukup signifikan karena melebihi batas toleransi 20% sebagaimana disarankan oleh IEEE Std. 1159-2019 tentang kualitas daya listrik.

Ketidakseimbangan beban dapat menimbulkan kerugian daya, meningkatkan suhu pengantar netral, serta mempercepat kerusakan transformator distribusi. Menurut Meier (2006), distribusi beban yang tidak seimbang juga dapat menimbulkan harmonisa yang berbahaya bagi peralatan elektronik sensitif, seperti komputer di laboratorium. Oleh karena itu, redistribusi beban antar fasa menjadi salah satu rekomendasi penting bagi SMKN 1 Narmada.

## 6. Efisiensi Energi dan Potensi Pemborosan

Selain kelayakan teknis, aspek efisiensi energi juga menjadi perhatian. Hasil observasi menunjukkan bahwa banyak ruang kelas masih menggunakan lampu fluorescent konvensional 36 W, sementara laboratorium dan kantor sudah menggunakan lampu LED 18 W. Peralihan ke lampu LED dapat menghemat hingga 50% konsumsi listrik untuk penerangan.

Pendingin ruangan (AC) di beberapa ruangan masih menggunakan tipe lama dengan konsumsi daya 780 W per unit, sedangkan AC inverter modern dapat menghemat energi hingga 30% dengan kapasitas yang sama. Jika dilakukan penggantian bertahap, sekolah dapat mengurangi konsumsi listrik tahunan secara signifikan.

Hal ini sejalan dengan penelitian Rifai (2014) yang menekankan pentingnya pemahaman penggunaan peralatan listrik untuk mengurangi pemborosan energi. Di lingkungan sekolah, penghematan energi tidak hanya menekan biaya operasional, tetapi juga menjadi bentuk pendidikan karakter siswa mengenai budaya hemat energi.

### **7. Aspek Keselamatan Kerja di Lingkungan Sekolah**

Keselamatan kerja merupakan faktor penting dalam pengelolaan instalasi listrik di sekolah, terutama di SMK yang memiliki banyak kegiatan praktik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar bengkel telah dilengkapi dengan panel distribusi lokal dan stop kontak khusus mesin. Namun, beberapa titik stop kontak masih berada dekat dengan area kerja las tanpa perlindungan khusus. Hal ini berpotensi menimbulkan percikan api atau korsleting akibat debu logam.

Menurut Oregon Electrical Safety Law (2011), instalasi listrik harus dirancang untuk melindungi pengguna dari bahaya sengatan listrik maupun kebakaran. Standar ini menekankan pentingnya pengaman diferensial (ELCB/RCD) yang dapat memutus arus ketika terjadi kebocoran ke tanah. Namun, hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian panel di SMKN 1 Narmada belum dilengkapi dengan ELCB, sehingga aspek keselamatan masih perlu ditingkatkan.

### **8. Perbandingan dengan Standar Internasional**

Jika dibandingkan dengan standar internasional seperti **IEC 60364** (Electrical Installations for Buildings) dan IEEE Std. 141-1993 (Red Book), instalasi di SMKN 1 Narmada masih memiliki beberapa kekurangan. IEC 60364, misalnya, mensyaratkan distribusi beban yang seimbang, perlindungan terhadap gangguan arus sisa, serta dokumentasi teknis yang lengkap. Sementara itu, dokumentasi instalasi di sekolah ini masih terbatas, sehingga menyulitkan perencanaan pemeliharaan.

Namun demikian, dari sisi pembumian, hasil pengukuran di sekolah ini sudah memenuhi syarat, dengan tahanan rata-rata  $3,5 \Omega$ . Standar IEC 60364 merekomendasikan tahanan pembumian maksimal  $5 \Omega$  untuk sistem tegangan rendah, sehingga nilai tersebut masih dalam kategori aman.

### **9. Diskusi Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya**

Hasil penelitian ini memperkuat temuan Dwilesmara & Cahyono (2023) mengenai pentingnya pembagian panel distribusi untuk menjamin keandalan sistem. Namun, berbeda dengan kasus di PT. Multi Group Holding Company yang relatif baru, instalasi di SMKN 1 Narmada menunjukkan gejala penurunan kualitas karena usia pakai.

Jika dibandingkan dengan penelitian Zainal et al. (2021), tingkat kelayakan di SMKN 1 Narmada (79%) relatif lebih baik dibandingkan di PT. Honda Semoga Jaya Prima (46,6%). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun fasilitas sekolah lebih sederhana, pemeliharaan yang rutin tetap dapat menjaga kelayakan instalasi listrik. Selain itu, hasil ini sejalan dengan penelitian Supriyatna (2019) yang menekankan pentingnya pemahaman dasar kelistrikan untuk mencegah kerusakan peralatan listrik di sekolah. Peran guru dan teknisi sekolah dalam melakukan pengecekan berkala terbukti menjadi faktor penting dalam menjaga instalasi tetap layak pakai.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *Analisis Sistem dan Kelayakan Instalasi Listrik pada Sekolah SMKN 1 Narmada*, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem instalasi listrik di SMKN 1 Narmada** terdiri atas instalasi penerangan dan instalasi daya yang terhubung melalui panel distribusi utama, panel cabang, dan sub-panel. Sistem ini telah mendukung kebutuhan operasional sekolah, mulai dari ruang kelas, laboratorium, hingga bengkel praktik. Namun, sebagian jalur masih menggunakan kabel berpenampang kecil yang tidak sesuai dengan beban aktual, serta beberapa MCB mengalami penurunan fungsi akibat usia pakai.

2. **Hasil evaluasi kelayakan instalasi berdasarkan PUIL 2011** menunjukkan bahwa rata-rata kelayakan mencapai **79%**, dengan rincian: perlengkapan instalasi 70%, pengaman 75%, penampang kabel 65%, tahanan isolasi 100%, dan pembumian 85%. Artinya, sebagian besar instalasi masih layak digunakan, tetapi terdapat sekitar 21% yang tidak memenuhi standar kelayakan dan memerlukan perbaikan.
3. **Aspek distribusi beban antar fasa** masih kurang seimbang, dengan deviasi arus antar fasa melebihi 20%. Hal ini dapat menimbulkan kerugian daya dan mempercepat kerusakan transformator distribusi.
4. **Aspek efisiensi energi** menunjukkan adanya potensi pemborosan, terutama pada penggunaan lampu fluorescent dan AC non-inverter. Pergantian bertahap ke lampu LED dan AC inverter akan menghemat energi secara signifikan.
5. **Keselamatan kerja di sekolah** masih perlu ditingkatkan, khususnya pada bengkel praktik yang belum dilengkapi dengan pengaman diferensial (ELCB/RCD). Hal ini penting untuk mencegah risiko sengatan listrik pada siswa dan guru.

Secara umum, instalasi listrik di SMKN 1 Narmada berfungsi dengan baik dan cukup mendukung proses belajar mengajar, namun masih diperlukan peningkatan kualitas pada beberapa aspek agar sepenuhnya sesuai dengan PUIL 2011 serta standar internasional (IEC, IEEE).

## Daftar Pustaka

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asy'ari, M. (2006). *Lebih dekat dengan alam sains untuk SD*. Jakarta: Setiapurna Inves.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011)*. BSN.
- BP KONSUIL Pusat. (2009). *Pedoman pemeriksaan instalasi tegangan rendah*. Jakarta: KONSUIL.
- Cholish, A., Haq, M. Z., & Siagian, S. M. (2020). Analisa sistem instalasi listrik dan pembagian daya di PT Kereta Api Indonesia Persero (Studi Kasus Stasiun Tebing Tinggi). *Jurnal Rekayasa Elektrikal dan Energi*, 3(1), 11–19.
- Dwilesmama, A., & Cahyono, B. D. (2023). Analisis sistem instalasi listrik gedung bertingkat di PT. Multi Group Holding Company. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*, 2(2), 124–138. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i2.1768>
- Hadi, A. (1994). *Sistem distribusi daya listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Handoko, S., Nugroho, A., Winardi, B., Sukmadi, T., & Facta, M. (2020). Pelatihan instalasi listrik rumah tangga di Kelurahan Padangsari Kecamatan Banyumanik. *Jurnal Pasopati*, 2(1), 43–48.
- IEC. (2018). *IEC 60364 – Electrical installations for buildings*. International Electrotechnical Commission.
- IEEE. (1993). *IEEE Std. 141-1993: Electric power distribution for industrial plants (Red Book)*. IEEE.
- IEEE. (2019). *IEEE Std. 1159-2019: Recommended practice for monitoring electric power quality*. IEEE.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. (2008). *Definisi analisis*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Meier, A. V. (2006). *Electric power system: A conceptual introduction*. USA: IEEE Press.
- Oregon Electrical Safety Law. (2011). *Electrical safety standards for buildings*. Oregon State.
- Perfrianus, B., Pakiding, M., & Silimang, S. (2015). Perancangan sistem pengendalian beban dari jarak jauh menggunakan smart relay. *E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(5), 65–70.
- Priowirjanto, G. (2003). *Instalasi listrik dasar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Rifai, A. (2014). *Buku pintar mengatasi listrik di rumah*. Bandung: Gema Buku Nusantara.
- Supriatna, A. (2019). Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe group investigation untuk meningkatkan hasil belajar dasar dan pengukuran listrik siswa kelas X TITL-1 SMK Negeri 3 Kuningan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(12), 36–46.
- Wahyudi, S. (2017). Evaluasi sistem kelistrikan gedung perkantoran berdasarkan standar PUIL. *Jurnal Rekayasa Energi*, 5(2), 45–52.
- Wicaksono, H. (2018). Analisis kelayakan instalasi listrik rumah susun sederhana. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 10(1), 12–21.
- Wonorahardjo, S. (2010). *Natural science: Aplikasi dan penerapannya*. Jakarta: Kanisius.

- 
- Yusuf, A., & Ramadhan, R. (2020). Studi pembumian sistem kelistrikan gedung pendidikan. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 6(2), 89–97.
- Zainal, M. I., Pongky, P., & Yoga. (2021). Analisis kelayakan instalasi listrik pada gedung PT. Honda Semoga Jaya Prima. *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan*, 7(1). <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi>
- Zulfahri. (2015). Analisis intensitas penerangan dan penggunaan energi listrik di laboratorium komputer Sekolah Dasar Negeri 150 Pekanbaru. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 13(1), 1–8.
- Zulkarnaen, D., & Putra, A. (2019). Evaluasi keandalan sistem distribusi listrik sekolah menengah kejuruan di Bandung. *Jurnal Teknik Tenaga Listrik*, 8(3), 55–62.