



Studi Instalasi Listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara

*Qomaruddin¹, Arbain², Aidil Akbar Saddam Indarmawan³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Samarinda

E-Mail: marqomar09@gmail.com¹; arbain4_polnes@yahoo.com²;
aidilakbarsaddam@gmail.com³

Abstract

Electrical installations in school buildings play a vital role in ensuring safety, comfort, and effective learning environments and therefore must comply with the General Requirements for Electrical Installations (PUIL). This study aims to analyze the electrical installation condition of SDN 002 Bontang Utara through the evaluation of lighting systems, power requirements, conductors, protection systems, and air conditioning based on PUIL 2011 standards and DIALux simulation. The study employed a field research method with a quantitative descriptive approach through observation, technical measurements, documentation, and lighting simulation analysis. The findings indicate that the school's electrical installation still exhibits several discrepancies with actual technical requirements, particularly regarding the number and capacity of lamps, air conditioner capacity, and electrical power demand. DIALux simulation revealed that several rooms have not yet met the required lighting standards, while power analysis demonstrated that the actual demand of 25,794 VA exceeds the installed capacity of 22,188.8 VA, thereby necessitating adjustments to the protection and conductor systems to enhance installation safety and efficiency. The study concludes that the electrical installation of SDN 002 Bontang Utara requires improvements in lighting, cooling systems, power capacity, and electrical protection. The novelty of this research lies in its integrated evaluation of elementary school electrical installations through field analysis, PUIL 2011 technical calculations, and DIALux simulations across rooms with diverse functions, thereby producing more comprehensive and applicable recommendations.

Keywords: *Electrical Installation; Lighting; Protection; School.*

Abstrak

Instalasi listrik pada bangunan sekolah memiliki peranan penting dalam mendukung keamanan, kenyamanan, dan efektivitas pembelajaran sehingga harus memenuhi standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi instalasi listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara melalui evaluasi sistem penerangan, kebutuhan daya, penghantar, proteksi, dan pendingin ruangan berdasarkan PUIL 2011 serta simulasi DIALux. Metode yang digunakan adalah studi lapangan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi, pengukuran teknis, dokumentasi, dan analisis simulasi penerangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instalasi listrik sekolah masih memiliki beberapa ketidaksesuaian terhadap kebutuhan teknis aktual, terutama pada jumlah dan kapasitas lampu, kapasitas Air Conditioner, serta kebutuhan daya listrik.

Simulasi DIALux memperlihatkan bahwa sejumlah ruang belum memenuhi standar pencahayaan, sedangkan analisis daya menunjukkan kebutuhan aktual sebesar 25.794 VA lebih tinggi dibanding daya terpasang sebesar 22.188,8 VA sehingga diperlukan penyesuaian sistem proteksi dan penghantar agar keamanan serta efisiensi instalasi dapat ditingkatkan. Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa instalasi listrik SDN 002 Bontang Utara masih memerlukan perbaikan pada aspek pencahayaan, pendinginan, kapasitas daya, dan sistem proteksi. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi instalasi listrik sekolah dasar yang dilakukan secara terpadu melalui analisis lapangan, perhitungan teknis PUIL 2011, dan simulasi DIALux pada berbagai ruang dengan fungsi berbeda sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih komprehensif dan aplikatif.

Kata-kata Kunci: Instalasi; Penerangan; Proteksi; Sekolah.

PENDAHULUAN

Energi listrik telah menjadi kebutuhan utama pada hampir seluruh aktivitas masyarakat modern karena berbagai kegiatan pendidikan, pelayanan publik, administrasi, dan komunikasi sangat bergantung pada keberadaan sistem kelistrikan yang aman serta andal. Lingkungan sekolah sebagai sarana pendidikan dasar juga membutuhkan instalasi listrik yang mampu mendukung kegiatan belajar mengajar secara optimal, terutama untuk sistem penerangan, pengoperasian perangkat elektronik, pendingin ruangan, dan fasilitas penunjang lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Feriansah et al. menjelaskan bahwa instalasi listrik gedung pendidikan harus dirancang sesuai standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik agar mampu menjamin keamanan pengguna, mengurangi risiko kebakaran, serta meningkatkan efisiensi distribusi tenaga listrik sehingga kualitas pelayanan pendidikan dapat berlangsung secara optimal dan berkelanjutan melalui simulasi instalasi berbasis standar nasional Indonesia pada bangunan sekolah.¹ Keberadaan instalasi listrik yang tidak sesuai standar dapat menimbulkan berbagai gangguan seperti korsleting, kerusakan peralatan, pemborosan energi, hingga kecelakaan akibat sengatan listrik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem instalasi listrik pada gedung sekolah harus direncanakan, diperiksa, dan dievaluasi secara berkala sesuai ketentuan teknis yang berlaku. Studi mengenai instalasi listrik pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara menjadi penting karena bangunan sekolah memerlukan sistem distribusi tenaga listrik yang aman, efisien, dan mampu mendukung aktivitas pendidikan secara berkesinambungan.

Peningkatan penggunaan perangkat elektronik pada lingkungan pendidikan menyebabkan kebutuhan energi listrik di sekolah terus mengalami pertumbuhan dari waktu

¹ Arif Feriansah et al., "Perencanaan Instalasi Listrik Ruang Guru Gedung Sekolah berbasis Simulasi," *Jurnal Cahaya Bagaskara* 6, no. 2 (2021): 1–8, https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/article/view/1023.

ke waktu. Sistem penerangan ruang kelas, penggunaan komputer, proyektor, pendingin ruangan, dan berbagai fasilitas pembelajaran digital membutuhkan instalasi listrik yang memiliki kapasitas memadai serta proteksi yang sesuai standar keselamatan. Penelitian Dongka dan Nadifa menerangkan bahwa perancangan instalasi listrik pada bangunan pendidikan harus memperhatikan kebutuhan daya, pemilihan kabel, sistem proteksi, serta pembumian sesuai standar PUIL agar sistem distribusi tenaga listrik mampu bekerja secara aman, stabil, dan efisien tanpa menimbulkan gangguan pada aktivitas pembelajaran maupun kerusakan komponen instalasi listrik di masa mendatang.² Ketidaksihesuaian kapasitas penghantar dan pengaman listrik sering menyebabkan terjadinya beban berlebih yang dapat memperpendek umur instalasi listrik suatu bangunan. Permasalahan tersebut sering ditemukan pada bangunan sekolah yang mengalami penambahan beban listrik tanpa disertai evaluasi instalasi secara menyeluruh. Situasi itu menunjukkan bahwa penelitian mengenai kelayakan instalasi listrik pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara sangat relevan untuk mengetahui kesesuaian sistem instalasi dengan kebutuhan operasional sekolah.

Aspek keselamatan instalasi listrik menjadi perhatian utama karena banyak kasus kebakaran bangunan dipicu oleh kerusakan sistem kelistrikan dan penggunaan instalasi yang tidak memenuhi standar teknis. Instalasi listrik yang telah digunakan bertahun-tahun tanpa pemeriksaan berkala berpotensi mengalami penurunan kualitas isolasi, kerusakan penghantar, serta ketidaksihesuaian kapasitas pengaman terhadap beban yang digunakan. Penelitian Febrian, Nisworo, dan Pravitasari menjelaskan bahwa evaluasi instalasi listrik pada gedung sekolah perlu dilakukan berdasarkan standar PUIL untuk memastikan keamanan sistem distribusi tenaga listrik, kelayakan penghantar, kestabilan tegangan, serta perlindungan terhadap risiko hubung singkat yang dapat membahayakan pengguna gedung dan mengganggu proses pembelajaran di lingkungan pendidikan.³ Kelayakan instalasi listrik tidak hanya ditentukan oleh kemampuan sistem menyalurkan energi listrik, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor keselamatan pengguna dan efisiensi energi bangunan. Pemeriksaan terhadap sistem proteksi, panel distribusi, penghantar, dan pembumian menjadi bagian penting dalam menentukan kualitas instalasi listrik suatu gedung sekolah. Oleh sebab itu,

² Rahmat Dongka dan Ulfatun Nadifa, "Perancangan dan Implementasi Instalasi Listrik pada Bangunan Sederhana sesuai Standar Puil," *Journal of Power Electric and Renewable Energy* 2, no. 2 (2024): 21–26, <https://jurnal.stitek.ac.id/index.php/JPER/id/article/view/123>.

³ Muhamad Risqi Febrian, Sapto Nisworo, dan Deria Pravitasari, "Evaluasi Elektrikal Gedung Sekolah (Studi Kasus SMPN 5 Magelang)," *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 2, no. 3 (2023): 989–1003, <https://al-haramjournal.id/index.php/JIM/article/view/1309>.

evaluasi instalasi listrik pada Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dan keandalan sistem kelistrikan yang digunakan.

Sistem penerangan merupakan bagian penting pada instalasi listrik gedung sekolah karena pencahayaan yang baik dapat meningkatkan kenyamanan belajar dan konsentrasi siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Intensitas pencahayaan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kelelahan mata dan menurunkan efektivitas kegiatan belajar mengajar di ruang kelas. Penelitian yang dilakukan oleh Fawwazimtiyaz dan Utomo menyatakan bahwa standar pencahayaan pada bangunan sekolah harus memenuhi ketentuan SNI dan PUIL agar sistem penerangan mampu menciptakan lingkungan belajar yang nyaman, aman, hemat energi, serta mendukung aktivitas pendidikan secara efektif melalui pengaturan tingkat iluminasi yang sesuai kebutuhan setiap ruangan sekolah.⁴ Penggunaan lampu dengan kapasitas yang tidak sesuai sering menyebabkan pemborosan energi listrik dan kualitas pencahayaan yang tidak optimal pada ruang belajar. Perencanaan jumlah lampu, jenis armatur, dan distribusi cahaya perlu disesuaikan dengan luas ruangan serta fungsi ruang yang digunakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa analisis penerangan menggunakan pendekatan teknis dan simulasi perangkat lunak menjadi langkah penting pada penelitian instalasi listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara.

Pemanfaatan perangkat lunak simulasi pada perencanaan sistem penerangan menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi desain instalasi listrik bangunan pendidikan. Penggunaan software DIALux memungkinkan perancang melakukan simulasi distribusi cahaya sehingga tingkat pencahayaan setiap ruangan dapat dihitung sesuai standar kebutuhan penerangan. Penelitian Parorrongan et al. menjelaskan bahwa perencanaan sistem kelistrikan gedung pendidikan memerlukan pendekatan analitis dan simulasi teknis agar pemilihan penghantar, sistem proteksi, distribusi panel, dan pencahayaan dapat dirancang secara optimal sesuai standar PUIL dan kebutuhan operasional bangunan modern.⁵ Simulasi penerangan juga membantu menentukan posisi lampu yang tepat sehingga pencahayaan lebih merata dan hemat energi. Keakuratan desain pencahayaan sangat penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang nyaman bagi siswa dan tenaga pendidik. Berdasarkan

⁴ M. Rayhan Fawwazimtiyaz dan Sukarno Budi Utomo, "Analisis Kelayakan Instalasi Listrik Bangunan Sekolah SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang," *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan* 4, no. 2 (2025): 12555–12560, <https://jerk.in.org/index.php/jerk.in/article/view/3778>.

⁵ Irto Parorrongan et al., "Perencanaan Sistem Kelistrikan Gedung C Universitas Kristen Indonesia," *Paulus Chem Engineering Journal* 4, no. 1 (2025): 1–5, <https://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcj/article/view/1236>.

kondisi tersebut, penggunaan software DIALux pada penelitian ini menjadi langkah strategis untuk menghasilkan desain penerangan yang aman, efektif, dan efisien.

Instalasi listrik yang baik harus dilengkapi dengan sistem pengamanan yang mampu melindungi penghantar dan peralatan listrik dari gangguan arus lebih maupun hubungan singkat. Penggunaan pengamanan seperti Miniature Circuit Breaker harus disesuaikan dengan kapasitas beban agar sistem distribusi tenaga listrik tetap aman saat terjadi gangguan pada jaringan listrik. Penelitian Albahar, Azis, dan Hartanto menjelaskan bahwa sistem proteksi instalasi listrik gedung harus dirancang berdasarkan standar PUIL dan SNI melalui perhitungan kebutuhan daya, pemilihan kapasitas MCB, sistem grounding, serta pembagian beban yang merata agar instalasi mampu bekerja secara aman dan stabil tanpa menimbulkan risiko kerusakan peralatan maupun kebakaran bangunan.⁶ Ketidaksihesuaian pemilihan pengamanan dapat menyebabkan penghantar mengalami panas berlebih yang berpotensi merusak instalasi listrik. Pemeriksaan terhadap kapasitas pengamanan dan kemampuan hantar arus penghantar menjadi bagian penting pada evaluasi instalasi listrik bangunan sekolah. Oleh karena itu, penelitian ini juga memfokuskan kajian pada kesesuaian sistem proteksi dan penghantar listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara.

Keandalan sistem pembumian atau grounding memiliki peranan penting dalam menjaga keselamatan pengguna bangunan dari bahaya tegangan sentuh akibat kebocoran arus listrik. Sistem grounding yang baik mampu mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga risiko sengatan listrik dapat diminimalkan secara efektif. Penelitian Andreansyah, Shalahuddin, dan Widhining menjelaskan bahwa sistem grounding pada bangunan pendidikan harus memenuhi standar impedansi sesuai PUIL agar sistem instalasi listrik mampu memberikan perlindungan optimal terhadap pengguna bangunan dan peralatan listrik dari bahaya arus bocor maupun gangguan kelistrikan lainnya yang dapat mengancam keselamatan operasional gedung.⁷ Banyak bangunan pendidikan masih menggunakan sistem pembumian yang tidak sesuai standar sehingga menimbulkan risiko keselamatan yang tinggi. Pemeriksaan terhadap sistem grounding menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa instalasi listrik gedung sekolah berada pada kondisi layak operasi. Berdasarkan hal

⁶ Abdul Kodir Albahar, Abdul Azis, dan Sri Hartanto, "Analisis Instalasi Listrik Gedung untuk Lantai Lobby PT. Bimoli," *Jurnal Elektro* 13, no. 2 (2025): 87–93, <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/666>.

⁷ Chrisna Andreansyah, Yanu Shalahuddin, dan Diah Arie Widhining, "Studi Kelayakan Sistem Grounding Instalasi Listrik pada Gedung Ulil Albab Uniska Kediri," *Journal Zetroem* 5, no. 1 (2023): 55–61, <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/Zetroem/article/view/2629>.

tersebut, penelitian pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara juga diarahkan untuk mengevaluasi kualitas sistem pembumian yang digunakan.

Kajian mengenai evaluasi instalasi listrik telah dilakukan pada berbagai jenis bangunan, namun penelitian yang secara khusus membahas instalasi listrik gedung sekolah dasar dengan pendekatan simulasi penerangan masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada gedung perkantoran, rumah sakit, atau bangunan umum lainnya sehingga karakteristik kebutuhan listrik bangunan sekolah belum banyak dikaji secara mendalam. Penelitian Dongka, Fitriani, dan Hidayat menjelaskan bahwa evaluasi instalasi listrik gedung harus memperhatikan kondisi pembumian, distribusi daya, kapasitas penghantar, dan sistem proteksi sesuai PUIL 2011 agar sistem instalasi mampu memenuhi standar keamanan serta mendukung keberlanjutan operasional bangunan secara optimal melalui pemeliharaan dan evaluasi berkala terhadap seluruh komponen instalasi listrik.⁸ Perbedaan penelitian ini terletak pada fokus kajian terhadap gedung sekolah dasar dengan analisis penerangan menggunakan software DIALux dan evaluasi instalasi berdasarkan kondisi aktual bangunan sekolah. Pendekatan tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kualitas sistem instalasi listrik pada bangunan pendidikan dasar. Penelitian ini juga menjadi penting sebagai dasar rekomendasi perbaikan instalasi listrik yang sesuai standar keselamatan dan efisiensi energi.

Kelayakan instalasi listrik pada bangunan pendidikan perlu diperhatikan karena sekolah merupakan fasilitas publik yang digunakan setiap hari oleh siswa, guru, dan tenaga kependidikan dalam jumlah besar. Gangguan instalasi listrik tidak hanya berdampak pada kerusakan fasilitas bangunan, tetapi juga dapat mengganggu keselamatan dan kenyamanan proses belajar mengajar. Penelitian Fatin menjelaskan bahwa evaluasi sistem instalasi listrik sekolah harus dilakukan melalui pemeriksaan penghantar, panel distribusi, penerangan, resistansi isolasi, dan sistem grounding sesuai standar PUIL 2011 agar seluruh komponen instalasi mampu mendukung kegiatan pendidikan secara aman, efisien, dan berkelanjutan tanpa menimbulkan risiko gangguan teknis maupun kecelakaan listrik pada lingkungan sekolah.⁹ Hasil evaluasi instalasi listrik dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pemeliharaan dan pengembangan infrastruktur kelistrikan sekolah.

⁸ Rahmat Hidayat Dongka, Fitriani, dan M. Akmal Hidayat, "Evaluasi Instalasi Listrik Gedung Perkantoran dengan Metode Standarisasi Puil 2011," *Dewantara Journal of Technology* 3, no. 2 (2022): 22–30, <https://jurnal.atidewantara.ac.id/index.php/djtech/article/view/191>.

⁹ Nurul Fatin, "Analisis Sistem dan Kelayakan Instalasi Listrik Sekolah SMKN 1 Narmada," *Research Journal of Engineering and Technology* 1, no. 1 (2025): 1–9, <https://ejournal.globalcendekia.or.id/index.php/resjet/article/view/63>.

Pemeriksaan berkala juga dapat membantu mengurangi risiko kerusakan peralatan akibat ketidakstabilan sistem distribusi tenaga listrik. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai studi instalasi listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara memiliki nilai penting untuk meningkatkan kualitas sarana pendidikan yang aman dan sesuai standar.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem instalasi listrik pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara berdasarkan standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan ketentuan teknis penerangan bangunan pendidikan. Kajian penelitian meliputi analisis kebutuhan daya listrik, evaluasi penghantar, sistem pengamanan, sistem pembumian, serta simulasi penerangan menggunakan software DIALux. Rumusan masalah penelitian ini meliputi tiga pertanyaan, yaitu: Bagaimanakah kondisi sistem instalasi listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara berdasarkan standar PUIL? Bagaimanakah tingkat kelayakan sistem penerangan pada setiap ruangan berdasarkan hasil simulasi DIALux? Bagaimanakah kesesuaian sistem proteksi dan penghantar listrik terhadap kebutuhan beban gedung sekolah? Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kualitas instalasi listrik sekolah agar lebih aman, efisien, dan mendukung proses pembelajaran, sekaligus menjadi referensi bagi pengembangan instalasi listrik pada bangunan pendidikan dasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi lapangan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yang dipadukan dengan analisis teknis instalasi listrik berdasarkan standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011. Pendekatan penelitian dipilih karena mampu memberikan gambaran faktual mengenai kondisi instalasi listrik melalui pengumpulan data lapangan, pengukuran teknis, serta perhitungan yang sistematis sesuai kebutuhan penelitian. Kajian Marinu Waruwu menjelaskan bahwa pendekatan kuantitatif dan deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran objektif mengenai suatu fenomena melalui proses pengumpulan data terukur, analisis sistematis, dan interpretasi berdasarkan fakta empiris sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan digunakan untuk menjawab masalah penelitian secara logis dan terarah.¹⁰ Penelitian dilaksanakan pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara dengan fokus kajian pada sistem penerangan, kebutuhan daya listrik, penghantar, sistem pengamanan, serta sistem

¹⁰ Marinu Waruwu, "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)," *Jurnal Pendidikan Tambusai* 7, no. 1 (2023): 2896–2910, <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/6187>.

pembumian. Tujuan penggunaan metode ini adalah mengevaluasi tingkat keamanan, keandalan, dan efisiensi instalasi listrik yang telah terpasang pada bangunan sekolah. Pendekatan lapangan dipandang relevan karena memungkinkan pengamatan langsung terhadap kondisi aktual instalasi listrik yang digunakan pada lokasi penelitian.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, pengukuran teknis, dokumentasi, dan pencatatan spesifikasi instalasi listrik pada setiap ruangan gedung sekolah. Observasi digunakan untuk memperoleh data mengenai jumlah titik lampu, jenis penghantar, kapasitas pengaman, distribusi beban, serta kondisi panel dan sistem instalasi yang telah terpasang. Kajian mengenai teknik pengumpulan data yang ditulis oleh Yasin, Garancang, dan Hamzah menegaskan bahwa observasi, dokumentasi, dan pencatatan data merupakan teknik penting pada penelitian ilmiah karena mampu menghasilkan data yang akurat, terukur, dan sesuai dengan kondisi nyata objek penelitian sehingga mendukung kualitas analisis dan validitas hasil penelitian.¹¹ Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap kondisi instalasi listrik gedung sekolah, sedangkan data sekunder diperoleh melalui dokumen teknis, gambar instalasi, standar PUIL 2011, dan literatur pendukung terkait instalasi listrik bangunan pendidikan. Seluruh data yang diperoleh kemudian disusun dan diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan analisis penelitian. Proses tersebut dilakukan agar data yang digunakan memiliki tingkat kejelasan dan ketelitian yang memadai.

Tahap analisis dilakukan melalui perhitungan teknis terhadap sistem instalasi listrik yang terdapat pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara. Analisis meliputi perhitungan intensitas penerangan, kebutuhan jumlah lampu, kapasitas Air Conditioner (AC), kapasitas pengaman, serta kemampuan hantar arus penghantar kabel sesuai standar PUIL 2011. Kajian Maulida et al. menegaskan bahwa metode penelitian ilmiah harus dilaksanakan secara sistematis, logis, dan terukur agar proses analisis menghasilkan temuan yang valid serta mampu menjelaskan kondisi objek penelitian secara objektif berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan maupun sumber ilmiah pendukung.¹² Analisis penerangan dilakukan menggunakan software DIALux untuk mensimulasikan tingkat pencahayaan pada setiap ruangan sehingga diperoleh kesesuaian antara kondisi aktual dan standar penerangan bangunan pendidikan. Hasil perhitungan dan simulasi kemudian dibandingkan dengan instalasi listrik yang telah terpasang guna mengetahui tingkat kelayakan, keamanan, dan

¹¹ Muhammad Yasin, Sabaruddin Garancang, dan Andi Abdul Hamzah, "Metode dan Instrumen Pengumpulan Data (Kualitatif dan Kuantitatif)," *Journal of International Multidisciplinary Research* 2, no. 3 (2024): 161–173, <https://journal.banjaresepacific.com/index.php/jimr/article/view/388>.

¹² Ratna Siti Maulida et al., "Metode Penelitian Ilmiah Berbasis Filsafat Ilmu," *Jurnal Manajemen Pendidikan* 9, no. 3 (2024): 296–304, <https://ejournal.stkip-pessel.ac.id/index.php/jmp/article/view/349>.

efisiensi sistem kelistrikan gedung sekolah. Prosedur tersebut diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi teknis yang akurat bagi pengembangan dan perbaikan instalasi listrik pada bangunan pendidikan dasar.

Keabsahan data dijaga melalui pengecekan kesesuaian antara hasil observasi lapangan, data teknis bangunan, dan hasil perhitungan instalasi listrik sesuai standar yang berlaku. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil analisis terhadap ketentuan PUIL 2011 dan literatur teknis terkait instalasi listrik gedung agar kesimpulan penelitian memiliki dasar ilmiah yang kuat. Kajian Mujahid et al. menjelaskan bahwa validitas data dan ketepatan prosedur analisis merupakan faktor penting yang menentukan kualitas temuan penelitian sehingga proses verifikasi dan pemeriksaan ulang perlu dilakukan secara sistematis untuk menjamin keandalan hasil penelitian ilmiah.¹³ Tahap akhir penelitian berupa penyusunan interpretasi hasil analisis dan rekomendasi teknis berdasarkan kondisi instalasi listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara. Hasil penelitian selanjutnya digunakan untuk menilai kesesuaian instalasi listrik terhadap aspek keamanan, keandalan, dan efisiensi energi bangunan sekolah. Metode penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan temuan yang objektif serta dapat menjadi referensi pengembangan instalasi listrik pada bangunan pendidikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Objek penelitian ini adalah Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara yang terdiri atas tiga bangunan utama dengan karakteristik fungsi ruang yang berbeda-beda sesuai kebutuhan kegiatan pendidikan dan administrasi sekolah. Gedung pertama digunakan untuk kelas 1 dan 3 yang memiliki empat ruangan berupa tiga ruang kelas dan satu perpustakaan, sedangkan gedung kedua digunakan untuk kelas 2, 4, 5, dan 6 yang terdiri atas sembilan ruangan meliputi delapan ruang kelas dan satu ruang pendidikan agama Kristen. Gedung ketiga merupakan gedung ruang guru yang terdiri atas ruang guru wanita, ruang administrasi, ruang kepala sekolah, dan ruang guru pria yang mendukung aktivitas manajerial sekolah. Keseluruhan bangunan menggunakan instalasi listrik untuk memenuhi kebutuhan penerangan, pendingin ruangan, kotak kontak, serta sistem pengendalian melalui sakelar seri. Peralatan listrik yang digunakan pada bangunan sekolah meliputi lampu Light Emitting

¹³ Tamimi Mujahid et al., "Urgensi Metode Penelitian dalam Menjamin Keabsahan Data dan Temuan Ilmiah," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 10, no. 4 (2025): 283–294, <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/38984>.

Diode (LED), lampu Tube Lamp (TL), Air Conditioner (AC), sakelar, dan instalasi penghantar kabel dengan sistem distribusi tertentu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem instalasi listrik sekolah memiliki peranan penting untuk menunjang keberlangsungan proses belajar mengajar dan aktivitas administrasi secara aman serta efisien.

Analisis instalasi listrik diawali melalui perhitungan kebutuhan penerangan pada seluruh ruangan sekolah berdasarkan ukuran ruangan, standar intensitas penerangan, serta efisiensi sistem pencahayaan. Jumlah keseluruhan ruang yang dianalisis pada penelitian ini sebanyak 28 ruangan yang tersebar pada tiga gedung utama dengan fungsi dan kebutuhan pencahayaan yang berbeda. Standar penerangan yang digunakan mengacu pada klasifikasi bangunan pendidikan sehingga ruang kelas memerlukan intensitas penerangan sebesar 350 lux, perpustakaan sebesar 350 lux, tangga 100 lux, koridor 40 lux, dan toilet sebesar 200 lux. Perhitungan dilakukan menggunakan parameter panjang ruangan, lebar ruangan, tinggi bangunan, warna dinding, warna langit-langit, serta tinggi bidang kerja sebesar 0,8 meter. Hasil perhitungan selanjutnya digunakan untuk menentukan tinggi sumber cahaya, indeks ruangan, efisiensi penerangan, flux cahaya, serta jumlah lampu yang dibutuhkan pada masing-masing ruangan. Tahapan tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa sistem penerangan yang dipasang mampu memenuhi kebutuhan visual pengguna ruangan sekaligus tetap mempertimbangkan efisiensi energi.

Perhitungan pada ruang kelas Gedung Kelas 1 dan 3 digunakan sebagai contoh analisis kebutuhan penerangan karena memiliki ukuran ruang dan aktivitas pembelajaran yang representatif. Ruang kelas memiliki panjang 7,5 meter, lebar 7 meter, tinggi ruangan 3,1 meter, luas 52,5 meter persegi, serta kebutuhan intensitas penerangan sebesar 350 lux dengan warna langit-langit 0,7 dan warna dinding 0,5. Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja dihitung menggunakan rumus:

$$h = t - tb$$

$$h = 3,1 - 0,8 = 2,3 \text{ m}$$

Indeks ruangan dihitung menggunakan rumus:

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

$$k = \frac{7,5 \times 7}{2,3(7,5 + 7)}$$

$$k = \frac{52,5}{33,35}$$

$$k = 1,57$$

Nilai indeks ruangan sebesar 1,57 menunjukkan bahwa efisiensi penerangan tidak tersedia secara langsung pada tabel sehingga diperlukan interpolasi untuk memperoleh nilai efisiensi yang sesuai. Hasil interpolasi antara $k = 1,5$ dan $k = 2$ menghasilkan efisiensi penerangan sebesar 0,57 sehingga dapat digunakan pada tahap perhitungan berikutnya.

Flux cahaya total pada ruang kelas dihitung dengan memperhatikan faktor depresiasi sebesar 0,8 untuk masa pemeliharaan dua tahun dengan tingkat pengotoran ringan. Perhitungan flux cahaya menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\Phi_0 &= \frac{E \times A}{\eta \times d} \\ \Phi_0 &= \frac{350 \times 52,5}{0,57 \times 0,8} \\ \Phi_0 &= 40479,18 \text{ lumen}\end{aligned}$$

Jumlah lampu ditentukan menggunakan lampu TL 26 watt dengan flux cahaya sebesar 3600 lumen melalui rumus:

$$\begin{aligned}n &= \frac{\Phi_0}{\Phi_{lampu}} \\ n &= \frac{40479,18}{3600} \\ n &= 5,6\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan penerangan ruang kelas sebesar 5,6 dibulatkan menjadi enam armatur lampu TL 26 watt. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa ruang kelas membutuhkan enam titik armatur agar intensitas penerangan memenuhi standar ruang pendidikan. Perhitungan serupa dilakukan terhadap seluruh ruangan pada ketiga bangunan sekolah untuk memperoleh kebutuhan pencahayaan yang sesuai dengan karakteristik masing-masing ruang.

Hasil perhitungan jumlah titik lampu pada Gedung Kelas 1 dan 3 menunjukkan adanya variasi kebutuhan penerangan berdasarkan fungsi dan luas ruangan. Ruang Kelas IA dan IIIA, IB dan IIIB, serta IC dan IIIC masing-masing membutuhkan enam armatur TL 26 watt dengan flux cahaya 40.479 lumen dan efisiensi 0,57. Perpustakaan memiliki luas 34 meter persegi dengan nilai indeks 1,25 dan efisiensi 0,53 sehingga membutuhkan empat armatur dengan flux cahaya sebesar 28.233 lumen. Koridor dengan luas 57,44 meter persegi memerlukan tiga lampu LED 25 watt karena hanya membutuhkan intensitas 40 lux dengan flux cahaya sebesar 6.611 lumen. Toilet berukuran 4 meter persegi membutuhkan satu lampu LED 25 watt dengan flux cahaya sebesar 3.085 lumen dan efisiensi 0,32. Hasil lengkap

perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 4 yang memperlihatkan hubungan antara luas ruang, intensitas penerangan, efisiensi, dan jumlah lampu.

Gedung Kelas 2, 4, 5, dan 6 memperlihatkan kebutuhan penerangan yang relatif lebih besar karena memiliki jumlah ruang dan luas bangunan yang lebih tinggi dibandingkan gedung lainnya. Ruang kelas IVA dan IIB, IVB dan IIA, VA dan 2C, serta VB masing-masing memiliki luas 56 meter persegi dengan kebutuhan enam armatur TL 26 watt dan flux cahaya sebesar 44.428 lumen. Koridor lantai satu dan lantai dua membutuhkan empat lampu LED 25 watt dengan flux cahaya 10.093 lumen karena tingkat pencahayaan yang dipersyaratkan hanya sebesar 40 lux. Ruang agama Kristen dengan luas 12 meter persegi memerlukan dua armatur TL 26 watt dengan flux cahaya 14.718 lumen dan efisiensi 0,36. Tangga membutuhkan dua lampu LED 25 watt dengan flux cahaya sebesar 5.729 lumen, sedangkan ruang UKS membutuhkan empat lampu LED 25 watt dengan flux cahaya sebesar 9.898 lumen. Temuan tersebut menunjukkan bahwa luas ruangan dan fungsi aktivitas menjadi faktor utama yang menentukan kebutuhan sistem pencahayaan.

Perbandingan antara kondisi instalasi penerangan di lapangan dan hasil perhitungan menunjukkan adanya beberapa ketidaksesuaian jumlah serta jenis lampu yang digunakan pada bangunan sekolah. Gedung Kelas 1 dan 3 memperlihatkan bahwa ruang kelas IA dan IIIA, IB dan IIIB, serta IC dan IIIC pada kondisi lapangan hanya menggunakan empat lampu LED 19 watt, sedangkan hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan enam armatur dengan konfigurasi dua lampu TL 26 watt pada setiap armatur. Perpustakaan telah memiliki jumlah lampu yang sesuai yaitu empat armatur, namun spesifikasi lampu masih berbeda karena lapangan menggunakan LED 19 watt sementara hasil perhitungan merekomendasikan TL 26 watt. Koridor pada kondisi lapangan menggunakan dua lampu LED 19 watt sedangkan hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan tiga lampu LED 25 watt agar tingkat penerangan lebih merata. Toilet menunjukkan kesesuaian jumlah titik lampu yaitu satu lampu, tetapi kapasitas lampu pada hasil perhitungan direkomendasikan menggunakan LED 25 watt. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa sebagian ruangan masih memiliki potensi kekurangan tingkat pencahayaan yang dapat memengaruhi kenyamanan visual pengguna.

Gedung Kelas 2, 4, 5, dan 6 menunjukkan hasil perbandingan yang lebih beragam antara data lapangan dan hasil analisis teknis. Ruang kelas IVA dan IIB, IVB dan IIA, VA dan 2C, serta VB memiliki jumlah armatur yang sama antara kondisi lapangan dan hasil perhitungan yaitu enam armatur, namun lampu yang terpasang di lapangan masih menggunakan dua lampu TL 18 watt sedangkan hasil perhitungan merekomendasikan dua lampu TL 26 watt. Koridor pada lantai satu dan lantai dua memiliki lima lampu LED 19 watt

pada kondisi lapangan, sedangkan hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan hanya empat lampu LED 25 watt sehingga terdapat kelebihan titik lampu namun dengan kapasitas lebih kecil. Tangga pada kondisi lapangan hanya menggunakan satu lampu LED 19 watt, padahal hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan dua lampu LED 25 watt agar standar pencahayaan 100 lux dapat tercapai. Ruang agama Kristen juga memperlihatkan perbedaan karena lapangan hanya memiliki satu lampu LED 19 watt, sedangkan hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan dua armatur TL 26 watt. Ruang UKS menunjukkan kebutuhan empat lampu LED 25 watt, sementara kondisi lapangan baru menggunakan dua lampu LED 19 watt sehingga intensitas penerangan berpotensi belum memenuhi standar ruang pelayanan kesehatan sekolah.

Gedung ruang guru juga memperlihatkan perbedaan signifikan antara kondisi lapangan dan hasil analisis kebutuhan pencahayaan. Ruang Guru Wanita pada kondisi lapangan menggunakan empat lampu LED 19 watt, sedangkan hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan enam armatur dengan dua lampu TL 26 watt pada setiap armatur untuk mencapai intensitas 300 lux. Ruang Kepala Sekolah dan Ruang Tamu Kepala Sekolah memiliki jumlah lampu yang sama antara kondisi lapangan dan hasil perhitungan yaitu satu titik lampu, meskipun jenis dan kapasitas lampunya berbeda. Ruang Admin pada kondisi lapangan hanya menggunakan satu lampu LED 19 watt, sedangkan hasil analisis menunjukkan kebutuhan dua armatur TL 26 watt untuk mendukung aktivitas administrasi yang memerlukan penerangan memadai. Dapur Guru memerlukan dua lampu LED 25 watt tetapi di lapangan hanya tersedia satu lampu LED 19 watt, sedangkan toilet dan teras menunjukkan kesesuaian jumlah titik lampu meskipun masih berbeda pada kapasitas lampu yang direkomendasikan. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa kebutuhan penerangan pada ruang administrasi dan ruang guru masih perlu ditingkatkan agar mendukung aktivitas kerja secara optimal.

Analisis berikutnya dilakukan untuk menentukan kebutuhan kapasitas Air Conditioner (AC) pada ruangan yang memerlukan pengkondisian udara. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus kapasitas BTU berdasarkan luas ruangan dan konversi ke satuan PK agar dapat ditentukan kapasitas pendingin yang sesuai. Rumus yang digunakan adalah:

$$BTU = A \times 500$$

$$PK = \frac{BTU}{9000}$$

Perhitungan pada Ruang Guru Wanita dengan luas 59,28 meter persegi menghasilkan:

$$BTU = 59,28 \times 500$$

$$BTU = 29640$$

$$PK = \frac{29640}{9000}$$

$$PK = 3,29$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa Ruang Guru Wanita membutuhkan kapasitas pendingin sebesar 3,29 PK atau dibulatkan menjadi 3 PK. Perhitungan serupa dilakukan pada Ruang Kepala Sekolah, Ruang Admin, dan Perpustakaan sehingga diperoleh kebutuhan AC yang berbeda sesuai luas dan fungsi ruangan.

Hasil penentuan kapasitas AC menunjukkan bahwa kebutuhan pendinginan pada sekolah belum seluruhnya sesuai dengan kondisi terpasang di lapangan. Ruang Guru Wanita membutuhkan kapasitas 3 PK berdasarkan hasil perhitungan, sedangkan kondisi lapangan menggunakan dua unit AC masing-masing 1 PK sehingga total hanya 2 PK. Ruang Kepala Sekolah memiliki kebutuhan 0,5 PK, tetapi lapangan menggunakan AC 1 PK sehingga kapasitas pendinginnya lebih besar dari kebutuhan. Ruang Admin menunjukkan kesesuaian antara data lapangan dan hasil perhitungan yaitu sebesar 1 PK sehingga sistem pendingin masih dianggap memadai. Perpustakaan pada kondisi lapangan menggunakan AC 1 PK, sedangkan hasil analisis menunjukkan kebutuhan sebesar 2 PK berdasarkan luas ruangan 33,95 meter persegi dan kapasitas BTU sebesar 16.975. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa beberapa ruangan mengalami kekurangan kapasitas pendingin sehingga dapat memengaruhi kenyamanan termal pengguna.

Perhitungan total beban listrik dilakukan untuk mengetahui kebutuhan daya keseluruhan bangunan sekolah berdasarkan peralatan listrik yang digunakan. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa total daya berdasarkan kondisi lapangan sebesar 17.751 watt atau 22.188,8 VA. Perhitungan teknis berdasarkan kebutuhan aktual menunjukkan total daya sebesar 20.635 watt atau 25.794 VA sehingga lebih besar dibandingkan kapasitas yang terpasang saat ini. Selisih tersebut dipengaruhi oleh penambahan jumlah titik lampu, peningkatan kapasitas penerangan, serta penyesuaian kapasitas AC berdasarkan kebutuhan ruangan. Data tersebut menunjukkan bahwa sistem kelistrikan sekolah perlu dievaluasi kembali agar mampu melayani kebutuhan beban secara aman dan stabil. Perhitungan total beban menjadi dasar penting untuk menentukan kapasitas pengaman dan penghantar yang sesuai.

Penentuan kapasitas pengaman dan penghantar dilakukan menggunakan arus nominal serta kemampuan hantar arus sesuai ketentuan PUIL 2011. Perhitungan dilakukan pada setiap grup beban menggunakan rumus:

$$I_n = \frac{S}{V}$$

untuk sistem satu fasa dan:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3}V}$$

untuk sistem tiga fasa, sedangkan kemampuan hantar arus dihitung menggunakan:

$$KHA = 125\% \times I_n$$

Contoh perhitungan pada beban 104 watt menghasilkan daya semu 130 VA dengan arus nominal:

$$I_n = \frac{130}{220} = 0,59A$$

dan:

$$KHA = 0,59 \times 125\% = 0,74A$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaman yang digunakan adalah MCB satu fasa 2 ampere dengan penghantar NYA 2,5 mm². Prosedur serupa diterapkan pada seluruh grup beban sehingga diperoleh rekomendasi pengaman dan penghantar untuk setiap gedung sekolah.

Hasil penentuan pengaman dan penghantar memperlihatkan bahwa seluruh grup beban pada gedung sekolah umumnya menggunakan kabel NYA 2,5 mm² dengan variasi MCB antara 2 ampere hingga 16 ampere sesuai kebutuhan arus masing-masing grup. Gedung Ruang Guru memiliki total pengaman sirkit cabang tiga fasa sebesar 16 ampere dengan arus nominal 13,41 ampere dan KHA 16,76 ampere. Gedung Kelas 1 dan 3 menggunakan pengaman sirkit cabang tiga fasa sebesar 10 ampere dengan arus nominal 9,44 ampere dan KHA 11,80 ampere. Gedung Kelas 2, 4, 5, dan 6 pada lantai satu serta lantai dua juga menggunakan MCB tiga fasa 10 ampere dengan arus nominal masing-masing 8,12 ampere dan 8,46 ampere. Pengaman utama hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan MCCB tiga fasa 75 ampere dengan penghantar NYA 35 mm² untuk melayani total arus sebesar 65,44 ampere dan KHA 81,80 ampere. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pengaman utama hasil analisis jauh lebih besar dibandingkan kondisi lapangan sehingga diperlukan penyesuaian untuk meningkatkan keamanan sistem instalasi listrik sekolah.

Pembahasan

Sistem instalasi listrik pada Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara menunjukkan bahwa keberadaan energi listrik menjadi unsur vital yang mendukung seluruh aktivitas pendidikan dan administrasi sekolah. Tiga bangunan utama yang memiliki fungsi berbeda menuntut penyediaan sistem kelistrikan yang disesuaikan dengan karakteristik ruang agar pelayanan listrik berlangsung aman, stabil, dan efisien. Prok, Tumaliang, dan Pakiding menjelaskan bahwa penataan instalasi listrik pada bangunan pendidikan perlu memperhatikan kesesuaian antara fungsi ruang, distribusi beban, dan standar keselamatan instalasi sehingga pentingnya reliabilitas dan efisiensi sistem penerangan serta tenaga.¹⁴ Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa instalasi listrik sekolah tidak hanya berfungsi sebagai penyedia energi, tetapi juga sebagai infrastruktur pendukung mutu lingkungan belajar. Penggunaan lampu LED, lampu TL, AC, sakelar, serta jaringan penghantar kabel menunjukkan adanya kombinasi beban penerangan dan beban tenaga yang memerlukan pengaturan sistem distribusi yang tepat. Kesesuaian antara kebutuhan listrik dan kapasitas instalasi menjadi syarat utama agar aktivitas pembelajaran berlangsung tanpa gangguan teknis maupun risiko keselamatan.

Analisis kebutuhan penerangan yang dilakukan pada 28 ruangan menunjukkan bahwa pencahayaan sekolah harus dirancang berdasarkan standar intensitas penerangan yang berbeda sesuai fungsi ruang. Ruang kelas dan perpustakaan memerlukan tingkat pencahayaan lebih tinggi dibandingkan koridor, tangga, maupun toilet karena aktivitas visual yang terjadi menuntut ketelitian dan kenyamanan belajar. Penelitian Abast et al. menjelaskan bahwa standar lux menjadi dasar utama untuk menentukan jumlah lampu dan kualitas pencahayaan agar aktivitas membaca, menulis, serta pembelajaran berlangsung efektif.¹⁵ Penggunaan parameter ukuran ruangan, tinggi bangunan, warna dinding, warna langit-langit, dan tinggi bidang kerja menunjukkan bahwa penelitian ini menerapkan pendekatan teknis yang sistematis. Pendekatan tersebut memungkinkan perhitungan kebutuhan pencahayaan dilakukan secara objektif dan terukur. Hasil perhitungan yang mempertimbangkan efisiensi penerangan dan faktor depresiasi juga memperlihatkan perhatian terhadap aspek pemeliharaan dan efisiensi energi jangka panjang.

¹⁴ Andersen D. Prok, Hans Tumaliang, dan Marthinus Pakiding, "Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 7, no. 3 (2018): 207–218, <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdankom/article/view/20767>.

¹⁵ Kluivert Abast et al., "Analisis dan Perancangan Instalasi Penerangan Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Manado," *JURNAL EDUNITRO: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro* 3, no. 2 (2023): 127–134, <https://ejournal.unima.ac.id/index.php/edunitro/article/view/6324>.

Perhitungan pada ruang kelas Gedung Kelas 1 dan 3 menghasilkan kebutuhan enam armatur lampu TL 26 watt untuk memenuhi standar pencahayaan 350 lux. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa kebutuhan penerangan tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan kebiasaan pemasangan lampu, tetapi harus melalui analisis teknis terhadap luas ruang dan karakteristik pencahayaan. Kajian Junaidi, Bini, dan Rudito menunjukkan bahwa jumlah titik lampu harus disesuaikan dengan distribusi cahaya dan kebutuhan visual pengguna ruang agar pencahayaan tidak berlebihan maupun kurang.¹⁶ Nilai indeks ruang sebesar 1,57 yang memerlukan interpolasi efisiensi memperlihatkan bahwa proses desain pencahayaan memerlukan ketelitian matematis dan pemahaman karakteristik sistem penerangan. Flux cahaya sebesar 40.479 lumen menunjukkan bahwa ruang kelas membutuhkan suplai cahaya yang cukup tinggi untuk mendukung kegiatan belajar mengajar secara optimal. Temuan ini menguatkan bahwa kualitas pencahayaan sekolah seharusnya dibangun berdasarkan standar teknis, bukan hanya berdasarkan jumlah lampu yang tersedia di lapangan.

Hasil perhitungan pada seluruh ruang Gedung Kelas 1 dan 3 menunjukkan adanya variasi kebutuhan penerangan yang dipengaruhi oleh luas ruangan dan jenis aktivitas yang berlangsung di dalamnya. Ruang kelas membutuhkan enam armatur, perpustakaan empat armatur, koridor tiga lampu LED, dan toilet satu lampu LED sehingga terlihat bahwa fungsi ruang menjadi faktor dominan dalam penentuan kebutuhan pencahayaan. Analisis Dwilesmana dan Cahyono bertingkat menegaskan bahwa perencanaan sistem penerangan harus memperhatikan perbedaan fungsi ruang karena setiap aktivitas memiliki kebutuhan tingkat pencahayaan yang berbeda.¹⁷ Ruang perpustakaan yang memerlukan intensitas tinggi menunjukkan bahwa area belajar mandiri membutuhkan kualitas visual yang sama pentingnya dengan ruang kelas. Koridor dan toilet memiliki kebutuhan pencahayaan lebih rendah karena aktivitas visual yang terjadi bersifat sementara dan tidak memerlukan ketelitian tinggi. Variasi kebutuhan tersebut memperlihatkan bahwa sistem pencahayaan sekolah idealnya dirancang secara spesifik untuk tiap ruang dan bukan menggunakan pendekatan seragam pada seluruh bangunan.

Perbandingan antara kondisi lapangan dan hasil analisis teknis menunjukkan adanya ketidaksesuaian jumlah maupun kapasitas lampu pada sejumlah ruangan sekolah. Ruang

¹⁶ Fachreza Junaidi, Thalib Bini, dan Hatma Rudito, "Studi Tata Letak Komponen Instalasi Penerangan dan Tenaga pada Gedung Teknik Kimia Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang," in *SNTEI: Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika*, vol. Oktober (Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2020), 29–36, <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/sntei/article/view/2208>.

¹⁷ Amalia Dwilesmana dan Bagus Dwi Cahyono, "Analisis Sistem Instalasi Listrik Gedung Bertingkat di PT. Multi Group Holding Company," *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik 2*, no. 2 (2023): 124–138, <https://ejournal.politeknikpratama.ac.id/index.php/JUPRIT/article/view/1768>.

kelas di Gedung Kelas 1 dan 3 masih menggunakan empat lampu LED 19 watt, sedangkan hasil analisis menunjukkan kebutuhan enam armatur TL 26 watt agar standar penerangan tercapai. Penelitian Putri dan Khosyi'in menyatakan bahwa ketidaksesuaian spesifikasi instalasi dengan kebutuhan teknis berpotensi menurunkan tingkat keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi penggunaan energi bangunan.¹⁸ Kondisi perpustakaan yang telah sesuai jumlah lampunya tetapi berbeda spesifikasi menunjukkan bahwa evaluasi instalasi tidak hanya melihat jumlah titik lampu, melainkan juga kapasitas dan kemampuan pencahayaan lampu tersebut. Koridor dan toilet yang memiliki selisih kapasitas lampu menunjukkan adanya potensi distribusi cahaya yang belum optimal. Ketidaksesuaian tersebut mengindikasikan bahwa instalasi eksisting masih memerlukan penyesuaian agar mutu lingkungan visual sekolah dapat meningkat.

Kebutuhan penerangan pada Gedung Kelas 2, 4, 5, dan 6 menunjukkan pola yang relatif lebih besar dibandingkan gedung lainnya karena jumlah ruang dan luas bangunan yang lebih tinggi. Ruang kelas pada gedung ini secara umum membutuhkan enam armatur TL 26 watt dengan flux cahaya lebih besar sehingga menunjukkan adanya hubungan langsung antara luas ruang dan besarnya kebutuhan pencahayaan. Penelitian Imanialgi et al. menjelaskan bahwa peningkatan luas ruang dan aktivitas belajar mengharuskan penggunaan pencahayaan yang memenuhi standar lux agar kenyamanan visual dan konsentrasi peserta didik tetap terjaga.¹⁹ Koridor, ruang agama Kristen, tangga, dan UKS memperlihatkan kebutuhan pencahayaan yang berbeda karena karakteristik aktivitas pengguna ruang tidak sama. Ruang UKS dan ruang agama memerlukan pencahayaan lebih tinggi dibanding koridor karena aktivitas pelayanan dan pembelajaran menuntut ketelitian visual yang lebih baik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa desain pencahayaan sekolah harus mempertimbangkan fungsi ruang secara rinci agar distribusi cahaya sesuai dengan kebutuhan operasional bangunan.

Perbandingan antara kondisi lapangan dan hasil analisis teknis pada Gedung Kelas 2, 4, 5, dan 6 memperlihatkan adanya ketidaksesuaian baik pada jumlah maupun kapasitas lampu yang digunakan. Ruang kelas memang telah memiliki jumlah armatur yang sama dengan hasil perhitungan, namun kapasitas lampu yang digunakan di lapangan masih lebih

¹⁸ Krisnia Putri dan Muhammad Khosyi'in, "Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung Publik berdasarkan Puil 2011 (Studi Kasus: Gedung Pertemuan Kelurahan Bulusan)," *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi* 10, no. 9 (2026): 1–8, <https://cibangsa.com/index.php/kohesi/article/view/7751>.

¹⁹ Fahrezi Nur Imanialgi et al., "Penelitian Pencahayaan pada Ruang Kelas dan Ruang Studio di UNIKOM," *Jurnal Desain dan Arsitektur* 4, no. 2 (2023): 69–80, <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/desa/article/view/12307>.

rendah dibandingkan rekomendasi hasil analisis. Kajian Prasetia, Supriyono, dan Purwiyanto menunjukkan bahwa penggunaan lampu dengan kapasitas di bawah standar sering menyebabkan tingkat iluminasi tidak tercapai meskipun jumlah titik lampu telah sesuai.²⁰ Tangga dan ruang agama Kristen menunjukkan kondisi yang lebih jelas karena jumlah lampu yang terpasang masih berada di bawah kebutuhan hasil perhitungan. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan pencahayaan tidak merata dan menurunkan kenyamanan visual pengguna ruangan. Ketidaksesuaian ini menunjukkan bahwa evaluasi instalasi perlu dilakukan tidak hanya pada jumlah lampu, tetapi juga terhadap kemampuan cahaya yang dihasilkan setiap peralatan penerangan.

Kondisi pencahayaan pada gedung ruang guru memperlihatkan adanya kesenjangan antara instalasi eksisting dan kebutuhan penerangan hasil analisis teknis. Ruang Guru Wanita, ruang administrasi, serta dapur guru membutuhkan jumlah dan kapasitas lampu yang lebih besar dibandingkan kondisi lapangan sehingga menunjukkan bahwa ruang kerja sekolah masih memerlukan peningkatan kualitas pencahayaan. Penelitian Baraja, Mulya, dan Sari menjelaskan bahwa pencahayaan yang tidak memenuhi standar dapat menurunkan kenyamanan kerja, meningkatkan kelelahan mata, dan mengurangi produktivitas pengguna ruang.²¹ Ruang Kepala Sekolah dan ruang tamu menunjukkan kesesuaian jumlah titik lampu, namun spesifikasi lampu yang berbeda tetap memengaruhi mutu pencahayaan yang diterima pengguna ruangan. Ruang administrasi yang hanya menggunakan satu lampu LED 19 watt berpotensi menghasilkan penerangan yang kurang memadai untuk aktivitas pengolahan dokumen dan pekerjaan administratif. Temuan ini menunjukkan bahwa ruang guru dan administrasi memerlukan perhatian lebih besar karena kualitas pencahayaan berkaitan langsung dengan efektivitas pekerjaan dan kenyamanan tenaga pendidik.

Analisis kebutuhan Air Conditioner menunjukkan bahwa kapasitas pendinginan ruangan sekolah tidak dapat ditentukan secara sembarangan, tetapi harus disesuaikan dengan luas ruangan dan kebutuhan termal pengguna. Perhitungan kapasitas AC menggunakan satuan BTU dan konversi PK menunjukkan bahwa Ruang Guru Wanita membutuhkan kapasitas sekitar 3 PK, sedangkan ruang lain memiliki kebutuhan berbeda sesuai karakteristik ruangnya. Penelitian Jia et al. menyatakan bahwa kapasitas pendingin yang

²⁰ Vicky Prasetia, Supriyono, dan Purwiyanto, "Evaluasi Sistem Pencahayaan Gedung Pendidikan Perkuliahan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI)," *Infotekmesin* 13, no. 2 (2022): 308–313, <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/infotekmesin/article/view/1546>.

²¹ Ryan Bari Baraja, Widya Mulya, dan In Pratama Sari, "Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kenyamanan Visual pada Catering di PT. Djulita," *Identifikasi* 1, no. 4 (2025): 817–826, <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi/article/view/730>.

tidak sesuai dapat menyebabkan pemborosan energi atau sebaliknya menimbulkan ketidaknyamanan termal bagi pengguna bangunan.²² Kondisi lapangan memperlihatkan bahwa beberapa ruangan masih mengalami kekurangan kapasitas pendingin, terutama Ruang Guru Wanita dan perpustakaan. Ruangan dengan kapasitas pendingin lebih kecil dari kebutuhan cenderung mengalami suhu yang kurang stabil sehingga berpotensi memengaruhi kenyamanan dan konsentrasi pengguna. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa evaluasi sistem pendingin menjadi bagian penting dari perencanaan instalasi listrik sekolah secara menyeluruh.

Hasil perbandingan kapasitas AC antara kondisi lapangan dan hasil analisis menunjukkan bahwa tidak seluruh ruangan memiliki sistem pendinginan yang sesuai dengan kebutuhan aktual. Ruang Kepala Sekolah memiliki kapasitas pendingin yang lebih besar dibandingkan kebutuhan perhitungan, sedangkan perpustakaan dan Ruang Guru Wanita justru menunjukkan kekurangan kapasitas pendingin. Kajian Prasetya dan Multi menjelaskan bahwa ketidaksesuaian kapasitas AC dapat meningkatkan konsumsi energi listrik sekaligus menurunkan efisiensi operasional bangunan.²³ Kapasitas yang terlalu kecil menyebabkan pendingin bekerja lebih lama dan meningkatkan beban listrik, sedangkan kapasitas yang terlalu besar dapat memicu pemborosan energi serta biaya operasional. Kondisi perpustakaan yang hanya menggunakan AC 1 PK padahal membutuhkan 2 PK memperlihatkan adanya potensi ketidaknyamanan termal pada ruang belajar tersebut. Temuan ini memperkuat bahwa penyesuaian kapasitas AC perlu dilakukan berdasarkan perhitungan teknis agar efisiensi energi dan kenyamanan termal dapat dicapai secara bersamaan.

Perhitungan total beban listrik menunjukkan bahwa kebutuhan daya aktual Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara lebih besar dibandingkan kapasitas yang digunakan pada kondisi lapangan. Total daya lapangan sebesar 17.751 watt atau 22.188,8 VA meningkat menjadi 20.635 watt atau 25.794 VA berdasarkan hasil analisis teknis akibat penyesuaian jumlah lampu dan kapasitas AC sesuai kebutuhan ruangan. Penelitian Dwiyanto et al. menjelaskan bahwa penentuan daya total bangunan harus memperhitungkan seluruh beban penerangan dan beban tenaga agar kapasitas suplai listrik tetap andal serta aman

²² Lin-Rui Jia et al., "Interaction between Thermal Comfort, Indoor Air Quality and Ventilation Energy Consumption of Educational Buildings: A Comprehensive Review," *Buildings* 11, no. 12 (2021): 1–30, <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/12/591>.

²³ Dimas Rahmat Prasetya dan Abdul Multi, "The Enhancing Electrical Energy Efficiency through Counter-Based AC and Lighting Management," *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi* 35, no. 2 (2025): 42–49, <https://journal.istn.ac.id/index.php/sainstech/article/view/2302>.

digunakan.²⁴ Peningkatan kebutuhan daya pada penelitian ini menunjukkan bahwa instalasi eksisting kemungkinan belum sepenuhnya merepresentasikan kebutuhan operasional sekolah secara ideal. Selisih daya yang ditemukan tidak dapat dipandang sebagai angka administratif semata, melainkan sebagai indikator bahwa sistem distribusi memerlukan evaluasi lanjutan. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa perencanaan beban listrik yang akurat menjadi dasar utama untuk menjaga kontinuitas pelayanan listrik di lingkungan sekolah.

Perhitungan daya total juga menunjukkan bahwa penambahan jumlah titik lampu dan penyesuaian kapasitas pendingin ruangan memiliki dampak langsung terhadap kebutuhan suplai energi bangunan. Sistem pencahayaan yang memenuhi standar lux dan sistem pendingin yang sesuai kapasitas memang meningkatkan konsumsi energi, namun peningkatan tersebut merupakan konsekuensi dari upaya menciptakan lingkungan belajar yang aman dan nyaman. Penelitian Sutrisno, Dinata, dan Nurtiyanto menjelaskan bahwa perhitungan beban total diperlukan untuk menentukan rating pengaman, kapasitas penghantar, dan konfigurasi distribusi daya yang tepat agar sistem kelistrikan tidak mengalami kelebihan beban.²⁵ Beban listrik yang dihitung secara teknis memberikan gambaran realistis mengenai kebutuhan energi aktual bangunan sekolah. Perhitungan tersebut sekaligus menjadi dasar bagi pihak pengelola sekolah dalam merencanakan peningkatan kapasitas layanan listrik di masa mendatang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi dan keselamatan instalasi tidak dapat dipisahkan dari ketepatan perhitungan daya total bangunan.

Penentuan pengaman dan penghantar pada penelitian ini dilakukan berdasarkan arus nominal dan kemampuan hantar arus sesuai ketentuan PUIL 2011 sehingga menghasilkan rekomendasi teknis yang lebih terukur. Penggunaan rumus arus nominal dan KHA memperlihatkan bahwa pemilihan MCB maupun kabel penghantar tidak dilakukan secara acak, tetapi mengikuti hubungan matematis antara daya, tegangan, dan kapasitas penghantar. Studi Bachtiar dan Riyadi menegaskan bahwa ketidaksesuaian antara luas penampang penghantar dan rating pengaman dapat meningkatkan risiko panas berlebih, kerusakan kabel,

²⁴ Dwiyanto et al., "Evaluasi Kebutuhan Daya Listrik pada Gedung Distributor Kertas PT. X," *Jurnal Vorteks* 4, no. 1 (2023): 257–263, <https://jurnal.alazhar-university.ac.id/index.php/vorteks/article/view/266>.

²⁵ Tri Sutrisno, Seflahir Dinata, dan Woro Agus Nurtiyanto, "Perancangan Panel Distribusi Daya Listrik (SDP) untuk Gedung Kampus Universitas Sutomo," *EPIC: Journal of Electrical Power, Instrumentation, and Control* 5, no. 2 (2022): 167–177, <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit/article/view/167>.

bahkan kebakaran instalasi listrik.²⁶ Contoh perhitungan pada beban 104 watt yang menghasilkan kebutuhan MCB 2 ampere dan penghantar NYA 2,5 mm² menunjukkan bahwa sistem proteksi harus disesuaikan dengan karakteristik arus yang dilayani. Penggunaan penghantar yang memiliki kemampuan hantar arus lebih kecil dari arus kerja dapat menimbulkan degradasi isolasi kabel secara bertahap. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa akurasi penentuan penghantar dan pengaman memiliki peran langsung terhadap keselamatan pengguna bangunan sekolah.

Hasil penentuan pengaman menunjukkan bahwa sebagian besar grup beban pada sekolah menggunakan penghantar NYA 2,5 mm² dengan variasi MCB antara 2 ampere hingga 16 ampere sesuai karakteristik bebannya. Gedung ruang guru memiliki arus nominal tertinggi dibanding grup lainnya sehingga memerlukan pengaman tiga fasa 16 ampere, sedangkan gedung kelas umumnya menggunakan pengaman tiga fasa 10 ampere. Penelitian Sunarto, Santosa, dan Supriyanto menunjukkan bahwa rating MCB dan pemilihan penghantar harus mempertimbangkan beban aktual agar proteksi dapat bekerja optimal ketika terjadi arus lebih maupun hubung singkat.²⁷ Variasi rating pengaman pada penelitian ini memperlihatkan bahwa distribusi beban sekolah tidak merata dan membutuhkan pengelompokan sirkit yang tepat. Pengelompokan beban yang baik membantu mencegah terjadinya pemutusan arus pada seluruh bangunan ketika gangguan hanya terjadi pada satu bagian instalasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa desain proteksi sekolah telah dianalisis dengan pendekatan selektivitas dan keamanan sistem distribusi.

Pengaman utama hasil analisis menunjukkan kebutuhan MCCB tiga fasa 75 ampere dengan penghantar NYA 35 mm² untuk melayani arus total sebesar 65,44 ampere. Kapasitas tersebut lebih besar dibandingkan kondisi lapangan sehingga memperlihatkan adanya potensi ketidaksesuaian antara instalasi eksisting dan kebutuhan aktual bangunan sekolah. Evaluasi instalasi listrik berdasarkan PUIL 2011 pada bangunan publik menjelaskan bahwa pengaman utama yang tidak sesuai dengan kebutuhan arus dapat menyebabkan sistem gagal melindungi instalasi dari bahaya arus lebih maupun gangguan listrik lainnya.²⁸ Pengaman

²⁶ Muhammad Imran Bachtiar dan Kazman Riyadi, "Studi Kabel Penghantar pada Instalasi Listrik Gedung Pertemuan UNHAS Berstandarisasi PUIL 2011," *Jurnal Teknologi Elektroika* 18, no. 2 (2021): 64–68, <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/JTE/article/view/3031>.

²⁷ Sunarto, Yoseph Santosa, dan Supriyanto, "Analisis Perbandingan Sistem Proteksi Tegangan Sentuh Tidak Langsung Menggunakan ELCB dan MCB," *JTERA: Jurnal Teknologi Rekayasa* 7, no. 1 (2022): 271–278, <https://jtera.polteksmi.ac.id/index.php/jtera/article/view/611>.

²⁸ Anggi, Jumiati Ilham, dan Amirudin Yunus Dako, "Evaluasi Sistem Instalasi Tenaga Listrik berdasarkan Standar PUIL 2011 (Studi Kasus pada PT. Multi Nabati Sulawesi Luwuk)," *Research Review: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 4, no. 1 (2025): 277–288, <https://researchjournal.transbahasa.co.id/index.php/er/article/view/141>.

utama yang terlalu kecil berpotensi menimbulkan pemutusan berulang dan mengganggu kegiatan sekolah, sedangkan pengaman yang terlalu besar dapat mengurangi sensitivitas proteksi terhadap gangguan. Perbedaan antara hasil analisis dan kondisi lapangan memperlihatkan bahwa evaluasi ulang panel utama menjadi langkah penting yang tidak dapat diabaikan. Temuan ini menegaskan bahwa kapasitas proteksi harus ditentukan berdasarkan data perhitungan aktual dan bukan hanya mengikuti kapasitas yang telah lama digunakan.

Kesesuaian instalasi listrik terhadap standar PUIL 2011 menjadi aspek penting yang menentukan tingkat keandalan dan keselamatan bangunan sekolah secara menyeluruh. Sistem penerangan, kapasitas pendingin, pengaman, dan penghantar yang telah dianalisis pada penelitian ini memperlihatkan bahwa sebagian instalasi masih membutuhkan penyesuaian agar memenuhi kebutuhan teknis aktual bangunan. Penelitian Tanjung et al. menegaskan bahwa kepatuhan terhadap standar instalasi bukan sekadar tuntutan administratif, tetapi merupakan upaya preventif untuk mencegah kecelakaan listrik dan meningkatkan kualitas operasional bangunan.²⁹ Evaluasi berkala terhadap instalasi sekolah menjadi penting karena perubahan beban dan penambahan peralatan listrik dapat mengubah karakteristik sistem distribusi yang ada. Sekolah sebagai fasilitas pendidikan memiliki tanggung jawab menyediakan lingkungan yang aman bagi siswa, guru, dan tenaga kependidikan sehingga sistem kelistrikan harus berada pada kondisi laik operasi. Keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas instalasi listrik SDN 002 Bontang Utara perlu diarahkan pada penyesuaian pencahayaan, pendinginan, kapasitas daya, serta sistem proteksi agar tercipta sistem kelistrikan yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi instalasi listrik gedung sekolah dasar yang dilakukan secara terpadu melalui analisis lapangan, perhitungan teknis berdasarkan PUIL 2011, serta simulasi kebutuhan penerangan sesuai karakteristik setiap ruang. Penelitian ini tidak hanya mengkaji sistem penerangan, tetapi juga mengintegrasikan analisis kapasitas AC, kebutuhan daya, penghantar, dan sistem pengaman sebagai satu kesatuan sistem kelistrikan sekolah. Pendekatan tersebut menghasilkan identifikasi yang lebih rinci mengenai kesenjangan antara kondisi instalasi eksisting dan kebutuhan teknis aktual bangunan pendidikan. Kebaruan lain tampak pada analisis spesifik terhadap 28 ruangan

²⁹ Abrar Tanjung et al., "Penerapan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 pada Instalasi Listrik Bangunan Gedung," *Pengabdian Untuk Mu negeRI* 7, no. 1 (2023): 101–107, <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/PengabdianUMRI/article/view/4894>.

dengan fungsi berbeda sehingga rekomendasi yang dihasilkan lebih akurat dan kontekstual. Penelitian ini juga menghubungkan aspek keselamatan, kenyamanan visual, kenyamanan termal, dan efisiensi energi secara bersamaan. Temuan tersebut menjadikan penelitian ini sebagai model evaluasi instalasi listrik sekolah dasar yang lebih komprehensif dan aplikatif bagi pengembangan infrastruktur pendidikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa instalasi listrik Gedung Sekolah Dasar Negeri 002 Bontang Utara memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan belajar dan administrasi sekolah, namun masih ditemukan beberapa ketidaksesuaian terhadap standar PUIL 2011. Analisis pada 28 ruangan di tiga bangunan utama menunjukkan bahwa kebutuhan penerangan berbeda sesuai fungsi ruang, dengan standar 350 lux untuk ruang kelas dan perpustakaan, 100 lux untuk tangga, 40 lux untuk koridor, serta 200 lux untuk toilet. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa ruang kelas seluas 52,5 m² membutuhkan enam armatur TL 26 watt dengan flux cahaya 40.479 lumen dan efisiensi 0,57 agar standar pencahayaan terpenuhi. Kondisi lapangan menunjukkan sebagian ruang masih menggunakan lampu LED 19 watt dengan jumlah dan kapasitas yang belum sesuai kebutuhan, sehingga pencahayaan berpotensi kurang optimal. Simulasi menggunakan DIALux membuktikan bahwa perencanaan berbasis perhitungan teknis mampu menghasilkan sistem penerangan yang lebih tepat, aman, dan efisien bagi lingkungan pendidikan.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa sistem pendingin, kebutuhan daya, penghantar, dan proteksi listrik sekolah belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan aktual bangunan. Ruang Guru Wanita membutuhkan kapasitas AC 3 PK tetapi hanya tersedia 2 PK, sedangkan perpustakaan memerlukan 2 PK namun masih menggunakan 1 PK. Total daya terpasang sebesar 17.751 watt atau 22.188,8 VA meningkat menjadi 20.635 watt atau 25.794 VA berdasarkan hasil analisis, yang menunjukkan perlunya evaluasi kapasitas sistem listrik sekolah. Analisis proteksi menghasilkan rekomendasi penggunaan kabel NYA 2,5 mm² pada sirkit cabang dengan MCB 2–16 ampere serta MCCB tiga fasa 75 ampere dan penghantar NYA 35 mm² untuk arus total 65,44 ampere. Temuan tersebut menegaskan bahwa instalasi listrik SDN 002 Bontang Utara masih memerlukan penyesuaian pada aspek pencahayaan, pendinginan, kapasitas daya, penghantar, dan pengamanan agar tercipta sistem kelistrikan yang aman, efisien, dan mendukung proses pembelajaran secara berkelanjutan.

REFERENSI

- Abast, Kluivert, Billy Kilis, Harrychoon Angmalisang, Jocke Rapar, dan Nontje Sangi. “Analisis dan Perancangan Instalasi Penerangan Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Manado.” *JURNAL EDUNITRO: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro* 3, no. 2 (2023): 127–134. <https://ejournal.unima.ac.id/index.php/edunitro/article/view/6324>.
- Albahar, Abdul Kodir, Abdul Azis, dan Sri Hartanto. “Analisis Instalasi Listrik Gedung untuk Lantai Lobby PT. Bimoli.” *Jurnal Elektro* 13, no. 2 (2025): 87–93. <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/666>.
- Andreansyah, Chrisna, Yanu Shalahuddin, dan Diah Arie Widhining. “Studi Kelayakan Sistem Grounding Instalasi Listrik pada Gedung Ulil Albab Uniska Kediri.” *Journal Zetroem* 5, no. 1 (2023): 55–61. <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/Zetroem/article/view/2629>.
- Anggi, Jumiati Ilham, dan Amirudin Yunus Dako. “Evaluasi Sistem Instalasi Tenaga Listrik berdasarkan Standar PUIL 2011 (Studi Kasus pada PT. Multi Nabati Sulawesi Luwuk).” *Research Review: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 4, no. 1 (2025): 277–288. <https://ereseearchjournal.transbahasa.co.id/index.php/er/article/view/141>.
- Bachtiar, Muhammad Imran, dan Kazman Riyadi. “Studi Kabel Penghantar pada Instalasi Listrik Gedung Pertemuan UNHAS Berstandarisai PUIL 2011.” *Jurnal Teknologi Elekterika* 18, no. 2 (2021): 64–68. <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/JTE/article/view/3031>.
- Baraja, Ryan Bari, Widya Mulya, dan Iin Pratama Sari. “Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kenyamanan Visual pada Catering di PT. Djulita.” *Identifikasi* 1, no. 4 (2025): 817–826. <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi/article/view/730>.
- Dongka, Rahmat Hidayat, Fitriani, dan M. Akmal Hidayat. “Evaluasi Instalasi Listrik Gedung Perkantoran dengan Metode Standarisasi Puil 2011.” *Dewantara Journal of Technology* 3, no. 2 (2022): 22–30. <https://jurnal.atidewantara.ac.id/index.php/djtech/article/view/191>.
- Dongka, Rahmat, dan Ulfatun Nadifa. “Perancangan dan Implementasi Instalasi Listrik pada Bangunan Sederhana sesuai Standar Puil.” *Journal of Power Electric and Renewable Energy* 2, no. 2 (2024): 21–26. <https://jurnal.stitek.ac.id/index.php/JPER/id/article/view/123>.
- Dwilesmana, Amalia, dan Bagus Dwi Cahyono. “Analisis Sistem Instalasi Listrik Gedung Bertingkat di PT. Multi Group Holding Company.” *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik* 2, no. 2 (2023): 124–138. <https://ejournal.politeknikpratama.ac.id/index.php/JUPRIT/article/view/1768>.
- Dwiyanto, Muhammad Dimas Azhari, Panangian Mahadi Sihombing, Ridho Padli, Sri Indah Rezkika, dan Sari Novalianda. “Evaluasi Kebutuhan Daya Listrik pada Gedung Distributor Kertas PT. X.” *Jurnal Vorteks* 4, no. 1 (2023): 257–263. <https://jurnal.alazhar-university.ac.id/index.php/vorteks/article/view/266>.
- Fatin, Nurul. “Analisis Sistem dan Kelayakan Instalasi Listrik Sekolah SMKN 1 Narmada.” *Research Journal of Engineering and Technology* 1, no. 1 (2025): 1–9. <https://ejournal.globalcendekia.or.id/index.php/resjet/article/view/63>.

- Fawwazimtiyaz, M. Rayhan, dan Sukarno Budi Utomo. “Analisis Kelayakan Instalasi Listrik Bangunan Sekolah SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang.” *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan* 4, no. 2 (2025): 12555–12560. <https://jerkin.org/index.php/jerkin/article/view/3778>.
- Febrian, Muhamad Risqi, Sapto Nisworo, dan Deria Pravitasari. “Evaluasi Elektrikal Gedung Sekolah (Studi Kasus SMPN 5 Magelang).” *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 2, no. 3 (2023): 989–1003. <https://al-haramjournal.id/index.php/JIM/article/view/1309>.
- Feriansah, Arif, Ghoni Musyahaar, Muammar Kadafi, dan Mufid Ashari. “Perencanaan Instalasi Listrik Ruang Guru Gedung Sekolah berbasis Simulasi.” *Jurnal Cahaya Bagaskara* 6, no. 2 (2021): 1–8. https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/article/view/1023.
- Imanialgi, Fahrezi Nur, Muhammad Ridwan Syafi’i, Muhammad Fachri Khadafi Akbar, dan Salmon Priaji Martana. “Penelitian Pencahayaan pada Ruang Kelas dan Ruang Studio di UNIKOM.” *Jurnal Desain dan Arsitektur* 4, no. 2 (2023): 69–80. <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/desa/article/view/12307>.
- Jia, Lin-Rui, Jie Han, Xi Chen, Qing-Yun Li, Chi-Chung Lee, dan Yat-Hei Fung. “Interaction between Thermal Comfort, Indoor Air Quality and Ventilation Energy Consumption of Educational Buildings: A Comprehensive Review.” *Buildings* 11, no. 12 (2021): 1–30. <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/12/591>.
- Junaidi, Fachreza, Thalib Bini, dan Hatma Rudito. “Studi Tata Letak Komponen Instalasi Penerangan dan Tenaga pada Gedung Teknik Kimia Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang.” In *SNTEI: Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika*, Oktober:29–36. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2020. <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/sntei/article/view/2208>.
- Maulida, Ratna Siti, Siti Syifa Fauziah, Rizqi Nurlaili Muiz, Anis Fauzi, dan Wahyu Hidayat. “Metode Penelitian Ilmiah Berbasis Filsafat Ilmu.” *Jurnal Manajemen Pendidikan* 9, no. 3 (2024): 296–304. <https://ejurnal.stkip-pessel.ac.id/index.php/jmp/article/view/349>.
- Mujahid, Tamimi, Neliwati, Rizqi Almaajid, Kenara, dan Alfie Ridho. “Urgensi Metode Penelitian dalam Menjamin Keabsahan Data dan Temuan Ilmiah.” *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 10, no. 4 (2025): 283–294. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/38984>.
- Parorrongan, Irto, Nobertus Leping, Y. Songli, Eodia T. Sedan Lobo, dan Titus Tandi Seno. “Perencanaan Sistem Kelistrikan Gedung C Universitas Kristen Indonesia.” *Paulus Chem Engineering Journal* 4, no. 1 (2025): 1–5. <https://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcj/article/view/1236>.
- Prasetya, Vicky, Supriyono, dan Purwiyanto. “Evaluasi Sistem Pencahayaan Gedung Pendidikan Perkuliahan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).” *Infotekmesin* 13, no. 2 (2022): 308–313. <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/infotekmesin/article/view/1546>.
- Prasetya, Dimas Rahmat, dan Abdul Multi. “The Enhancing Electrical Energy Efficiency through Counter-Based AC and Lighting Management.” *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi* 35, no. 2 (2025): 42–49.

- <https://journal.istn.ac.id/index.php/sainstech/article/view/2302>.
- Prok, Andersen D., Hans Tumaliang, dan Marthinus Pakiding. “Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017.” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 7, no. 3 (2018): 207–218. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdankom/article/view/20767>.
- Putri, Krisnia, dan Muhammad Khosyi’in. “Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung Publik berdasarkan Puil 2011 (Studi Kasus: Gedung Pertemuan Kelurahan Bulusan).” *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi* 10, no. 9 (2026): 1–8. <https://cibangsa.com/index.php/kohesi/article/view/7751>.
- Sunarto, Yoseph Santosa, dan Supriyanto. “Analisis Perbandingan Sistem Proteksi Tegangan Sentuh Tidak Langsung Menggunakan ELCB dan MCB.” *JTERA: Jurnal Teknologi Rekayasa* 7, no. 1 (2022): 271–278. <https://jtera.polteksmi.ac.id/index.php/jtera/article/view/611>.
- Sutrisno, Tri, Seflahir Dinata, dan Woro Agus Nurtiyanto. “Perancangan Panel Distribusi Daya Listrik (SDP) untuk Gedung Kampus Universitas Sutomo.” *EPIC: Journal of Electrical Power, Instrumentation, and Control* 5, no. 2 (2022): 167–177. <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit/article/view/167>.
- Tanjung, Abrar, Arlenny, David Setiawan, Hamzah Eteruddin, dan Muhammad Ridha Fauzi. “Penerapan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 pada Instalasi Listrik Bangunan Gedung.” *Pengabdian Untuk Mu negeRI* 7, no. 1 (2023): 101–107. <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/PengabdianUMRI/article/view/4894>.
- Waruwu, Marinu. “Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method).” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 7, no. 1 (2023): 2896–2910. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/6187>.
- Yasin, Muhammad, Sabaruddin Garancang, dan Andi Abdul Hamzah. “Metode dan Instrumen Pengumpulan Data (Kualitatif dan Kuantitatif).” *Journal of International Multidisciplinary Research* 2, no. 3 (2024): 161–173. <https://journal.banjaresepacific.com/index.php/jimr/article/view/388>.