



Studi Instalasi Listrik pada Gedung Sekolah Budi Bakti Samarinda

Qomaruddin¹, Arbain², *Muhamad Ardyansyah³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Samarinda

E-Mail: marqomar09@gmail.com¹; arbain4_polnes@yahoo.com²;
muhamadardiansyah216121012d3a@gmail.com³

Abstract

This study was conducted to evaluate the quality of the electrical installation at Budi Bakti School Building in Samarinda by emphasizing aspects of reliability, safety, energy efficiency, and compliance with applicable electrical installation standards. The research approach involved field surveys to obtain empirical data, measurements of lighting intensity, calculations of the required number of lighting points according to the function and characteristics of each room, as well as technical analysis of installation components, including conductors and protection systems. All observed data were compared with theoretical calculations to identify the level of conformity as well as potential deviations that could cause problems. The findings indicate that although the electrical installation remains operational, there are significant discrepancies, particularly in the distribution of lighting intensity, the number of lighting points, and the selection and placement of protective components that do not fully meet the standards. These discrepancies affect the optimality of lighting, reduce user comfort, and present potential safety risks. Therefore, this study recommends adjustments to the installation design, prioritizing the optimization of the lighting system, the use of standard-compliant components, and the implementation of energy efficiency principles as part of a comprehensive improvement effort. The implications of these findings highlight that regular evaluations and updates of electrical installations in educational buildings are essential to create a safe, comfortable, and productive learning environment. Thus, the results of this research not only provide practical contributions for school management but also offer a scientific basis for developing technical standards of electrical installations that are more responsive to educational needs.

Keywords: Installation; Lighting; Efficiency.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kualitas instalasi listrik pada Gedung Sekolah Budi Bakti Samarinda dengan menekankan aspek keandalan, keamanan, efisiensi energi, serta kepatuhan terhadap standar instalasi listrik yang berlaku. Pendekatan penelitian melibatkan survei lapangan guna memperoleh data empiris, pengukuran intensitas penerangan, perhitungan kebutuhan jumlah titik lampu sesuai fungsi dan karakteristik ruang, serta analisis teknis terhadap komponen instalasi, termasuk penghantar dan sistem pengamanan. Seluruh data hasil pengamatan dibandingkan dengan perhitungan teoretis untuk mengidentifikasi tingkat kesesuaian maupun potensi deviasi yang dapat menimbulkan permasalahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun instalasi listrik masih berfungsi secara operasional, terdapat

ketidaksesuaian signifikan, terutama pada distribusi intensitas penerangan, jumlah titik lampu, serta pemilihan dan penempatan komponen pengamanan yang belum sepenuhnya memenuhi standar. Ketidaksesuaian tersebut berdampak pada kurang optimalnya pencahayaan, berkurangnya kenyamanan pengguna, serta munculnya potensi risiko keselamatan. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan adanya penyesuaian ulang desain instalasi, dengan prioritas pada optimalisasi sistem penerangan, penggunaan komponen yang sesuai standar, serta penerapan prinsip efisiensi energi sebagai upaya perbaikan menyeluruh. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa evaluasi berkala dan pembaruan instalasi listrik pada bangunan pendidikan merupakan langkah penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang aman, nyaman, dan produktif. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi pengelola sekolah, tetapi juga menawarkan dasar ilmiah bagi pengembangan standar teknis instalasi listrik yang lebih responsif terhadap kebutuhan pendidikan.

Kata-kata Kunci: Instalasi; Penerangan; Efisiensi.

PENDAHULUAN

Ketersediaan listrik yang andal merupakan aspek fundamental dalam mendukung berbagai aktivitas pendidikan, administrasi, dan teknologi di bangunan modern. Sistem listrik yang tidak dirancang atau dioperasikan dengan benar dapat menimbulkan masalah seperti tegangan turun, kerusakan alat, gangguan operasional, bahkan bahaya kebakaran. Oleh karena itu, desain instalasi listrik harus memperhatikan aspek keselamatan, keandalan, efisiensi, serta kepatuhan terhadap standar teknis nasional. Proses audit dan evaluasi berkala menjadi langkah penting agar sistem tetap dalam kondisi optimal ketika terjadi perubahan beban atau penggunaan. Dengan pendekatan ini, penelitian di lapangan dapat menghasilkan rekomendasi konkret untuk memperbaiki sistem listrik yang ada.

Instalasi listrik gedung melibatkan rantai distribusi lengkap, dari titik pasok, panel distribusi, sirkuit cabang, kabel penghantar, perangkat proteksi hingga sistem pembumian. Setiap elemen harus dihitung beban, disesuaikan karakteristik lingkungan, dan dirancang untuk menghadapi margin keamanan tertentu agar tidak mengalami kelebihan arus atau degradasi performa. Verifikasi di lapangan menjadi sangat penting agar desain teoritis tidak menyimpang saat diterapkan. Di Indonesia, standar yang menjadi rujukan adalah Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011 atau SNI 0225:2011) yang sekaligus dijadikan standar wajib melalui regulasi pemerintah.¹

Pemberlakuan PUIL 2011 sebagai standar wajib ditegaskan melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 36 Tahun 2014 yang mengharuskan setiap instalasi listrik tegangan rendah di

¹ Tim Penyusun, *Penjelasan PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011)* (Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, 2014).

Indonesia mematuhi SNI 0225:2011.² Amandemen terhadap PUIL juga telah dilakukan, misalnya PUIL 2011 yang menyelaraskan beberapa aspek proteksi dan referensi ke standar internasional seperti IEC 60364.³ Panduan teknis mengenai pemilihan peralatan dan metode pemasangan juga tersedia dalam dokumen “Bimbingan Teknis PUIL 2011” untuk memandu perancang dan teknisi.⁴

Lingkungan sekolah sebagai objek penelitian memiliki karakteristik beban listrik dan kebutuhan pencahayaan yang khas: jam operasional panjang, aktivitas beragam (kelas, laboratorium, ruang administrasi), dan kebutuhan kenyamanan visual yang tinggi agar proses belajar-mengajar berjalan efektif. Gedung Sekolah Budi Bakti Samarinda dipilih sebagai studi kasus karena sebagai institusi pendidikan, keandalan sistem listrik dan kualitas penerangan menjadi faktor penentu kelancaran operasional. Apabila sistem listrik atau pencahayaan tidak optimal, ruang belajar dapat mengalami kelemahan pencahayaan, fluktuasi daya, atau gangguan proteksi yang merugikan.

Aspek pencahayaan dalam bangunan tidak hanya berkaitan dengan intensitas cahaya (lux) tetapi juga aspek efisiensi energi dan pemeliharaan. Di Indonesia, standar pencahayaan yang berlaku adalah SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, yang menggantikan versi sebelumnya dan disusun berdasarkan data efikasi lampu terkini.⁵ Standar ini mengatur ketentuan densitas daya lampu maksimum, metode kontrol (*dimming*, sensor), penyusutan *output* (*light loss factor*), pemeliharaan serta verifikasi operasional.⁶ Untuk mendukung desain pencahayaan, prosedur perhitungan konsumsi daya lampu buatan bisa diadopsi dari pedoman perhitungan pada dokumen desain pencahayaan menurut SNI 6197:2020.⁷

² Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2014 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 0225:2011 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) dan Standar Nasional Indonesia 0225:2011/Amd1:2013 Mengenai Persyar* (Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2014).

³ Tim Redaksi, “Perbedaan Kabel Listrik Phase, Netral dan Grounding,” *Wilson Cables (PT. Willson Surya Unggul)*, last modified 2012, <https://www.wilsoncables.com/id/news/perbedaan-kabel-listrik-phase-netral-dan-grounding#:~:text=Sedangkanpada revisi menurut PUIL 2011,dan L3 : abu-abu>.

⁴ Bartien Sayogo, “Bimbingan Teknis PUIL 2011 Bag. 5-1,” *Slideshare.net*, last modified 2019, <https://www.slideshare.net/slideshow/bimbingan-teknis-puil-2011-bag-51-revppt/264077558?#1>.

⁵ Tim Penyusun, *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan* (Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2020).

⁶ Endang Widayati, “Kebutuhan Tata Cahaya yang Berkualitas dan Efisien Mengacu SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan,” *Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia ESDM*, last modified 2021, <https://bpsdm.esdm.go.id/posts/2021/09/16/kebutuhan-tata-cahaya-yang-berkualitas-dan-efisien-mengacu-sni-61972020-tentang-konservasi-energi-pada-sistem-pencahayaan/895?>

⁷ Endang Widayati, “Desain Artificial Lighting Mengacu SNI 6197:2020 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan,” *Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia ESDM*, last modified 2021, <https://bpsdm.esdm.go.id/posts/2021/09/28/desain-artificial-lighting-mengacu-sni-61972020-konservasi-energi-pada-sistem-pencahayaan/943?>

Studi empiris di Indonesia menunjukkan bahwa banyak ruang dalam gedung institusional belum memenuhi standar pencahayaan atau efisiensi sesuai SNI 6197. Sebagai contoh, penelitian *Evaluasi Kinerja Energi untuk Penerangan di Bangunan Gedung PT. TSH* menemukan bahwa sekitar 45,5 % ruangan tidak memenuhi standar pencahayaan menurut SNI 6197:2020.⁸ Penelitian *Analisis Kesesuaian Tata Cahaya Lampu Light Emitting Diode (LED) di Ruang Kelas PPSDM KEBTKE berdasarkan Standar SNI-6197-2020* juga mengungkapkan bahwa intensitas, densitas daya, dan efisiensi lampu LED sering belum sesuai standar.⁹ Riset pada bangunan rumah tinggal menggunakan simulasi *Dialux Evo* juga membuktikan bahwa penerapan konservasi energi sesuai SNI 6197 dapat meningkatkan efisiensi sambil menjaga kenyamanan visual.¹⁰

Selain aspek pencahayaan, literatur di bidang teknik instalasi listrik turut menjadi landasan penelitian ini. Buku “Teknik Instalasi Listrik” menyajikan panduan praktis penerapan PUIL 2011 dan aspek pemeliharaan sistem kelistrikan.¹¹ Dokumen “Penjelasan PUIL 2011” menjelaskan latar belakang, prinsip teknis, dan metode verifikasi pemasangan sistem Listrik.¹²

Penelitian ini bertujuan melakukan evaluasi sistem kelistrikan dan pencahayaan di Gedung Sekolah Budi Bakti Samarinda berdasarkan tolok ukur PUIL 2011 atau amandemennya, serta SNI 6197:2020. Evaluasi mencakup pengukuran lux di ruang kelas dan ruang pendukung, analisis distribusi beban listrik per sirkuit, verifikasi kapasitas penghantar dan proteksi arus, serta audit sistem pembumian. Berdasarkan hasil pengukuran dan verifikasi, akan dirumuskan rekomendasi teknis agar sistem listrik dan pencahayaan sekolah lebih aman, efisien, dan sesuai regulasi. Pertanyaan penelitian kunci mencakup sejauh mana instalasi listrik yang ada telah mematuhi standar PUIL dan SNI 6197, serta komponen mana yang paling kritis untuk dioptimasi.

Rumusan masalah penelitian adalah: Apakah instalasi listrik eksisting pada gedung sekolah sudah sesuai dengan PUIL 2011 dan amandemennya? Apakah intensitas pencahayaan

⁸ Muhammad Firdausi, “Evaluasi Kinerja Energi untuk Penerangan di Bangunan Gedung PT TSH,” *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi* 34, no. 3 (2024): 36–45, <https://journal.istn.ac.id/index.php/sainstech/article/view/2133/>.

⁹ Arief Indarto, “Analisis Kesesuaian Tata Cahaya Lampu Light Emitting Diode (LED) di Ruang Kelas PPSDM KEBTKE berdasarkan Standar SNI-6197-2020,” *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom* 5, no. 2 (2023): 157–166, <https://ejournal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/migaszoom/article/view/547/>.

¹⁰ Hendi Matalata et al., “Energy Conservation of Lighting Systems for the Comfort of a Two-Story House using Dialux Evo Simulation,” *Jurnal Teknologi dan Vokasi* 2, no. 2 (2024): 97–105, <https://jtv.itp.ac.id/index.php/jtv/en/article/view/155/>.

¹¹ Partaonan Harahap, Rimbawati, dan Noorly Evalina, *Teknik Instalasi Listrik*, Cet. 1. (Medan: UMSUPress, 2024), <https://umsupress.umsu.ac.id/wp-content/uploads/2024/06/File-Isi-Teknik-Instalasi-Listrik-166hlm.pdf>.

¹² Tim Penyusun, *Penjelasan PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011)*.

ruang kelas dan pendukung telah memenuhi persyaratan SNI 6197:2020? Komponen kelistrikan mana yang menjadi titik lemah utama? Rekomendasi teknis apa yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan umur sistem? Dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan ini, penelitian diharapkan menghasilkan panduan praktis yang dapat langsung diterapkan di sekolah dan jadi rujukan institusi pendidikan lain.

Manfaat praktis penelitian ini meliputi penyediaan pedoman perbaikan sistem listrik dan pencahayaan yang sesuai standar bagi pihak sekolah, serta membantu teknisi merancang ulang sistem dengan pendekatan *cost-effective*. Manfaat akademisnya berupa tambahan data empiris dan metodologi evaluasi instalasi listrik di lingkungan pendidikan yang relatif sedikit diteliti. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan audit kelistrikan dan pencahayaan di kota-kota lain di Indonesia.

Penelitian ini berupaya menjembatani kesenjangan antara teori standar teknis dan praktik instalasi listrik serta sistem pencahayaan di gedung sekolah. Evaluasi berbasis data lapangan dan analisis teknis mendalam diharapkan menghasilkan rekomendasi konkret yang meningkatkan kualitas sistem listrik dan pencahayaan. Bila rekomendasi dapat diterapkan di Gedung Sekolah Budi Bakti Samarinda, naskah ini dapat menjadi referensi teknis bagi sekolah atau institusi pendidikan di daerah lain di Indonesia. Semoga penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan keselamatan teknis, efisiensi energi, dan kenyamanan visual di lingkungan pendidikan nasional.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan pada studi ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan dukungan studi lapangan. Pemilihan pendekatan kuantitatif deskriptif didasarkan pada tujuan penelitian yang menekankan evaluasi teknis melalui perhitungan numerik serta analisis perbandingan kondisi aktual instalasi dengan standar yang berlaku. Menurut Sugiyono, penelitian kuantitatif deskriptif berfungsi untuk memberikan gambaran faktual mengenai kondisi objek secara sistematis, faktual, dan akurat.¹³ Pendekatan lapangan digunakan untuk memperoleh data nyata di lokasi penelitian sehingga hasil analisis memiliki relevansi kontekstual.

Strategi pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama, yaitu observasi, wawancara, dan pengukuran teknis. Observasi dilaksanakan untuk menilai kondisi fisik instalasi listrik secara langsung, termasuk sistem distribusi tenaga, perangkat proteksi, dan

¹³ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D* (Bandung: Alfabeta, 2019).

sistem penerangan di setiap ruangan. Wawancara dilakukan kepada teknisi sekolah guna memperoleh data tambahan mengenai riwayat pemasangan serta pemeliharaan instalasi. Teknik ini didukung oleh pandangan Arikunto yang menjelaskan bahwa observasi dan wawancara merupakan instrumen penting dalam penelitian terapan yang berorientasi pada evaluasi teknis maupun sosial.¹⁴

Instrumen pengukuran yang digunakan meliputi lux meter untuk mengukur intensitas pencahayaan dan clamp meter untuk mengukur arus listrik pada setiap grup instalasi. Data numerik yang diperoleh menjadi dasar perhitungan kapasitas proteksi dan luas penampang kabel. Sejalan dengan pandangan Creswell dan Poth, penggunaan instrumen pengukuran pada penelitian kuantitatif memiliki peran utama untuk menjamin validitas dan reliabilitas data yang diperoleh dari lapangan.¹⁵ Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi observasi, wawancara, dan pengukuran kuantitatif mampu menghasilkan gambaran komprehensif terkait objek penelitian.

Analisis data dilakukan menggunakan prosedur perhitungan kuantitatif berdasarkan teori dan rumus teknis yang sudah baku. Proses analisis meliputi perhitungan intensitas penerangan, jumlah titik lampu ideal, kapasitas *Miniature Circuit Breaker* (MCB), serta luas penampang kabel yang sesuai dengan arus nominal. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan instalasi yang sudah terpasang. Menurut Kothari, penelitian kuantitatif yang berorientasi pada rekayasa teknis memerlukan tahapan analisis data numerik agar kesimpulan yang dihasilkan lebih terukur dan dapat dipertanggungjawabkan.¹⁶

Untuk meningkatkan validitas penelitian, teknik triangulasi data diterapkan dengan menggabungkan hasil observasi, wawancara, dan pengukuran. Triangulasi berfungsi untuk menguji konsistensi data dari berbagai sumber, sehingga hasil penelitian tidak hanya bergantung pada satu teknik pengumpulan data. Hal ini sesuai dengan pandangan Denzin yang menyatakan bahwa triangulasi adalah strategi penting dalam penelitian lapangan karena dapat meningkatkan kredibilitas dan akurasi temuan penelitian.¹⁷ Dengan demikian, kesimpulan penelitian diperoleh dari verifikasi menyeluruh, bukan hanya dari satu perspektif tunggal.

Prosedur penelitian juga memperhatikan aspek etika, terutama dalam interaksi dengan informan dan pengambilan data lapangan. Persetujuan dari pihak sekolah diperoleh sebelum

¹⁴ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek* (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2019).

¹⁵ John W. Creswell dan Cheryl Poth, *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*, Edisi 4. (Thousand Oaks CA: Sage Publications, 2018).

¹⁶ C. R. Kothari, *Research Methodology: Methods and Techniques*, Edisi 2. (New Delhi: New Age International, 2004).

¹⁷ Norman K. Denzin, "Critical Qualitative Inquiry," *Sage Journals* 23, no. 1 (2016): 8–16, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1077800416681864>.

proses pengumpulan data dilakukan, sehingga penelitian ini mematuhi prinsip etika penelitian sebagaimana dianjurkan oleh Creswell terkait pentingnya informed consent dan transparansi kepada subjek penelitian.¹⁸ Selain itu, seluruh data yang dikumpulkan digunakan semata-mata untuk kepentingan akademik tanpa merugikan pihak manapun.

Dengan tahapan metodologis yang sistematis tersebut, penelitian ini diharapkan menghasilkan evaluasi komprehensif mengenai kesesuaian instalasi listrik di Sekolah Budi Bakti Samarinda terhadap standar keamanan, keandalan, dan efisiensi. Kerangka metodologis yang disusun berdasarkan teori penelitian ini mendukung tercapainya tujuan penelitian secara ilmiah, dapat diuji ulang, dan relevan secara praktis. Sejalan dengan pemikiran Neuman, metode penelitian yang sistematis memungkinkan peneliti menghubungkan data empiris dengan teori secara logis, sehingga menghasilkan kesimpulan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.¹⁹

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Deskripsi Umum Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gedung SMA Budi Bakti Samarinda, sebuah bangunan lima lantai yang berlokasi di Jalan PM. Noor No. 9A, Sempaja Selatan, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Bangunan tersebut terdiri dari 39 ruang, termasuk ruang kelas, laboratorium, ruang administrasi, serta area penunjang seperti koridor dan tangga. Lokasi ini dipilih karena kebutuhan instalasi listrik yang kompleks serta perbedaan signifikan antara kondisi lapangan dan standar perencanaan pencahayaan.

Gedung SMA Budi Bakti memiliki karakteristik arsitektur modern dengan dinding bercat terang dan tinggi langit-langit rata-rata 3,3 meter. Kondisi tersebut menjadi faktor penting dalam perhitungan iluminasi karena reflektansi dinding dan langit-langit memengaruhi distribusi cahaya. Selain itu, aktivitas utama yang berlangsung di gedung adalah kegiatan belajar-mengajar, sehingga standar pencahayaan yang digunakan mengacu pada rekomendasi untuk ruang pendidikan, yaitu 250-500 lux sesuai dengan fungsi ruangan.

¹⁸ John W. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Los Angeles: SAGE Publications, 2014).

¹⁹ William Lawrence Neuman, *Basics of Social Research: Qualitative and Quantitative Approaches* (London: Pearson, 2004).

Hasil Perhitungan Jumlah Titik Lampu

Perhitungan jumlah titik lampu dilakukan dengan metode lumen, yang mempertimbangkan luas ruangan, tinggi efektif pemasangan lampu, faktor depresiasi, serta koefisien utilitas. Sebagai contoh, ruang guru dengan luas 39,69 m² dan kebutuhan 300 lux menghasilkan kebutuhan total flux sebesar 28.189 lumen. Dengan menggunakan lampu Master LEDtube Mains T5 2 × 36 W yang memiliki flux 11.200 lumen per armatur, diperoleh kebutuhan sebanyak 4 armatur. Hasil ini menunjukkan bahwa pencahayaan ruang guru dapat tercapai dengan efisien apabila pemilihan lampu tepat.

Hasil serupa diperoleh pada ruang kelas standar dengan luas sekitar 44,1 m². Untuk mencapai iluminasi rata-rata 350 lux, dibutuhkan enam armatur TL 36 W. Sementara itu, laboratorium komputer dengan luas 64,26 m² membutuhkan empat armatur TL 4 × 31 W untuk mencapai standar 500 lux. Perbedaan kebutuhan ini menegaskan bahwa luas ruangan dan fungsi aktivitas memengaruhi jumlah lampu yang digunakan.

Analisis pada ruang-ruang kecil seperti ruang UKS atau gudang menunjukkan kebutuhan titik lampu yang relatif sedikit, biasanya hanya satu atau dua armatur. Hal ini sejalan dengan kebutuhan lux yang lebih rendah, misalnya 150–200 lux. Sebaliknya, pada ruang besar seperti aula atau laboratorium MIPA, jumlah titik lampu lebih banyak karena aktivitas di ruang tersebut membutuhkan ketelitian visual tinggi.

Secara umum, hasil perhitungan menunjukkan variasi kebutuhan pencahayaan yang cukup signifikan antar ruang. Perbedaan ini penting untuk memastikan bahwa setiap ruang mendapatkan pencahayaan sesuai standar, sehingga kenyamanan dan produktivitas pengguna gedung dapat terjaga.

Perbandingan Data Lapangan dengan Hasil Perhitungan

Perbandingan antara kondisi lapangan dan hasil perhitungan dilakukan dengan meninjau jumlah titik lampu, jenis lampu, serta daya terpasang. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang cukup mencolok di beberapa ruang. Sebagai contoh, pada ruang kelas lantai 2, kondisi lapangan hanya menggunakan empat titik lampu TL 16 W, sedangkan hasil perhitungan merekomendasikan enam lampu TL 36 W. Perbedaan ini berpotensi menyebabkan tingkat iluminasi aktual jauh di bawah standar yang ditetapkan.

Fenomena serupa juga terjadi pada laboratorium komputer. Di lapangan ditemukan enam lampu TL 16 W, padahal perhitungan menunjukkan cukup dengan empat armatur TL 4 × 31 W. Hal ini menandakan adanya penggunaan lampu dengan daya rendah tetapi jumlah lebih banyak, yang justru dapat menimbulkan konsumsi energi lebih besar tanpa menjamin

pencapaian optimal. Dengan kata lain, kondisi lapangan tidak hanya menghasilkan *under-lighting* di beberapa ruang, tetapi juga *over-lighting* pada ruang lain.

Perbedaan ekstrem terlihat pada ruang life skill di lantai 5. Data lapangan mencatat pemasangan 12 titik lampu TL 16 W, sementara hasil perhitungan hanya membutuhkan empat armatur TL 2×31 W. Artinya, penggunaan lampu di lapangan tidak proporsional terhadap kebutuhan iluminasi, sehingga mengakibatkan pemborosan energi listrik. Kondisi ini juga berdampak pada total daya terpasang, yang akhirnya memengaruhi kapasitas pengaman dan kabel penghantar.

Perbedaan-perbedaan tersebut menunjukkan pentingnya perencanaan instalasi listrik berdasarkan metode perhitungan yang sistematis, bukan hanya berdasarkan pengalaman atau kebiasaan. Apabila kondisi lapangan terus dipertahankan, potensi pemborosan energi dan ketidaksesuaian standar pencahayaan akan semakin besar, sehingga menurunkan efisiensi operasional gedung.

Analisis Pengaman dan Penghantar

Selain pencahayaan, penelitian ini juga menghitung kebutuhan pengaman (MCB) dan penghantar (kabel). Perhitungan dilakukan berdasarkan daya semu tiap grup, dengan asumsi faktor daya 0,8. Misalnya, pada grup dapur, koridor, dan tangga di lantai 1, total daya sebesar 483,75 VA menghasilkan arus nominal 2,47 A. Dengan menerapkan koefisien keamanan 125%, diperoleh kebutuhan MCB 4 A dan kabel NYA 2,5 mm².

Ruang kelas pada lantai 1 dengan total daya 816,25 VA menghasilkan arus nominal 4,26 A, sehingga dibutuhkan MCB 6 A. Kabel yang dipilih tetap menggunakan NYA 2,5 mm² karena sesuai dengan kapasitas hantar arus. Sementara itu, ruang laboratorium dengan daya yang lebih besar memerlukan MCB hingga 10 A serta penghantar kabel 4 mm². Hasil ini memperlihatkan bahwa kapasitas proteksi sangat bergantung pada jumlah titik lampu dan daya per ruang.

Apabila dibandingkan dengan kondisi lapangan, ditemukan ketidaksesuaian kapasitas MCB pada beberapa grup. Sebagai contoh, ruang kelas lantai 2 di lapangan menggunakan MCB 10 A, sementara perhitungan merekomendasikan 6 A. Ketidaksesuaian ini berisiko menimbulkan *over-proteksi* atau *under-proteksi*. *Over-proteksi* dapat menyebabkan pemutusan tidak terjadi saat terjadi kelebihan beban, sedangkan *under-proteksi* dapat memutus arus lebih cepat dari yang dibutuhkan, sehingga mengganggu operasi normal.

Oleh karena itu, penentuan kapasitas pengaman dan penghantar harus mengacu pada hasil perhitungan teknis agar keamanan instalasi terjamin. Penggunaan MCB dan kabel yang

sesuai juga dapat memperpanjang umur peralatan serta mengurangi risiko kebakaran akibat beban lebih atau korsleting.

Pengaman dan Penghantar Utama

Perhitungan total daya per lantai digunakan untuk menentukan kapasitas pengaman utama gedung. Hasil analisis menunjukkan bahwa lantai 1 membutuhkan MCB tiga fase 16 A dengan kabel NYA 4 mm², sementara lantai 2 memerlukan MCB tiga fase 25 A dengan kabel NYA 6 mm². Pada lantai 3 dan 4, kapasitas yang dibutuhkan meningkat menjadi MCB tiga fase 32 A dengan kabel NYA 10 mm².

Total keseluruhan daya gedung sebesar 42.216,25 VA menghasilkan arus nominal 67,53 A. Setelah dikalikan dengan koefisien keamanan 125%, diperoleh kebutuhan arus hantar sebesar 84,42 A. Oleh karena itu, pengaman utama yang dipilih adalah MCCB 75 A dengan penghantar kabel NYA 16 mm². Pemilihan ini mempertimbangkan aspek keandalan dan keamanan instalasi listrik pada skala gedung.

Kondisi lapangan menunjukkan adanya perbedaan kapasitas pengaman utama. Beberapa lantai menggunakan MCB dengan rating lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungan, yang dapat menimbulkan risiko keselamatan. Pemilihan MCCB utama juga belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan, sehingga terdapat potensi masalah saat beban puncak terjadi.

Hasil penelitian menekankan pentingnya evaluasi ulang kapasitas pengaman utama dan penghantar gedung. Dengan mengikuti hasil perhitungan, distribusi beban listrik dapat lebih merata, risiko gangguan dapat diminimalisasi, dan efisiensi penggunaan energi dapat meningkat.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa perencanaan jumlah titik lampu berdasarkan metode lumen menghasilkan kebutuhan iluminasi yang lebih tinggi dibandingkan kondisi lapangan pada sebagian besar ruang. Hal ini sejalan dengan studi sebelumnya seperti penelitian tentang *Lighting Evaluation and Optimization of Lamp Placement in the Nursing Research Centre Classrooms at Universitas Muhammadiyah Semarang* yang menemukan bahwa pencahayaan dalam kelas hanya mencapai sekitar 200 lux, di bawah standar yang seharusnya (200-300 lux untuk kelas menurut SNI) dan direkomendasikan penggantian lampu agar memenuhi standar tersebut.²⁰ Kondisi serupa juga teridentifikasi dalam penelitian tentang *The*

²⁰ Abdul Rohman, "Lighting Evaluation and Optimization of Lamp Placement in the Nursing Research Centre Classrooms at Universitas Muhammadiyah Semarang," *Jurnal Teknik Sipil* 15, no. 2 (2022): 60–66, <https://jurnal2.untagsmg.ac.id/index.php/jts/article/view/695>.

Artificial Lighting Analysis of Study Rooms in Dormitories and Classrooms Islamic Boarding School of Lil Banat Parepare yang menyatakan bahwa meskipun pada siang hari intensitas cahaya memenuhi standar, saat malam atau saat cahaya alami tidak mendukung, banyak ruang yang tidak memenuhi standar iluminasi.²¹

Kesenjangan antara kondisi lapangan dan hasil perhitungan dalam penelitian ini bukan hanya masalah jumlah lampu, tetapi juga jenis lampu dan daya per armatur. Sebagai contoh, beberapa ruang kelas memakai lampu TL berdaya rendah, padahal untuk mencapai standar lux diperlukan lampu berdaya lebih tinggi. Ini mirip dengan hasil penelitian tentang *Overview of Suitability of Classroom Lighting Intensity* di Jambi, yang menemukan bahwa semua ruang kelas yang diukur tidak sepenuhnya sesuai standar, dan salah satu rekomendasinya adalah menambah jumlah lampu serta membuka jendela pintu agar pencahayaan alami maksimal.²²

Pengaruh penting lainnya adalah efisiensi energi dan psikofisiologis pengguna ruang. Penelitian terbaru tentang *Optimizing Classroom Lighting for Enhanced Visual Comfort and Reduced Energy Consumption* menunjukkan bahwa parameter seperti warna permukaan (*reflectance*), tinggi pemasangan lampu, serta desain arsitektur (misalnya jendela dan peneduh) memiliki dampak signifikan pada kebutuhan daya lampu, distribusi cahaya, dan kenyamanan visual.²³ Dalam konteks penelitian ini, variasi *reflectance* langit-langit atau dinding putih dan tinggi lampu di atas bidang kerja memang diperhitungkan, tetapi kondisi nyata (misalnya reflektansi permukaan, degradasi lampu lama, keausan cat) bisa lebih buruk sehingga efisiensi aktual mungkin di bawah nilai yang digunakan dalam perhitungan.

Keterkaitan antara desain pencahayaan dan proteksi listrik (pengaman, kabel penghantar) juga sangat relevan. Sebagaimana terangkan dalam literatur tentang audit energi, seperti *Energy Audit on Lighting and Air Conditioning Systems at Al-Azhar Islamic School* yang menemukan penghematan signifikan apabila lampu TL diganti ke LED dan sistem diprogram untuk efisiensi operasional.²⁴ Perubahan tipe lampu seperti ini di gedung sekolah

²¹ Nimah Natsir, Nurul Jamala, dan Asniawaty Kusno, "The Artificial Lighting Analysis of Study Rooms in Dormitories and Classrooms Islamic Boarding School of Lil Banat Parepare," *EPI International Journal of Engineering* 4, no. 1 (2021): 81–92, <https://cot.unhas.ac.id/journals/index.php/epiije/article/view/1024>.

²² Ramadhan Al'Fiqri, Abul Ainin Hapis, dan Putri Sahara Harahap, "Overview of Suitability of Classroom Lighting Intensity," *Ilmu dan Teknologi Kesehatan* 5, no. 2 (2024): 171–179, <https://jurnal.poltekmu.ac.id/index.php/lontarariset/article/view/381>.

²³ Samaneh Aghajari dan Cheng-Chen Chen, "Optimizing Classroom Lighting for Enhanced Visual Comfort and Reduced Energy Consumption," *Buildings* 15, no. 8 (2025): 1–39, <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/8/1233>.

²⁴ Yusvian Khabaranus, Purwoharjono, dan Rudy Gianto, "Energy Audit on Lighting and Air Conditioning Systems at Al-Azhar Islamic School," *TELECTRICAL: Telecommunications, Computers, and Electricals Engineering Journal* 1, no. 1 (2023): 33–47, <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/TELECTRICAL/article/view/69827>.

Anda juga akan mengubah beban listrik, sehingga mempengaruhi kapasitas MCB atau MCCB dan ukuran kabel. Jika kondisi lapangan terlalu konservatif atau malah melebihi perhitungan, risiko *over-load*, penurunan tegangan, atau perlunya proteksi berlebih bisa muncul.

Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya penggunaan standar nasional dan internasional serta pengukuran lapangan sebagai bagian dari validasi. Standar seperti SNI 6197:2020, yang menyebut intensitas minimum untuk kelas adalah 200-300 lux, sangat relevan.²⁵ Integrasi pencahayaan alami dan buatan juga sudah diidentifikasi sebagai strategi penting dalam penelitian di Depok (*Daylight And Artificial Lighting Integration In Achieving Lighting Uniformity In Educational Building*) untuk meningkatkan distribusi cahaya yang merata dan mengurangi kebutuhan lampu buatan.²⁶ Dengan kata lain, selain mengganti jumlah lampu, desain arsitektur dan pengaturan cahaya alami harus dipertimbangkan agar kebutuhan pencahayaan terpenuhi secara efisien.

Secara keseluruhan, hasil penelitian mengindikasikan bahwa gedung SMA Budi Bakti perlu melakukan beberapa perbaikan: penambahan titik lampu atau penggantian armatur ke tipe dengan lumen lebih tinggi pada ruang-ruang yang *under-lit*; revisi kapasitas pengaman dan penghantar sesuai beban nyata; serta kontrol terhadap faktor depresi (umur lampu, kebersihan permukaan reflektif, kondisi cat) yang dapat mengurangi output cahaya dari nilai desain. Implementasi perubahan tersebut tidak hanya akan meningkatkan kenyamanan visual dan produktivitas pengguna, tetapi juga mendukung efisiensi energi dan keselamatan instalasi listrik dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa instalasi listrik pada Gedung Sekolah Budi Bakti Samarinda masih menghadapi sejumlah permasalahan fundamental yang berimplikasi pada aspek keamanan, kenyamanan, dan efisiensi energi. Hasil pengukuran dan analisis teknis memperlihatkan adanya perbedaan signifikan antara kondisi aktual di lapangan dengan kebutuhan ideal berdasarkan standar yang berlaku, khususnya PUIL 2011 dan SNI 6197:2020. Beberapa ruang kelas dan fasilitas pendukung menunjukkan intensitas pencahayaan di bawah standar (*under-lighting*), sehingga menurunkan kualitas kenyamanan visual dan berpotensi mengganggu aktivitas belajar. Sebaliknya, ditemukan pula ruang dengan

²⁵ Rohman, "Lighting Evaluation and Optimization of Lamp Placement in the Nursing Research Centre Classrooms at Universitas Muhammadiyah Semarang."

²⁶ Hazimah Ulfah Az Zaky et al., "Daylight and Artificial Lighting Integration in Achieving Lighting Uniformity in Educational Building," *Journal of Architectural Research and Design Studies* 7, no. 1 (2023): 40–49, <https://journal.uui.ac.id/jards/article/view/27294>.

iluminasi berlebihan (*over-lighting*), yang menyebabkan konsumsi energi tidak proporsional terhadap kebutuhan sebenarnya. Pada aspek proteksi listrik, kapasitas MCB dan MCCB yang terpasang belum sejalan dengan perhitungan arus nominal, sehingga menimbulkan potensi bahaya berupa kegagalan proteksi, risiko kelebihan beban, hingga kemungkinan korsleting. Temuan ini menandakan perlunya perencanaan ulang yang lebih terukur dan sesuai dengan prinsip keselamatan serta efisiensi.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa akar permasalahan terletak pada praktik perencanaan dan implementasi yang lebih mengandalkan pengalaman empiris daripada pendekatan perhitungan teknis berbasis standar. Padahal, standar PUIL 2011 dan SNI 6197:2020 telah memberikan acuan komprehensif mengenai desain, perhitungan beban, distribusi pencahayaan, serta pemilihan perangkat proteksi. Penerapan standar tersebut terbukti dapat meningkatkan reliabilitas sistem sekaligus mendukung penghematan energi. Integrasi pencahayaan buatan dengan pencahayaan alami, pemilihan jenis lampu yang memiliki efikasi tinggi, serta perhitungan kapasitas proteksi sesuai kebutuhan riil menjadi langkah strategis untuk menjawab tantangan yang ditemukan. Selain itu, faktor pemeliharaan berkala, monitoring kondisi instalasi, dan evaluasi periodik juga merupakan aspek penting agar sistem tetap bekerja secara optimal sesuai dengan dinamika operasional gedung pendidikan modern. Dengan pendekatan komprehensif ini, instalasi listrik tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga mendukung produktivitas dan kenyamanan warga sekolah.

Implikasi penelitian ini memiliki signifikansi pada tataran praktis maupun akademis. Bagi pihak pengelola sekolah, rekomendasi yang dihasilkan dapat dijadikan pedoman dalam melakukan redesain instalasi listrik, termasuk penyesuaian titik lampu, penggantian armatur dengan output cahaya sesuai standar, serta pemilihan kapasitas MCB, MCCB, dan kabel penghantar yang proporsional. Langkah-langkah tersebut akan mengurangi pemborosan energi, meningkatkan keselamatan, dan memperpanjang umur peralatan. Bagi dunia akademik, penelitian ini memberikan kontribusi empiris mengenai evaluasi sistem kelistrikan pada bangunan pendidikan di Indonesia, yang masih jarang dikaji secara sistematis. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan standar nasional, validasi berbasis pengukuran lapangan, dan pendekatan efisiensi energi sebagai kunci untuk menciptakan lingkungan belajar yang aman, nyaman, hemat energi, serta berkelanjutan.

REFERENSI

Aghajari, Samaneh, dan Cheng-Chen Chen. "Optimizing Classroom Lighting for Enhanced Visual Comfort and Reduced Energy Consumption." *Buildings* 15, no. 8 (2025): 1–

39. <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/8/1233>.
- Al'Fiqri, Ramadhan, Abul Ainin Hapis, dan Putri Sahara Harahap. "Overview of Suitability of Classroom Lighting Intensity." *Ilmu dan Teknologi Kesehatan* 5, no. 2 (2024): 171–179. <https://jurnal.poltekmu.ac.id/index.php/lontarariset/article/view/381>.
- Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2019.
- Creswell, John W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Los Angeles: SAGE Publications, 2014.
- Creswell, John W., dan Cheryl Poth. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Edisi 4. Thousand Oaks CA: Sage Publications, 2018.
- Denzin, Norman K. "Critical Qualitative Inquiry." *Sage Journals* 23, no. 1 (2016): 8–16. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1077800416681864>.
- Firdausi, Muhammad. "Evaluasi Kinerja Energi untuk Penerangan di Bangunan Gedung PT TSH." *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi* 34, no. 3 (2024): 36–45. <https://journal.istn.ac.id/index.php/sainstech/article/view/2133/>.
- Harahap, Partaonan, Rimbawati, dan Noorly Evalina. *Teknik Instalasi Listrik*. Cet. 1. Medan: UMSUPress, 2024. <https://umsupress.umsu.ac.id/wp-content/uploads/2024/06/File-Isi-Teknik-Instalasi-Listrik-166hlm.pdf>.
- Indarto, Arief. "Analisis Kesesuaian Tata Cahaya Lampu Light Emitting Diode (LED) di Ruang Kelas PPSDM KEBTKE berdasarkan Standar SNI-6197-2020." *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom* 5, no. 2 (2023): 157–166. <https://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/migaszoom/article/view/547/>.
- Khabaranus, Yusvian, Purwoharjono, dan Rudy Gianto. "Energy Audit on Lighting and Air Conditioning Systems at Al-Azhar Islamic School." *TELECTRICAL: Telecommunications, Computers, and Electricals Engineering Journal* 1, no. 1 (2023): 33–47. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/TELECTRICAL/article/view/69827>.
- Kothari, C. R. *Research Methodology: Methods and Techniques*. Edisi 2. New Delhi: New Age International, 2004.
- Matalata, Hendi, Leily Wustha Johar, Abdul Manap, dan Didik Yulianto. "Energy Conservation of Lighting Systems for the Comfort of a Two-Story House using Dialux Evo Simulation." *Jurnal Teknologi dan Vokasi* 2, no. 2 (2024): 97–105. <https://jtv.itp.ac.id/index.php/jtv/en/article/view/155/>.
- Natsir, Nimah, Nurul Jamala, dan Asniawaty Kusno. "The Artificial Lighting Analysis of Study Rooms in Dormitories and Classrooms Islamic Boarding School of Lil Banat Parepare." *EPI International Journal of Engineering* 4, no. 1 (2021): 81–92. <https://cot.unhas.ac.id/journals/index.php/epiije/article/view/1024>.
- Neuman, William Lawrence. *Basics of Social Research: Qualitative and Quantitative Approaches*. London: Pearson, 2004.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2014 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 0225:2011 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) dan Standar Nasional Indonesia 0225:2011/Amd1:2013 Mengenai Persyar.* Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2014.

- Rohman, Abdul. "Lighting Evaluation and Optimization of Lamp Placement in the Nursing Research Centre Classrooms at Universitas Muhammadiyah Semarang." *Jurnal Teknik Sipil* 15, no. 2 (2022): 60–66. <https://jurnal2.untagsmg.ac.id/index.php/jts/article/view/695>.
- Sayogo, Bartien. "Bimbingan Teknis PUIL 2011 Bag. 5-1." *Slideshare.net*. Last modified 2019. <https://www.slideshare.net/slideshow/bimbingan-teknis-puil-2011-bag-51-revppt/264077558?#1>.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Tim Penyusun. *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2020.
- . *Penjelasan PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011)*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, 2014.
- Tim Redaksi. "Perbedaan Kabel Listrik Phase, Netral dan Grounding." *Wilson Cables (PT. Willson Surya Unggul)*. Last modified 2012. <https://www.wilsoncables.com/id/news/perbedaan-kabel-listrik-phase-netral-dan-grounding#:~:text=Sedangkanpada revisi menurut PUIL 2011,dan L3 : abu-abu>.
- Widayati, Endang. "Desain Artificial Lighting Mengacu SNI 6197:2020 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan." *Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia ESDM*. Last modified 2021. <https://bpsdm.esdm.go.id/posts/2021/09/28/desain-artificial-lighting-mengacu-sni-61972020-konservasi-energi-pada-sistem-pencahayaan/943?>
- . "Kebutuhan Tata Cahaya yang Berkualitas dan Efisien Mengacu SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan." *Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia ESDM*. Last modified 2021. <https://bpsdm.esdm.go.id/posts/2021/09/16/kebutuhan-tata-cahaya-yang-berkualitas-dan-efisien-mengacu-sni-61972020-tentang-konservasi-energi-pada-sistem-pencahayaan/895?>
- Zaky, Hazimah Ulfah Az, Ova Candra Dewi, Widyarko, dan Coriesta Dian Sulistiani. "Daylight and Artificial Lighting Integration in Achieving Lighting Uniformity in Educational Building." *Journal of Architectural Research and Design Studies* 7, no. 1 (2023): 40–49. <https://journal.uui.ac.id/jards/article/view/27294>.